

PLANTA PILOTO DE GERAÇÃO EÓLICA OFFSHORE NA BACIA POTIGUAR, RN

EA - Estudo Ambiental

Volume Único

BR 000001/19

**Revisão 00
Agosto / 2019**



RGN

ÍNDICE GERAL

I - INTRODUÇÃO	29
II - IDENTIFICAÇÃO DO EMPREENDEDOR	30
II.1 - DADOS DO EMPREENDEDOR	30
II.2 - DADOS DA EMPRESA CONSULTORA	30
III - DADOS DO EMPREENDIMENTO	31
III.1 - CARATERIZAÇÃO DO EMPREENDIMENTO	31
III.1.1 - Apresentação.....	31
III.1.2 - Histórico	39
III.1.3 - Justificativa	40
III.1.3.1 - Informações Gerais	40
III.1.3.2 - Informações Técnicas	41
III.1.3.3 - Informações Socioeconômicas.....	41
III.1.3.4 - Informações Locacionais.....	41
III.1.3.5 - Informações Ambientais	43
III.1.4 - Infraestrutura de Apoio	44
III.2 - DESCRIÇÃO DO EMPREENDIMENTO	45
III.2.1 - Análise das Alternativas.....	45
III.2.1.1 - Alternativas Locacionais.....	45
III.2.1.2 - Alternativas Tecnológicas.....	49
III.2.1.3 - Definição de Rota Final	55
III.2.2 - Implantação, Operação, Manutenção e Desativação	56
III.2.2.1 - Implantação.....	57
III.2.2.2 - Operação.....	62
III.2.2.3 - Manutenção.....	63

III.2.2.4 - Desativação	64
IV - DEFINIÇÃO DAS ÁREAS DE ESTUDO	65
IV.1 - AE E ADA DO MEIO FÍSICO E BIÓTICO	65
IV.2 - AE E ADA DO MEIO SOCIOECONÔMICO	69
V - DIAGNÓSTICO AMBIENTAL	74
V.A - LEGISLAÇÃO AMBIENTAL	74
V.B - PLANOS E PROGRAMAS GOVERNAMENTAIS	82
V.1 - MEIO FÍSICO	88
V.1.1 - <i>Meteorologia e Climatologia</i>	88
V.1.1.1 - Temperatura do Ar	89
V.1.1.2 - Umidade Relativa do Ar	96
V.1.1.3 - Regime Pluviométrico	100
V.1.1.4 - Direção e Velocidade dos Ventos	107
V.1.2 - <i>Oceanografia</i>	127
V.1.2.1 - Temperatura de Superfície do Mar (TSM)	128
V.1.2.2 - Salinidade da Superfície do Mar	141
V.1.2.3 - Massas d'Água	148
V.1.2.4 - Correntes	150
V.1.2.5 - Regime de Ondas	169
V.1.2.6 - Regime de Marés	184
V.1.3 - <i>Geologia</i>	189
V.1.3.1 Sedimentologia da Plataforma Continental	203
V.1.4 - <i>Geomorfologia</i>	208
V.1.4.1 Geomorfologia da Porção Emersa	208

V.1.4.2 Superfície de Aplainamento ou de Tabuleiro	211
V.1.4.3 Planície de Inundação Flúvio-Estuarina	212
V.1.4.4 Planície de Maré	213
V.1.4.5 Barras Arenosas Emersas	215
V.1.4.6 Campos de Dunas Móveis e Dunas Fixas	216
V.1.4.7 Planície de Deflação	218
V.1.4.8 Geomorfologia da Porção Submersa	219
V.1.5 - Qualidade da Água Marinha	228
V.1.5.1 - Transparência da Coluna D'água	229
V.1.5.2 - Nutrientes (Amônia, Nitrito, Nitrato, Fosfato) e Silicato	233
V.1.5.3 - Oxigênio Dissolvido (OD)	236
V.1.5.4 - Material Particulado em Suspensão (MPS)	240
V.1.5.5 - Produtividade Primária (Clorofila a)	246
V.1.6 - Ruídos	254
V.1.6.1 Metodologia	254
V.1.6.2 Critérios Utilizados no Estudo	256
V.1.6.3 Resultados das Avaliações	257
V.1.6.4 Ruídos Subaquático	258
V.1.6.5 Efeito Estroboscópico	258
V.2 - MEIO BIÓTICO	260
V.2.1 - Biota Marinha	260
V.2.1.1 - Comunidades Planctônicas	260
V.2.1.2 - Comunidades Nectônicas	265
V.2.1.3 - Comunidades Bentônicas	280
V.2.2 - Avifauna	289
V.2.2.1 - Avifauna Residente	289
V.2.2.2 - Avifauna Migratória	291

V.3 - MEIO SOCIOECONÔMICO	296
V.3.1 - <i>Proposição da Área de Exclusão de Pesca</i>	297
V.3.2 - <i>Descrição das Principais Atividades Econômicas Desenvolvidas na Área de Exclusão de Pesca</i>	298
V.3.3 - <i>Caracterização das Comunidades Pesqueiras Diretamente Afetadas</i>	298
V.3.3.1 - Caiçara do Norte	300
V.3.3.2 - Galinhos	307
V.3.3.3 - Guamaré	314
V.3.3.4 - Macau	319
V.3.4 - <i>Quantificação da Geração de Empregos Previstos na Implantação do Empreendimento</i>	326
V.3.5 - <i>Caracterização das Áreas Utilizadas para o Turismo, Lazer e Esportes Aquáticos</i>	326
VI - ANÁLISE INTEGRADA E SÍNTESE DA QUALIDADE AMBIENTAL	329
VI.1 - ANÁLISE INTEGRADA.....	329
VI.2 - SÍNTESE DA QUALIDADE AMBIENTAL.....	332
VI.2.1 - <i>Meio Físico</i>	332
VI.2.2 - <i>Meio Biótico</i>	337
VI.2.3 - <i>Meio Socioeconômico</i>	340
VI.2.4 - <i>Condições Ambientais Futuras Sem e Com o Empreendimento</i>	341
VII - IDENTIFICAÇÃO E AVALIAÇÃO DE RISCOS E IMPACTOS AMBIENTAIS....	345
VII.1 - INTRODUÇÃO.....	345

VII.2 - IMPACTOS AMBIENTAIS	346
<i>VII.2.1 - Metodologia</i>	346
<i>VII.2.2 - Impactos Reais</i>	351
VII.2.2.1 - Identificação dos impactos reais	351
VII.2.2.2 - Descrição dos impactos reais	353
VII.2.2.3 - Classificação dos impactos reais	372
<i>VII.2.3 - Impactos Potenciais</i>	381
VII.2.3.1 - Identificação dos impactos potenciais.....	381
VII.2.3.2 - Descrição dos impactos potenciais	383
VII.2.3.3 - Classificação dos impactos potenciais.....	392
<i>VII.2.4 - Análise Sumária dos Impactos Cumulativos e Sinérgicos</i>	398
<i>VII.2.5 - Síntese Conclusiva</i>	399
VII.3 - RISCOS AMBIENTAIS	401
<i>VII.3.1 - Metodologia</i>	401
<i>VII.3.2 - Identificação dos Riscos Ambientais</i>	402
<i>VII.3.3 - Descrição das Causas</i>	405
<i>VII.3.4 - Descrição das Salvaguardas</i>	408
VIII - MEDIDAS MITIGADORAS, COMPENSATÓRIAS, PROGRAMAS DE CONTROLE, MONITORAMENTO E GERENCIAMENTO DE RISCOS E ACIDENTES	411
VIII.1 - MEDIDAS MITIGADORAS E COMPENSATÓRIAS	412
VIII.1.1 - Medidas Mitigadoras dos Impactos Reais	412
VIII.1.2 - Medidas Mitigadoras dos Impactos Potenciais.....	422

VIII.2 - PROGRAMAS DE CONTROLE, MONITORAMENTO E GERENCIAMENTO DE RISCOS E ACIDENTES.....	428
<i>VIII.2.1 - Planos e Programas Específicos da Planta Piloto</i>	428
VII.2.1.1 - Plano de Gestão Ambiental.....	428
VII.2.1.2 - Plano de Monitoramento da Fauna Marinha	431
VII.2.1.3 - Plano de Monitoramento do Ruído Subaquático	434
VII.2.1.4 - Programa de Educação Ambiental dos Trabalhadores (PEAT).....	436
VII.2.1.5 - Programa de Gerenciamento de Riscos e Acidentes (PGRA)	438
VII.2.1.6 - Programa de Controle de Poluição (PCP).....	443
<i>VIII.2.2 - Planos e Programas Regionais da UO-RNCE</i>	456
VII.2.2.1 - Plano de Comunicação Social.....	456
VII.2.2.2 - Projeto de Monitoramento do Desembarque Pesqueiro	457
VII.2.2.3 - Plano de Emergência para Vazamento de Óleo (PEVO)	457
IX - CONCLUSÃO	458
X - BIBLIOGRAFIA.....	460
XI - GLOSSÁRIO	484
XII - ANEXO	488
XIII - EQUIPE TÉCNICA	488

TABELAS E QUADROS

TABELA OU QUADRO	PÁG.
Tabela III.1.1-1 - Principais características técnicas do aerogerador.	35
Quadro III.2.1.1-1 - Coordenadas de centro, profundidade e declividade das 3 alternativas de locação estudadas para instalação do aerogerador e da torre anemométrica.	48
Quadro III.2.1.2-1 - Análise comparativa das alternativas de subestruturas, considerando as fases de instalação, operação e desativação. Os aspectos identificados foram classificados em importância elevada (+++), média (++) e baixa (+). A coluna “outros critérios” corresponde à lista de aspectos que se consideraram relevantes do ponto de vista do custo e da disponibilidade comercial do equipamento e das infraestruturas necessárias.	54
Quadro III.2.2.1-1 - Construção, montagem e comissionamento com a descrição das principais atividades relacionadas à implantação do projeto.	61
Quadro IV-1-1 - Coordenadas geodésicas dos vértices da área de estudo representada na figura anterior.	66
Tabela IV.2-1 - Relação entre os critérios utilizados para a definição da área de estudo do meio socioeconômico e os municípios considerados.	72
Tabela V.A-1 - Legislação Ambiental Aplicável.	75
Tabela V.B-1 - Planos e Programas Governamentais – Esfera Federal.	83
Tabela V.B-2 - Planos e Programas – Esfera Estadual.	85
Tabela V.B-3 - Planos e Programas – Esfera Municipal.	86
Tabela V.1.1.1-1 - Estatística descritiva da série temporal de 2011 a 2018 da temperatura do ar na estação meteorológica INMET-Macau.	93
Tabela V.1.1.4-1 - Estatística descritiva da série temporal de 2011 a 2018 da temperatura do ar na estação meteorológica INMET-Macau.	123
Tabela V.1.2-1 - Localização e profundidade dos pontos de monitoramento de campanhas realizadas entre 2003 a 2004 para parâmetros oceanográficos da área.	127
Tabela V.1.2.1-1 - Temperatura superficial na Bacia Potiguar ao longo das quatro campanhas amostrais. C1 = 1ª campanha amostral (julho de 2002), C2 = 2ª campanha amostral (maio de 2003), C3 = 3ª campanha amostral (novembro de 2003), C4 = 4ª campanha amostral (maio de 2004).	130
Tabela V.1.2.1-2 - Temperatura de fundo na Bacia Potiguar ao longo das quatro campanhas amostrais.	132
Tabela V.1.2.2-1 - Salinidade superficial na Bacia Potiguar ao longo das campanhas amostrais. C1 = 1ª campanha amostral (julho de 2002), C2 =	142

2ª campanha amostral (maio de 2003), C3 = 3ª campanha amostral (novembro de 2003), C4 = 4ª campanha amostral (maio de 2004).	
Tabela V.1.2.4-1 - Características dos fundeios e perfilhadores (Acoustic Doppler Current Profiler, ADCP) na Baía Potiguar.	150
Tabela V.1.2.4-2 - Parâmetros estatísticos extraídos a partir dos dados de corrente para o período de setembro de 2010 a dezembro de 2017 (campanhas 4 a 14, 16 a 22, 24 a 36, 40 a 47) na locação ST001 (meia-água).	160
Tabela V.1.2.4-3 - Parâmetros estatísticos extraídos a partir dos dados de corrente para o período de setembro de 2010 a dezembro de 2017 (campanhas 4 a 14, 16 a 22, 24 a 36, 40 e 47) na locação ST001 (fundo).	160
Tabela V.1.2.4-4 - Parâmetros estatísticos extraídos a partir dos dados horários de corrente para o período de setembro de 2010 a dezembro de 2017 (campanhas 9 a 13, 15 a 22 e 25 a 41) na locação ST002.	161
Tabela V.1.2.4-5 - Parâmetros estatísticos extraídos a partir dos dados horários de corrente para as campanhas de 2011 na estação ST003.	165
Tabela V.1.2.4-6 - Parâmetros estatísticos extraídos a partir dos dados horários de corrente para as campanhas de 2011 a 2012 na estação ST003.	165
Tabela V.1.2.4-7 - Parâmetros estatísticos extraídos a partir dos dados horários de corrente para as campanhas de 2012, 2013 e 2015 na estação ST003.	166
Tabela V.1.2.4-8 - Parâmetros estatísticos extraídos a partir dos dados horários de corrente para as campanhas de 2015 a 2016 na estação ST003.	166
Tabela V.1.2.4-9 - Parâmetros estatísticos extraídos a partir dos dados horários de corrente para as campanhas de 2012, 2013 e 2015 na estação ST003.	167
Tabela- V.1.2.5-1 - Períodos e alturas significativas do clima de ondas obtidos nas proximidades da boia do Campo Siri, Baía Potiguar, experimentalmente (a partir dos dados de mar – matutino e vespertino, durante a campanha C4), e numericamente (a partir do modelo STWAVE, correspondente aos períodos chuvosos e seco).	173
Tabela V.1.2.6-1 - Características da maré da estação maregráfica de Macau.	185
Tabela V.1.5.2-1 - Estatística descritiva dos parâmetros químicos das amostras de água coletadas em todas de acordo com a compartimentação oceânica da área, com as médias dos parâmetros para área de estudo do projeto.	235
Tabela V.1.6.2-1 - Nível de critério de avaliação NCA para ambientes externos, em dB(A).	256
Tabela V.1.6.3-1 - Média do Nível de Pressão Sonora Equivalente, em Decibel.	257

Quadro V.2.1.1-1 - Principais grupos de fitoplâncton, espécies mais abundantes e frequentes por grupo e número total de espécies registradas na Baía de Potiguar (Petrobras, 2002-2003, 2009-2010, 2014). A negrito encontram-se as espécies presentes em todos os períodos de amostragem.	262
Quadro V.2.1.2-1 - As principais espécies comerciais pescadas na Baía de Potiguar.	268
Quadro V.2.1.2-2 - Espécies de peixes elasmobrânquios registradas no estado do Rio Grande do Norte e no Nordeste Brasileiro. (Fonte lista de espécies: Revizee, 2006; Fonte do estatuto de conservação: (1) Portal da Biodiversidade do Brasil, 2019; (2) IUCN, 2019).	269
Quadro V.2.1.2-3 - Lista de espécies de mamíferos marinhos identificadas no litoral da área nordeste do Brasil, respectivo estatuto de conservação e classificação do seu tipo de habitat. (Fonte lista de espécies: Zerbini et al., 1999; Fonte do estatuto de conservação e tipo de habitat: (1) Portal da Biodiversidade do Brasil, 2019; (2) IUCN, 2019).	271
Quadro V.2.1.2-4 - Períodos de ocorrência (x) de pequenos e grandes cetáceos (baleias jubarte) na área de estudo (Fonte: IBAMA, 2001 e Yamamoto et al., 2002).	274
Quadro V.2.1.2-5 - Períodos de ocorrência de peixe-boi-marinho na área de estudo.	277
Quadro V.2.1.2-6 - Lista de espécies e respectivo estatuto de conservação de tartarugas marinhas que habitam a costa brasileira.	278
Quadro V.2.1.2-7 - Períodos de ocorrência e desova de quelônios (x) na área diretamente afetada pelo projeto.	280
Quadro V.2.1.3-1 - Exemplos de espécies de macrozoobentos identificadas na Baía de Potiguar.	283
Quadro V.2.1.3-2 - Exemplos de organismos formadores de colônias em recifes da Baía de Potiguar.	287
Quadro V.2.1.3-3 - Exemplos de organismos associados a recifes na área de influência das atividades de Ampliação do Sistema de Injeção de Água do Campo de Ubarana	288
Quadro V.2.2.1.-1 - Avifauna residente na zona costeira do estado do Rio Grande do Norte: lista de espécies, distribuição e estatuto de conservação.	290
Quadro V.2.2.2-1 - Espécies de aves migratórias no Rio Grande do Norte e área de estudo.	294
Tabela V.3.3.1-1 - Produção de pescado em Caiçara do Norte/RN, em toneladas, por tipo de petrecho em 2017.	303
Tabela V.3.3.2-1 - Produção de pescado em Galinhos/RN, em toneladas, por tipo de petrecho em 2017.	311
Tabela V.3.3.3-1 - Produção de pescado em Guamaré/RN, em toneladas, por tipo de petrecho em 2017	317

Tabela V.3.3.4-1 - Produção de pescado em Macau/RN, em toneladas, por tipo de pe-trecho em 2017.	322
Tabela VII.2.1.1 - Fatores ambientais relevantes.	347
Tabela VII.2.1.2 - Atributos para a avaliação dos impactos ambientais.	348
Tabela VII.2.1.3 - Avaliação da importância dos impactos reais.	349
Tabela VII.2.2.1-1 - Adaptação da matriz de Leopold para a identificação dos impactos reais.	351
Tabela VII.2.2.3-1 - Matriz de classificação dos impactos reais da fase de instalação	373
Tabela VII.2.2.3-2 - Matriz de classificação dos impactos reais da fase operação.	376
Tabela VII.2.2.3-3 - Matriz de classificação dos impactos reais da fase de desativação.	378
Tabela VII.2.3.1-1 - Adaptação da Matriz de Leopold para a identificação dos impactos potenciais.	381
Tabela VII.2.3.3-1 - Matriz de classificação dos impactos potenciais da fase de instalação.	392
Tabela VII.2.3.3-2 - Matriz de classificação dos impactos potenciais da fase de operação.	395
Tabela VII.2.3.3 -3 - Matriz de classificação dos impactos potenciais da fase de desativação.	396
Tabela VII.2.5-1 - Distribuição dos impactos reais e potenciais por fatores ambientais.	399
Tabela VII.2.5-2 - Distribuição da importância dos impactos reais e potenciais relevantes, por fatores ambientais.	399
Quadro VII.3.2-1 - Matriz de identificação dos riscos ambientais.	402
Tabela VII.3.3-1 - Descrição das possíveis causas.	405
Tabela VII.3.4-1 - Descrição das salvaguardas propostas.	408
Tabela VIII.1.1-1 - Medidas Mitigadoras dos Impactos Ambientais Reais para a Fase de Instalação.	413
Tabela VIII.1.1-2 - Medidas Mitigadoras dos Impactos Ambientais Reais para a Fase de Operação.	417
Tabela VIII.1.1-3 - Medidas Mitigadoras dos Impactos Ambientais Reais para a Fase de Desativação.	419
Tabela VIII.1.2-1 - Medidas Mitigadoras dos Impactos Ambientais Potenciais para a Fase de Instalação.	422
Tabela VIII.1.2-2 - Medidas Mitigadoras dos Impactos Ambientais Potenciais para a Fase de Operação	425
Tabela VIII.1.2-3 - Medidas Mitigadoras dos Impactos Ambientais Potenciais para a Fase de Desativação	426
Quadro VIII.2.1.4-1 - Conteúdo Programático do PEAT	438

FIGURAS E GRÁFICOS

FIGURAS E GRÁFICOS	PÁG.
Figura III.1.1-1 - Esquema da Planta Piloto de Geração Eólica Offshore.	31
Figura III.1.1-2 - Esquema do aerogerador e sua subestrutura.	33
Figura III.1.1-3 - Diagrama esquemático da interligação lógica entre planta piloto e sua workstation.	34
Figura III.1.1 - 4 - Torre anemométrica offshore típica.	36
Figura III.1.1. - 5 - Desenho esquemático da seção de um cabo típico.	37
Figura III.2.1.1-1 - Mapa de localização detalhada das 3 alternativas de locação propostas para a Planta Piloto.	47
Figura III.2.1.1-2 - Mapa de localização das 3 alternativas de locação em relação às plataformas e formações carbonáticas mais próximas.	47
Figura III.2.1.2-1 - Tipos de subestruturas de aerogeradores offshore.	50
Figura IV.1.1 - Delimitação da Área de Estudo (AE) considerada na fase de diagnóstico do meio biótico.	65
Figura IV.1.2 - Layout do Empreendimento.	67
Figura IV.1.3 - Delimitação das Áreas Diretamente Afetadas (ADA) consideradas na fase de diagnóstico do meio biótico.	68
Figura IV.1.4 - Delimitação das Áreas Diretamente Afetadas (ADA) consideradas na fase de diagnóstico do meio biótico-Aerogerador e Torre-Anemométrica.	68
Figura IV.1.5 - Delimitação das Áreas Diretamente Afetadas (ADA) consideradas na fase de diagnóstico do meio biótico-Fundação Tipo Jaqueta e Cabo Umbilical.	69
Figura IV.2-1 - Mapa da Localização dos Municípios da Área de Estudo.	70
Figura IV.2-2 - Mapa de Localização da Área de Estudo do Meio Socioeconômico.	71
Figura V.1.1 1 - Localização das estações meteorológicas na região terrestre, no litoral setentrional do Rio Grande do Norte: Estação meteorológica do INMET-Macau; estações meteorológicas pertencentes à PETROBRAS: Estação A (Campo de Serra-Macau) e Estação B (praia do Minhoto).	88
Figura V.1.1 2 - Vista geral da estação meteorológica instalada no Campo de Serra - Macau (Estação A).	89
Figura V.1.1 3 - Vista área da estação meteorológica instalada na praia do Minhoto (Estação B).	89

Figura V.1.1.1-1 - Dados da Temperatura Média Mensal (em °C) para a estações meteorológicas da PETROBRAS, Município de em Macau.	90
Figura V.1.1.1-2 - Dados da Temperatura Média Mensal (em °C) para a localidade da estação meteorológica do INMET-Macau.	91
Figura V.1.1.1-3 - Variação mensal de Temperatura para Jaguaruana (CE); Mossoró (RN) e Macau (RN) para as localidades da base do INMET.	91
Figura V.1.1.1-4 - Temperatura Média Mensal para as três séries da estação meteorológica da praia do Minhoto.	92
Figura V.1.1.1-5 - Dados da Temperatura Média Mensal (em °C) da série temporal entre 2011 e 2018 para a estação meteorológica do INMET-Macau.	92
Figura V.1.1.1-6 - Ocorrência máxima da temperatura do ar para a estação meteorológica do INMET-Macau entre os anos de 2011 a 2018.	93
Figura V.1.1.1-7 - Ocorrência mínima da temperatura do ar para a estação meteorológica do INMET-Macau entre os anos de 2011 a 2018.	94
Figura V.1.1.1-8 - Médias comparativas da série temporal de 2011 a 2018 com as normais climatológicas (1961-1990 e 1981-2010) para a estação meteorológica INMET-Macau.	94
Figura V.1.1.1-9 - Diferenças entre a normal climatológica de 1961-1990 com a normal climatológica de 1981-2010 para a estação meteorológica INMET-Macau.	95
Figura V.1.1.2-1 - Caminhamento da umidade relativa média mensal ao longo do ano a estação meteorológica INMET-Macau, durante o período de 1995-2005.	97
Figura V.1.1.2-2 - Valores de umidade relativa média mensal e anual (em %) na estação meteorológica INMET-Macau.	97
Figura V.1.1.2-3 - Dados de umidade relativa (em %) média mensal para as três séries de dados da estação da meteorológica da praia do Minhoto.	98
Figura V.1.1.2-4 - Dados de umidade relativa (em %) média mensal para as três séries de dados da estação da meteorológica da praia do Minhoto.	98
Figura V.1.1.2-5 - Médias mensais da umidade relativa do ar para a estação meteorológica do INMET-Macau para o período de 2011 a 2018, com sobreposição das normais climatológicas para o período de 1961-1990 e 1981-2010.	100
Figura V.1.1.2-6 - Médias horárias de concentração da umidade relativa do ar para a estação meteorológica do INMET-Macau para o período de 2011 a 2018, com sobreposição das normais climatológicas para o período de 1961-1990 e 1981-2010.	100

Figura V.1.1.3-1 - Climatologia do Atlântico Tropical. Temperatura climatológica média da superfície do mar (TSM em °C) e 850 hPa campo de vento (m/s) sobre a Baía Atlântica tropical para (A) para os meses de março, abril e maio e (B) para os meses de junho, julho e agosto (Utida et al., 2019).	102
Figura V.1.1.3-2 - Comportamento das precipitações mensais ao longo do ano, para o período entre 1995 a 2005 na estação meteorológica do INMET-Macau.	103
Figura V.1.1.3-3 - Climatologia da precipitação em Guamaré/RN, dados de 1962 a 2005 (PETROBRAS, 2007).	104
Figura V.1.1.3-4 - Média da precipitação mensal para a estação meteorológica do INMET-Macau para o período de 2006 a 2018, com sobreposição das normais climatológicas para o período de 1961-1990 e 1981-2010.	104
Figura V.1.1.3-5 - Ocorrência das taxas máxima de precipitação para a estação meteorológica do INMET-Macau entre os anos de 2006 a 2018.	105
Figura V.1.1.3-6 - Ocorrência das taxas mínimas de precipitação para a estação de Macau entre os anos de 2006 a 2018.	106
Figura V.1.1.4-1 - Média mensais da estrutura da ZCIT para os meses: janeiro, abril, julho e outubro (Waliser e Gautier, 1993).	107
Figura V.1.1.4-2 - Diagrama de dispersão da média anual dos ventos, para o período de 1995 a 2005, para a estação meteorológica do INMET-Macau.	109
Figura V.1.1.4-3 - Gráfico comparativo de intensidade média mensal do vento para a região de Macau entre os anos de 1977 e 1981	109
Figura V.1.1.4-4 - Diagrama comparativo de intensidade máxima, média e mínima mensal dos ventos para a série de dados da estação meteorológica da praia do Minhoto.	110
Figura V.1.1.4-5 - Diagramas de dispersão de frequência mensais de ventos gerados a partir das séries da estação meteorológica da PETROBRAS localizada na praia do Minhoto: cor rosa para o ano de 2002; cor azul marinho para o ano de 2003 e cor azul claro para o ano de 2004.	111
Figura V.1.1.4-6 - Climatologia do Vento (anemômetro V1) em Macau de 2001 a 2006.	112
Figura V.1.1.4-7 - Climatologia do Vento (anemômetro V2) em Macau de 2001 a 2006.	112
Figura V.1.1.4-8 - Diagrama de dispersão diária dos ventos para o período de agosto a dezembro de 2001, para a estação meteorológica do Campo Serra-Macau (Estação-A).	113
Figura V.1.1.4-9 - Diagrama de dispersão diária dos ventos para o período de fevereiro a dezembro de 2002, para a estação meteorológica do Campo Serra-Macau (Estação-A).	114

Figura V.1.1.4-10 - Diagrama de dispersão diária dos ventos para o período de janeiro a setembro de 2003, para a estação meteorológica do Campo Serra-Macau (Estação-A).	115
Figura V.1.1.4-11 - Diagrama de dispersão diária dos ventos para o período de junho a agosto de 2004, para a Estação Meteorológica do Campo Serra-Macau (Estação A).	116
Figura V.1.1.4-12 - Diagrama de dispersão diária dos ventos para o período de setembro a dezembro de 2003, para a estação meteorológica da Praia do Minhoto (Estação-B).	117
Figura V.1.1.4-13 - Diagrama de dispersão diária dos ventos para o período de janeiro a dezembro de 2004, para a estação meteorológica da Praia do Minhoto (Estação-B).	118
Figura V.1.1.4-14 - Diagrama de dispersão diária dos ventos para o período de janeiro a dezembro de 2005, para a estação meteorológica da Praia do Minhoto (Estação-B).	119
Figura V.1.1.4-15 - Características dos padrões de ventos na região da PUB-2, para os ventos a 10 m para todo o período, de setembro de 2010 a dezembro de 2018.	121
Figura V.1.1.4-16 - Características dos padrões de ventos da PUB-2, para os ventos a 10 m, nos períodos de setembro a abril e maio a agosto (PETROBRAS, 2019).	121
Figura V.1.1.4-17 - Localização do ponto de grade dos dados das componentes de ventos U e V10 do modelo global ERA-Interim (2019). Fonte: Batimetria da Plataforma Continental Brasileira (CPRM, 2017), shapefile do Campo de Ubarana (ANP, 2019)	122
Figura V.1.1.4-18 - Comportamento mensal da intensidade dos ventos em mar (U10) durante o ano de 2018 (ERA-Interim, 2019)	122
Figura V.1.1.4-19 - Frequência de ocorrência mensal (%) da intensidade dos ventos (m/s) para o ponto de grade em mar para o ano de 2018 (ERA-Interim, 2019).	124
Figura V.1.1.4-20 - Distribuição do padrão das direções médias ao longo do ano de 2018 (ERA-Interim, 2019).	125
Figura V.1.1.4-21 - Frequência de ocorrência mensal (%) das direções média dos ventos (°) para o ponto de grade em mar para o ano de 2018 (ERA-Interim, 2019).	126
Figura V.1.2 1 - Localização dos pontos de monitoramento de campanhas realizadas entre 2003 a 2004 para parâmetros oceanográficos da área adjacente ao projeto piloto para geração eólica offshore.	128
Figura V.1.2.1-1 - Distribuições horizontais de temperatura superficial na Baía Potiguar ao longo das quatro campanhas amostrais: C1 = 1ª campanha amostral(julho de 2002), C2 = 2ª campanha amostral (maio de 2003), C3 = 3ª campanha amostral (novembro de 2003), C4 = 4ª campanha amostral(maio de 2004).	129

<p>Figura V.1.2.1-2 - Temperatura superficial para os agrupamentos de estações da malha de caracterização (Costeira, Plataforma Interna, Borda de Talude e Talude) da Baía Potiguar, ao longo das quatro campanhas amostrais: C1 = 1ª campanha amostral (julho de 2002), C2 = 2ª campanha amostral (maio de 2003), C3 = 3ª campanha amostral (novembro de 2003), C4 = 4ª campanha amostral (maio de 2004). Fonte: PETROBRAS (2007).</p>	<p>130</p>
<p>Figura V.1.2.1-3 - Mediana, mínimo e máximo para a temperatura próximo à superfície, medidos nas estações da malha de monitoramento, agrupadas de acordo com a distância dos pontos de lançamento dos emissários (Grupo 1, Grupo 2 e Grupo 3).</p>	<p>131</p>
<p>Figura V.1.2.1-4 - Distribuições horizontais de temperatura próxima ao fundo na Baía Potiguar ao longo das quatro campanhas amostrais: C1 = 1ª campanha amostral (julho de 2002), C2 = 2ª campanha amostral (maio de 2003), C3 = 3ª campanha amostral (novembro de 2003), C4 = 4ª campanha amostral (maio de 2004). Fonte: PETROBRAS (2007).</p>	<p>132</p>
<p>Figura V.1.2.1-5 - Temperatura próxima ao fundo nos agrupamentos de estações da malha de caracterização (Costeira, Plataforma Interna, Borda de Talude e Talude) da Baía Potiguar, ao longo das quatro campanhas amostrais: C1 = 1ª campanha amostral (julho de 2002), C2 = 2ª campanha amostral (maio de 2003), C3 = 3ª campanha amostral (novembro de 2003), C4 = 4ª campanha amostral (maio de 2004). Fonte: PETROBRAS (2007).</p>	<p>133</p>
<p>Figura V.1.2.1-6 - Temperatura próxima ao fundo para os agrupamentos de estações da malha de monitoramento (Grupos 1 – estações de coleta mais distantes dos difusores dos emissários I e II, 2 -- estações de coleta localizadas no entorno (até 500 m) do difusor do emissário I e 3 - estações de coleta localizadas no entorno (até 500 m) do difusor do emissário II) da Baía Potiguar, ao longo das quatro campanhas amostrais: C1 = 1ª campanha amostral (julho de 2002), C2 = 2ª campanha amostral (maio de 2003), C3 = 3ª campanha amostral (novembro de 2003), C4 = 4ª campanha amostral (maio de 2004). Fonte: PETROBRAS (2007)</p>	<p>134</p>
<p>Figura V.1.2.1-7 - Valores mensais mínimos, máximos e médios de TSM para os anos de 2009 e 2010, para toda a área da plataforma continental (isóbatas de 0-60m). dados obtidos diretamente da análise estatística do conjunto de imagens mensais do AQUA-MODIS para os anos de 2009 e 2010. Fonte: PETROBRAS (2011).</p>	<p>135</p>
<p>Figura V.1.2.1-8- Histograma de frequências dos valores médios de TSM adquiridos pelo sensor AQUA-MODIS para a região da plataforma continental nos anos de 2009 (A) e 2010 (B). Fonte: PETROBRAS (2011).</p>	<p>136</p>

<p>Figura V.1.2.1-9 - Imagem do sensor AQUA-MODIS das médias diárias de TSM para os anos de 2009 (A) e 2010 (B). As linhas mais espessas em preto demarcam os limites entre a plataforma e o talude continental aproximadamente entre a isóbatas de 0 – 60 m, como também com o oceano aberto aproximadamente entre a isóbatas de 60 - 2000 m. Fonte: PETROBRAS (2011).</p>	136
<p>Figura V.1.2.1-10 - Média da TSM em 2014, obtidas diretamente do sensor AQUA-MODIS para a plataforma continental setentrional do Rio Grande do Norte. Fonte: PETROBRAS (2015).</p>	137
<p>Figura V.1.2.1-11 - Imagens AQUA-MODIS com as médias semestrais (A, B) de TSM na região da plataforma continental setentrional do Rio Grande do Norte. Fonte: PETROBRAS (2015).</p>	138
<p>Figura V.1.2.1-12 - Imagens do AQUA-MODIS com as médias mensais da concentração de clorofila-a, TSM e Produtividade Primária integrada na zona eutrófica para o ano de 2014, na região da plataforma continental setentrional do Rio Grande do Norte.</p>	139/140
<p>Figura V.1.2.2-1 - Distribuições horizontais de salinidade superficial na Baía Potiguar ao longo das quatro campanhas amostrais: C1 = 1ª campanha amostral (julho de 2002), C2 = 2ª campanha amostral (maio de 2003), C3 = 3ª campanha amostral (novembro de 2003), C4 = 4ª campanha amostral (maio de 2004).</p>	141
<p>Figura V.1.2.2-2 - Salinidade superficial nos agrupamentos de estações da malha de caracterização (Costeira, Plataforma Interna, Borda de Talude e Talude) da Baía Potiguar, ao longo das quatro campanhas amostrais: C1 = 1ª campanha amostral (julho de 2002), C2 = 2ª campanha amostral (maio de 2003), C3 = 3ª campanha amostral (novembro de 2003), C4 = 4ª campanha amostral (maio de 2004).</p>	143
<p>Figura V.1.2.2-3 - Salinidade superficial para os agrupamentos de estações da malha de monitoramento (Grupos 1 – estações de coleta mais distantes dos difusores dos emissários I e II, 2 -- estações de coleta localizadas no entorno (até 500 m) do difusor do emissário I e 3 - estações de coleta localizadas no entorno (até 500 m) do difusor do emissário II) da Baía Potiguar, ao longo das quatro campanhas amostrais: C1 = 1ª campanha amostral (julho de 2002), C2 = 2ª campanha amostral (maio de 2003), C3 = 3ª campanha amostral (novembro de 2003), C4 = 4ª campanha amostral (maio de 2004).</p>	144
<p>Figura V.1.2.2-4 - Distribuições horizontais de salinidade próxima ao fundo na Baía Potiguar, ao longo das quatro campanhas amostrais: C1 = 1ª campanha amostral (julho de 2002), C2 = 2ª campanha amostral (maio de 2003), C3 = 3ª campanha amostral (novembro de 2003), C4 = 4ª campanha amostral (maio de 2004).</p>	145
<p>Figura V.1.2.2-5 - Salinidade próxima ao fundo nos agrupamentos de estações da malha de caracterização (Costeira, Plataforma</p>	146

<p>Interna, Borda de Talude e Talude) da Baía Potiguar, ao longo das quatro campanhas amostrais: C1 = 1ª campanha amostral (julho de 2002), C2 = 2ª campanha amostral (maio de 2003), C3 = 3ª campanha amostral (novembro de 2003), C4 = 4ª campanha amostral (maio de 2004).</p>	
<p>Figura V.1.2.2-6 - Salinidade próxima ao fundo para os agrupamentos de estações da malha de monitoramento (Grupos 1 – estações de coleta mais distantes dos difusores dos emissários I e II, 2 -- estações de coleta localizadas no entorno (até 500 m) do difusor do emissário I e 3 - estações de coleta localizadas no entorno (até 500 m) do difusor do emissário II) da Baía Potiguar, ao longo das quatro campanhas amostrais: C1 = 1ª campanha amostral (julho de 2002), C2 = 2ª campanha amostral (maio de 2003), C3 = 3ª campanha amostral (novembro de 2003), C4 = 4ª campanha amostral (maio de 2004).</p>	147
<p>Figura V.1.2.3-1 - Diagrama T-S esquemático, mostrando a presença da Água Tropical (AT), da Água Central do Atlântico Sul (ACAS), da Água de Máxima Salinidade (AMS) e da Água Intermediária Antártica (AIA), na Baía Potiguar ao longo das quatro campanhas amostrais: C1 = 1ª campanha amostral (julho de 2002), C2 = 2ª campanha amostral (maio de 2003), C3 = 3ª campanha amostral (novembro de 2003), C4 = 4ª campanha amostral (maio de 2004)</p>	149
<p>Figura V.1.2.4-1 - Localização dos fundeios realizados pela PETROBRAS a partir de 2001, com destaque para os fundeios: 4, 5 e 6 nas proximidades do Campo de Ubarana e área do projeto piloto para geração eólica offshore.</p>	151
<p>Figura V.1.2.4-2 - Histograma direcionais das séries temporais de intensidade e direção de correntes superficial registradas pelos ADCPs nos fundeios 4, 5 e 6. As escalas de cores indicam as frequências em relação ao número total de observações de cada série (em %). A intensidade de corrente é representada pelos círculos tracejados concêntricos, com valores indicados em vermelho (em cm/s).</p>	152
<p>Figura V.1.2.4-3 - Diagramas de barra/direção do vetor velocidade de corrente (a, b), diagrama de dispersão (c, d), e frequência de ocorrência da direção do vetor corrente em função dos estágios de maré (PM = Preamar, VZ = Vazante, BM = Baixa-mar, e EN = Enchente) (e, f) na Baía Potiguar, durante a campanha oceanográfica C2, maio de 2003 (período chuvoso)</p>	154
<p>Figura V.1.2.4-4 - Diagramas de barra/direção do vetor velocidade de corrente (a, b), diagrama de dispersão (c, d), e frequência de ocorrência da direção do vetor corrente em função dos estágios de maré (PM = Preamar, VZ = Vazante, BM = Baixa-mar, e EN =</p>	156

Enchente) (e, f) na Bacia Potiguar, durante a campanha oceanográfica C4, maio de 2004 (período chuvoso).	
Figura V.1.2.4-5 - Localização das estações de medições para os parâmetros oceanográficos: correntes, ondas e marés da área adjacente a área adjacente ao projeto piloto para geração eólica offshore.	157
Figura V.1.2.4-6 - Rosa de correntes (dados horários) à meia água para horários sinóticos e diagrama de frequência de ocorrência, intensidade (m/s) x direção (°), em % nos horários semisinóticos das campanhas de 2010 a 2019 para a estação ST001.	158
Figura V.1.2.4-7 - Rosa de correntes (dados horários) próximo ao fundo para horários sinóticos e diagrama de frequência de ocorrência, intensidade (m/s) x direção (°), em % nos horários semisinóticos das campanhas de 2010 a 2019 para a estação ST001.	158
Figura V.1.2.4-8 - Rosa de correntes (dados horários) para horários sinóticos e diagrama de frequência de ocorrência, intensidade (m/s) x direção (°), em % nos horários semisinóticos das campanhas de 2011 a 2017 para a estação ST002.	159
Figura V.1.2.4-9 - Rosa de correntes para valores horários da estação ST003 para todas as campanhas realizadas no período de 2011 a 2017).	162
Figura V.1.2.4-10 - Diagrama de frequência de ocorrência, intensidade (m/s) x direção (°), em % para valores horários da estação ST003 para todas as campanhas realizadas no período de 2011 a 2017	163/164
Figura V.1.2.4-11 - Espectro de frequência das componentes Leste-Oeste (Ve) e Norte-Sul (Vn) para corrente à meia água (direito) e próxima ao fundo (esquerdo) na estação ST001, com base nos dados de novembro de 2011 a janeiro de 2012.	167
Figura V.1.2.4-12 - Espectro de frequência das componentes Leste-Oeste (Ve) e Norte-Sul (Vn) da corrente na estação ST002, com base nos dados de novembro de 2011 a janeiro de 2012.	168
Figura V.1.2.4-13 - Espectro de frequência das componentes Leste-Oeste (Ve) e Norte-Sul (Vn) da corrente na estação ST003, com base nos dados de novembro de 2011 a janeiro de 2012.	168
Figura V.1.2.5-1 - Periodograma de onda matutino (8 hrs) típico da estação Siri, obtido no dia 28/05/2004, durante a campanha C4 (PETROBRAS, 2007).	170
Figura V.1.2.5-2 - Periodograma de onda vespertino (16 hrs) típico da estação Siri, obtido no dia 28/05/2004, durante a campanha C4 (PETROBRAS, 2007).	171
Figura V.1.2.5-3 - Evolução espacial da altura da onda e do vetor direção de onda na Bacia Potiguar – RN. Período seco, com	172

predominância de ventos mais intensos na campanha C3, durante novembro de 2003 (PETROBRAS, 2007).	
Figura V.1.2.5-4 - Evolução espacial da altura da onda e do vetor direção de onda na Baía Potiguar – RN. Período chuvoso, com predominância de ventos menos intensos na campanha C4, durante maio de 2004 (PETROBRAS, 2007).	172
Figura V.1.2.5-5 - Mapa batimétrico da região usado para o modelo computacional com as isolinhas (Matos et al., 2019).	174
Figura V.1.2.5- 6 - Distribuição anual da altura significativa (Hs) do clima de ondas do PT_1 entre 2010 a 2015 (Matos et al., 2019).	175
Figura V.1.2.5-7 - Caracterização anual do período médio (Tmed) do clima de ondas do PT_1 entre 2010 a 2015 (Matos et al., 2019).	175
Figura V.1.2.5-8 - Distribuição anual da altura significativa (Hs) do clima de ondas do PT_2 entre 2010 a 2015 (Matos et al., 2019).	176
Figura V.1.2.5-9 - Caracterização anual do período médio (Tmed) do clima de ondas do PT_2 entre 2010 a 2015 (Matos et al., 2019).	176
Figura V.1.2.5-10 - Distribuição anual da altura significativa (Hs) do clima de ondas do PT_3 entre 2010 a 2015 (Matos et al., 2019).	177
Figura V.1.2.5- 11 - Caracterização anual do período médio (Tmed) do clima de ondas do PT_3 entre 2010 a 2015 (Matos et al., 2019).	177
Figura V.1.2.5-12 - Frequência de ocorrência das principais direções das estações costeiras: PT_1, PT_2 e PT_3 entre os anos de 2010 a 2015 (Matos et al., 2019).	178
Figura V.1.2.5-13 - Rosas de onda para o período de 09/2010 a 12/2018 com altura significativa (Hs) (superior) período de pico (Tp) (inferior). A direção utilizada é direção na frequência de pico (DirTp). Dados para horário semisinótico (PETROBRAS, 2019).	179
Figura V.1.2.5- 14 - Frequência de ocorrência em percentagem para Hs x DirTp para ondas de 09/2010 a 12/2018 em horários sinóticos (PETROBRAS, 2019).	179
Figura V.1.2.5- 15 - Frequência de ocorrência em percentagem para Hs x Tp para ondas de 09/2010 a 12/2018 em horários sinóticos (PETROBRAS, 2019).	180
Figura V.1.2.5- 16 - Frequência de ocorrência em percentagem para Tp x DirTp para ondas de 09/2010 a 12/2018 em horários sinóticos (PETROBRAS, 2019).	180
Figura V.1.2.5-17 - Exemplo de espectro de swell em frente à praia do Minhoto (PETROBRAS, 2019).	181
Figura V.1.2.5- 18 - Exemplo de espectro de sea em frente à praia do Minhoto (PETROBRAS, 2019).	181
Figura V.1.2.5- 19 - Exemplo de espectro bimodal em frente à praia do Minhoto (PETROBRAS, 2019).	182
Figura V.1.2.5-20 - Exemplo de espectro bimodal em frente à praia do Minhoto com pico principal de sea (PETROBRAS, 2019).	182

Figura V.1.2.5-21 - Exemplo de espectro bimodal em frente à praia do Minhoto com pico principal de swell (PETROBRAS, 2019).	183
Figura V.1.2.5-22 - Exemplo de espectro bimodal em frente à praia do Minhoto onde os dois picos estão na mesma frequência, mas com direção predominante diferentes (PETROBRAS, 2019).	183
Figura V.1.2.5-23 - Painel superior: altura significativa (Hm0). Meio: período de pico (Tp) e período médio (Tm02). Painel inferior: direção média (DirMean) e direção predominante na frequência de pico (DirTp) (PETROBRAS, 2019).	184
Figura V.1.2.6-1 - Variação do nível da maré. Onde o Nível de Referência (NR), é o existente na Carta Náutica N°702. DHN - Porto de Macau.	184
Figura V.1.2.6-2 - Variações anuais da maré (2007 a 2018) para a estação maregráfica do Porto de Guamaré-RN (DHN, 2019)	186
Figura V.1.2.6-3 - Nível d'água medido pelo marégrafo de 04/2013 a 12/2016 na estação frontal a Guamaré (PETROBRAS, 2019).	187
Figura V.1.2.6-4 - Nível d'água medido pelo marégrafo de 01/2016 a 12/2019 na estação frontal a Guamaré (PETROBRAS, 2019).	188
Figura V.1.3-1 - Localização do Campo de Ubarana no contexto do ambiente tectônico Bacia Potiguar no Nordeste do Brasil	189
Figura V.1.3-2 - Mapa esquemático do arcabouço estrutural da Bacia Potiguar. Fonte: PETROBRAS (2006)	191
Figura V.1.3-3 - Arcabouço tectônico da Bacia Potiguar no Neocomiano. As setas indicam a direção geral dos esforços de extensão principal de abertura do Rifte Potiguar (Cremonini, 1993).	191
Figura V.1.3-4 - Arcabouço tectônico da Bacia Potiguar no Mesocampaniano. As setas indicam a direção geral do movimento transcorrente (Cremonini, 1993).	192
Figura V.1.3-5 - Arcabouço tectônico da Bacia Potiguar no Terciário. As setas indicam a direção geral dos esforços de compressão principal (Cremonini, 1993).	193
Figura V.1.3-6 - Arcabouço tectônico da porção norte da Bacia Potiguar, parte submersa, exibindo os principais falhamentos, altos e grabens da região.	195
Figura V.1.3-7 - Diagrama do perfil estratigráfico da Bacia Potiguar (Pessoa Neto et al., 2007).	197
Figura V.1.3-8 - Perfil esquemático representando a parte emersa da Bacia Potiguar (Bertani et al., 1990).	198
Figura V.1.3-9 - Cenários deposicionais do Mioceno Inferior/Médio, Mioceno Médio e Mioceno Superior/Pleistoceno da Bacia Potiguar (Compilado de Pessoa Neto, 2003).	199
Figura V.1.3-10 - Colunas estratigráficas dos prospectos com locação no Campo de Ubarana (7-UB-119D, 7-UB-120D e 7-UB-121D) (ver Seção II.2). Legenda: verde escuro – folhelho; verde claro	200

– argilito; amarelo arenito; azul - calcarenito; azul claro – calcilito; marrom – siltito; roxo - basalto e diabásio.	
Figura V.1.3.1-1 - Subdivisões da plataforma continental do Rio Grande do Norte (Gomes e Vital, 2010)	203
Figura V.1.3.1-2 - Carta sedimentológica para a plataforma continental da Bacia Potiguar adjacente aos municípios de Guimarães e Macau do Nordeste do Brasil (Adaptado de Vital et al., 2005b).	205
Figura V.1.3.1-3 - Mapa faciológico batimétrico do Campo de Ubarrana na Bacia Potiguar	207
Figura V.1.4.1- 1 - Modelo Digital de Terreno (MDE), mostrando a geomorfologia ao longo do litoral setentrional do Rio Grande do Norte.	209
Figura V.1.4.1- 2 - Modelo Digital de Terreno (MDE) combinado à uma imagem Landsat 7 ETM+, composição RGB-345, mostrando as principais feições geomorfológicas da Bacia Potiguar.	211
Figura V.1.4.2-1 - A imagem da esquerda diz respeito as falésias entre a Serra do Mel; enquanto aquela da direita são as Bermas entre Porto do Mangue e Areia Branca/RN, mostrando feições abruptas e escarpadas.	212
Figura V.1.4.3-1 - A vista aérea da esquerda registra a planície de inundação estuarina e terraços estuarinos da região da Ponta do Tubarão, Município de Macau/RN; Enquanto aquela da direita apresenta o aspecto geral das planícies flúvio-estuarinas ocupadas por extensas salinas, Município de Macau.	213
Figura V.1.4.4-1 - Vista aérea da planície de maré, Município de Diogo Lopes, com destaque para os bancos lamosos emersos na baía.	214
Figura V.1.4.5-1 - A imagem da esquerda (A) apresenta o aspecto geral da barra are-nosa emersa do Amaro; enquanto que aquela da direita (B) diz respeito a Ilha barreira da Barra do Corta Cachorro, entre o mar e o rio Casqueira.	215
Figura V.1.4.6 - 1 - A imagem da esquerda ilustra o aspecto geral do campo de dunas móveis recentes e a formação de pequenas barcanas no pós-praia; enquanto que aquela da direita evidencia os campos de dunas móveis no Município de Guimarães.	216
Figura V.1.4.6-2 - Modelo Digital de Elevação (MDE) combinado com a imagem Landsat 7 ETM+RGB 321, mostrando o campo de dunas entre Guimarães e Diogo Lopes.	218
Figura V.1.4.7-1 - Retirada da areia de praia do pós-praia pelo vento para formação dos campos de dunas.	219
Figura V.1.4.8-1 - A) Mapa batimétrico da Bacia Potiguar imersa, destacando em: a, Coroa das Lavadeiras; b, Urca do Minhoto; c, Campo de dunas subaquosas; d, Coroa Branca; e, vale inciso do Rio Açú; f, vale inciso do Rio Apodi. Setas indicam entrâncias nas bordas	221

do vale. (B) Superfície de tendência batimétrica regional da plataforma continental. (C) Perfis batimétricos (A-B, C-D, E-F, G-H, I-J, L-M, N-O, P-Q) indicam mudanças no relevo sob ocorrência de falhas. O sistema de falhas foi compilado de Angelim (2006): (1) Afonso Bezerra; (2) Carnaubais; (3) Macau; (4) Ubarana; (5) Pescada; (6) Borda da Bacia.	
Figura V.1.4.8-2- Modelo Digital do Terreno destacando a delimitação da plataforma continental em suas divisões em plataforma interna, média e externa (Gomes e Vital 2010).	222
Figura V.1.4.8-3 - Imagem Landsat 7-ETM+ destacando as principais feições geomorfológicas (Modificado de Vital et al. 2008) sobre a plataforma continental setentrional do Rio Grande do Norte. A) Campos de Dunas longitudinais simétricas e assimétricas; B) Dunas subaquáticas longitudinais paralelas à costa; C) Paleocanais do Rio Açu (leste) e Rio Mossoró (oeste); D) Campos de Dunas transversais; E) Linhas de rochas praias (beachrocks); F) Corpos arenosos marinho raso isolados.	223
Figura V.1.4.8-4 - A) Modelo Digital de Terreno e imagem da linha dos arenitos praias (beachrocks) localizadas próximo à quebra da plataforma. B) Rochas praias acima do atual nível do mar.	224
Figura V.1.4.8-5 - A) Corpo arenoso submerso isolado – Coroa das Lavadeiras; B) Campo de dunas.	225
Figura V.1.4.8-6- Modelo Digital de Terreno na região do rio Apodi e do seu paleovale sobre a plataforma continental (Gomes e Vital 2010).	227
Figura V.1.4.8-7- A) Mapa da batimetria em curvas de isóbatas; e, (B) Modelo Digital de Terreno na região do paleovale do rio Açu sobre a plataforma continental interna (em tons vermelho-amarelados), média (em tons verdes) e externa (em tons azuis) (Gomes e Vital 2010).	227
Figura V.1.5.1-1 - Mapa de localização das estações de amostragens dos parâmetros físicos e químicos da Bacia Potiguar em maio de 2004.	228
Figura V.1.5.1-2 Mapa de transparência da água em enquadramento da região ao entorno da área adjacente ao projeto piloto para geração eólica offshore	229
Figura V.1.5.1-2 - Mapa de localização dos pontos de amostragem do projeto de monitoramento ambiental regional da Bacia Potiguar, com destaque para o ponto MR22, localizado próximo do local de instalação do aerogerador, situado no contexto da área do Campo de Exploração de Ubarana.	230
Figura V.1.5.1-3 - Valores da transparência da coluna d'água (secchi, em metros) da água nas estações de coleta das campanhas de monitoramento ambiental regional da Bacia Potiguar em 2009 (outubro, período seco), destacando o ponto MR22 localizado	231

próximo das mediações do projeto piloto para geração eólica offshore.	
Figura V.1.5.1-4 - Valores da transparência da coluna d'água (secchi, em metros) da água nas estações de coleta das campanhas de monitoramento ambiental regional da Bacia Potiguar em 2010 (abril-maio, período seco), destacando o ponto MR22 localizado próximo das mediações do projeto piloto para geração eólica offshore..	231
Figura V.1.5.1-5 - Valores da transparência (secchi, em metros) da água nas estações de coleta das campanhas de monitoramento ambiental regional da Bacia Potiguar em 2014 (janeiro, início do período chuvoso), destacando o ponto MR22 localizado próximo das mediações do projeto piloto para geração eólica offshore	232
Figura V.1.5.1-6 - Valores da transparência (secchi, em metros) da água nas estações de coleta das campanhas de monitoramento ambiental regional da Bacia Potiguar em 2014 (julho, início do período seco), destacando o ponto MR22 localizado próximo das mediações do projeto piloto para geração eólica offshore	233
Tabela V.1.5.2-1 - Estatística descritiva dos parâmetros químicos das amostras de água coletadas em todas de acordo com a compartimentação oceânica da área, com as médias dos parâmetros para área de estudo do projeto.	235
Figura V.1.5.3-1 - Variação espacial e temporal do oxigênio dissolvido (mL.L-1) na Bacia Potiguar, em amostras de água coletadas na superfície, em julho de 2002, maio de 2003, novembro de 2003 e maio de 2004, com destaque para a Plataforma Interna (quadro vermelho), que caracteriza as campanhas próximas à área de influência do projeto piloto para geração eólica offshore.	236
Figura V.1.5.3-2 - Variação espacial e temporal do oxigênio dissolvido (mg/L) obtidos nas estações de coleta das campanhas de monitoramento ambiental regional da Bacia Potiguar em 2009 (outubro, período seco), destacando o ponto MR22 localizado próximo das mediações do projeto piloto para geração eólica offshore	237
Figura V.1.5.3-3 - Variação espacial e temporal do oxigênio dissolvido (mg/L) obtidos nas estações de coleta das campanhas de monitoramento ambiental regional da Bacia Potiguar em 2010 (maio-abril, período chuvoso), destacando o ponto MR22 localizado próximo das mediações do projeto piloto para geração eólica offshore.	238
Figura V.1.5.3-4 - Variação espacial e temporal do oxigênio dissolvido (mg/L) obtidos nas estações de coleta das campanhas de monitoramento ambiental regional da Bacia Potiguar em 2014	239

(junho), destacando o ponto MR22 localizado próximo das mediações do projeto piloto para geração eólica offshore.	
Figura V.1.5.3-5 - Variação espacial e temporal do oxigênio dissolvido (mg/L) obtidos nas estações de coleta das campanhas de monitoramento ambiental regional da Baía Potiguar em 2014 (janeiro), destacando o ponto MR22 localizado próximo das mediações do projeto piloto para geração eólica offshore.	239
Figura V.1.5.4-1 - Distribuição espacial e temporal do material particulado em suspensão (mg.L-1) na Baía Potiguar, em amostras de água coletadas na superfície, em julho de 2002 (C1), maio de 2003 (C2), novembro de 2003 (C3) e maio de 2004 (C4), com destaque para a Plataforma Interna (quadro vermelho), que caracteriza as campanhas próximas à área de influência do projeto piloto para geração eólica offshore.	240
Figura V.1.5.4-2 - Medianas, mínimos e máximos do material particulado em suspensão, em amostras de água coletadas em diferentes profundidades da compartimentação oceânica, nas estações de caracterização ambiental da Baía Potiguar, em julho de 2002 (C1), maio de 2003 (C2), novembro de 2003 (C3) e maio de 2004 (C4), destacando os valores do transecto: Plataforma interna onde encontra-se a área de influência do projeto piloto para geração eólica offshore.	241
Figura V.1.5.4-3 - Imagens de sedimento em suspensão (mapa à esquerda) e transparência da água (mapa à direita) no dia 22/05/2005. A distribuição dos dutos offshore e os pontos de amostragem da campanha de caracterização e monitoramento da Baía Potiguar, próximos à área de influência do projeto piloto para geração eólica offshore (destaque em vermelho).	242
Figura V.1.5.4-4 - Imagens de sedimento em suspensão (mapa à esquerda) e transparência da água (mapa à direita) no dia 22/05/2005 no dia 29/05/2005. A distribuição dos dutos offshore e os pontos de amostragem da campanha de caracterização e monitoramento da Baía Potiguar, próximos à área de influência do projeto piloto para geração eólica offshore (destaque em vermelho)	242
Figura V.1.5.4- 5 - Distribuição espacial dos valores de MPS (mg/L) nas estações de coleta das campanhas de monitoramento ambiental regional da Baía Potiguar em 2010 (outubro, período seco), destacando o ponto MR22 localizado próximo das mediações do projeto piloto para geração eólica offshore.	243
Figura V.1.5.4- 6 - Distribuição espacial dos valores de MPS (mg/L) nas estações de coleta das campanhas de monitoramento ambiental regional da Baía Potiguar em 2010 (maio-abril, período chuvoso), destacando o ponto MR22 localizado próximo das mediações do projeto piloto para geração eólica offshore.	244

Figura V.1.5.4- 7 - Distribuição espacial dos valores de MPS (mg/L) obtidos nas estações de coleta das campanhas de monitoramento ambiental regional da Baía Potiguar em 2014 (janeiro), destacando o ponto MR22 localizado próximo das mediações do projeto piloto para geração eólica offshore	245
Figura V.1.5.4-8 - Distribuição espacial dos valores de MPS (mg/L) obtidos nas estações de coleta das campanhas de monitoramento ambiental regional da Baía Potiguar em 2014 (junho), destacando o ponto MR22 localizado próximo das mediações do projeto piloto para geração eólica offshore.	245
Figura V.1.5.5-1 - Imagem da concentração de Clorofila-a na Superfície do Mar do sensor AQUA-MODIS referente ao dia 18/05/2005. A distribuição dos dutos offshore e os pontos de amostragem da campanha de caracterização e monitoramento da Baía Potiguar estão representados	247
Figura V.1.5.5-2 - Imagem da concentração de Clorofila-a na Superfície do Mar do sensor AQUA-MODIS referente ao dia 22/05/2004. A distribuição dos dutos offshore e os pontos de amostragem da campanha de caracterização e monitoramento da Baía Potiguar estão representados.	248
Figura V.1.5.5-3 - Imagem da concentração de Clorofila-a na Superfície do Mar do sensor AQUA-MODIS referente ao dia 29/05/2004. A distribuição dos dutos offshore e os pontos de amostragem da campanha de caracterização e monitoramento da Baía Potiguar estão representados.	249
Figura V.1.5.5-4 - Imagem da concentração de Clorofila-a na Superfície do Mar do sensor AQUA-MODIS referente ao dia 03/06/2004. A distribuição dos dutos offshore e os pontos de amostragem da campanha de caracterização e monitoramento da Baía Potiguar estão representados.	251
Figura V.1.5.5-5 - Imagens do sensor AQUA-MODIS para clorofila-a durante as campanhas oceanográficas de monitoramento regional em outubro de 2009 (período seco) na plataforma continental norte do Rio Grande do Norte.	252
Figura V.1.5.5-6 - Imagens do sensor AQUA-MODIS para clorofila-a durante as campanhas oceanográficas de monitoramento regional em maio de 2010 (período chuvoso) na plataforma continental norte do Rio Grande do Norte.	253
Figura V.1.6.1-1 - Imagem ilustrativa dos equipamentos: Dosímetro Quest Q-400 e (esquerda) e Dosímetro Quest QC- 10 (direita).	254
Gráfico V.1.6.3-1 - NCA com base na Norma 10.151.	257
Figura V.2.1.1-1 - Composição fitoplanctônica das águas costeiras da Baía de Potiguar.	261

Figura V.2.1.1-2 - Valores da concentração de Clorofila a (C _{la}) na baía Potiguar durante os períodos de amostragem a) 2009-2010 e b) 2014	263
Figura V.2.1.1-3 - Número de espécies da classe Copepoda por classes de tamanho zooplâncton e período de amostragem. Microzooplâncton <64µm; mesozooplâncton <120 µm; macrozooplâncton <300 µm. Esquerda: Zooplâncton e Direita: Zoonêuston.	265
Figura V.2.1.2-1 - Distribuição das larvas de peixes agrupadas por família, com densidades superiores a 1%. Dados obtidos a partir das quatro campanhas de caracterização ambiental da Baía de Potiguar realizadas em julho de 2002, maio e novembro de 2003 e maio de 2004.	267
Figura V.2.1.2-2 - Esquema da distribuição histórica e atual do peixe-boi ao longo do litoral Nordeste do Brasil. O detalhe mostra as ocorrências de encalhes de filhotes.	276
Figura V.2.1.2-3 - Rotas migratórias da tartaruga verde (<i>Chelonia mydas</i>) entre a ilha Ascensão e a costa Brasileira.	279
Figura V.2.1.3-1 - Número de espécies e respectiva percentagem relativa registrada em cada divisão de macrofitobentos.	281
Figura V.2.2.2-1 - Mapa das principais rotas de aves migratórias no Brasil.	292
Figura V.2.2.2-2 - Áreas importantes para as aves migratórias no estado do Rio Grande do Norte.	293
Figura V.3.3.1-1 - Embarcações variadas na praia de Caiçara do Norte/RN.	302
Figura V.3.3.1-2 - Peixe dourado desembarcado em Caiçara do Norte/RN.	303
Figura V.3.3.1-3 - Ova do peixe-voador (<i>Hirundichthys affinis</i>).	304
Figura V.3.3.1-4 - Peixe voador após o processo de secagem.	305
Figura V.3.3.1-5 - Fachada da Colônia de Pescadores de Caiçara do Norte Z-01.	306
Figura V.3.3.2-1 - Embarcações componentes da frota pesqueira de Galinhos/RN	309
Figura V.3.3.2-2 - Pescador remendando sua rede tainheira em Galinhos/RN.	310
Figura V.3.3.2-3 - Jereré utilizado para captura do peixe-voador.	312
Figura V.3.3.3-1 - Canoas que compõem a frota pesqueira de Guamaré/RN.	315
Figura V.3.3.3-2 - Desembarque de tainha, saúna e caícos em Guamaré/RN.	316
Figura V.3.3.4-1 - Parte da frota pesqueira sediada no Porto da Pescaria em Macau/RN.	319

Figura V.3.3.4-2 - Embarcações em Diogo Lo-pes/RN.	321
Figura V.3.3.4-3 - Montanhas de conchas de bivalves (cascas de búzios) em Ma-cau/RN).	322
Figura V.3.5-1 - Área do Pratagil, Galinhos/RN.	327
Figura VI.1-1 - Interação entre os fatores ambientais.	331
Figura VI-4.2-1 - Mapa de Localização das Formações Carbonáti- cas.	343
Figura VII.2.5-1 - Área de Influência Direta do meio físico e biótico.	400

I - INTRODUÇÃO

O presente documento apresenta o Estudo Ambiental (EA) da Planta Piloto de Geração Eólica Offshore na Baía Potiguar, solicitado pela PETROBRAS – Petróleo Brasileiro S.A., visando subsidiar o processo de licenciamento ambiental para a instalação e operação do empreendimento junto ao Instituto Brasileiro de Meio Ambiente e Recursos Naturais Renováveis (IBAMA), no âmbito do processo nº 02001.004675/2018-81.

O Estudo Ambiental consiste em um documento de natureza técnico-científica e administrativa que tem por finalidade avaliar os elementos integrantes dos meios na área de influência do empreendimento e o grau dos impactos socioambientais gerados pela instalação e operação da Planta Piloto de Geração Eólica Offshore, além de propor medidas mitigadoras e de controle, que visem assegurar o uso sustentável dos recursos naturais e a minimização dos riscos ambientais.

Este estudo foi elaborado por uma equipe multidisciplinar da empresa Veritas Engenharia Ambiental, com base nas solicitações previstas no Termo de Referência emitido em maio de 2018 pelo IBAMA, através do Ofício nº 75/2018/DENEF/COHID/CGTEF/DILIC-IBAMA, considerando a legislação ambiental brasileira aplicável ao licenciamento ambiental. Assim, o Estudo Ambiental é composto pelos seguintes itens: I - Introdução; II - Identificação do Empreendedor; III - Dados do Empreendimento; IV – Definição das Áreas de Estudo; V - Diagnóstico Ambiental; VI - Análise Integrada e Síntese da Qualidade Ambiental; VII - Identificação e Avaliação de Riscos e Impactos Ambientais; VIII – Medidas Mitigadoras, Compensatórias, Programas de Controle, Monitoramento e Gerenciamento de Riscos e Acidentes; IX - Conclusão; X – Bibliografia; XI - Glossário; XII – Anexos; e XIII – Equipe Técnica.

O diagnóstico ambiental apresentado foi elaborado com base em dados secundários, os quais subsidiaram uma análise integrada, o prognóstico ambiental e a avaliação dos impactos ambientais do empreendimento. De acordo com os impactos ambientais apontados foram indicadas medidas mitigatórias e programas ambientais capazes de minimizar as consequências negativas do empreendimento e potencializar as ações que visam a preservação do meio ambiente.

A bibliografia utilizada para a elaboração deste Estudo Ambiental utiliza-se de referências técnico-científicas consagradas no âmbito nacional e internacional, sendo citadas nos devidos capítulos específicos.

II - IDENTIFICAÇÃO DO EMPREENDEDOR

II.1 - Dados do Empreendedor

Nome: Petróleo Brasileiro S.A – PETROBRAS

CNPJ: 33.000.167/0148-38

Endereço: Rodovia RN 118, Km 29 - Sítio São José - Zona Rural, Alto do Rodrigues/RN

CEP: 59.507-000

Atividade econômica: Geração de Energia Eólica

Representante legal: Andre Bello de Oliveira

II.2 - Dados da Empresa Consultora

Nome: Veritas Serviços de Meio Ambiente LTDA

CNPJ: 10.516.775/0001-78

Endereço: Rua Pedro Fonseca Filho, nº 8989, Ponta Negra, Natal/RN.

CEP 59.090-080.

Responsável Técnico: Sérgio Iani Godinho

Cargo: Diretor de Sustentabilidade

Função: Engenheiro Ambiental especialista em Engenharia Sanitarista.

E-mail: sergio@veritasengenhariaambiental.com.br

Responsável Técnico: Eduardo de Magalhães Pinto Gomes

Cargo: Diretor de Projetos

Função: Engenheiro Ambiental especialista em Tecnologias Ambientais

E-mail: eduardo@veritasengenhariaambiental.com.br

III - DADOS DO EMPREENDIMENTO

III.1 - Caracterização do Empreendimento

III.1.1 - Apresentação

Este item do estudo tem o objetivo de apresentar as características do empreendimento denominado Planta Piloto de Geração Eólica Offshore, o qual compreende a instalação e a operação de uma planta piloto de geração de energia eólica offshore, composta por um aerogerador, uma torre anemométrica e um cabo submarino umbilical elétrico-óptico de aproximadamente 1 km de extensão, que será interligado à Plataforma de petróleo Ubarana 3 (PUB-3), localizada na Baía Potiguar. A Figura III.1.1-1 resume as principais características do projeto.

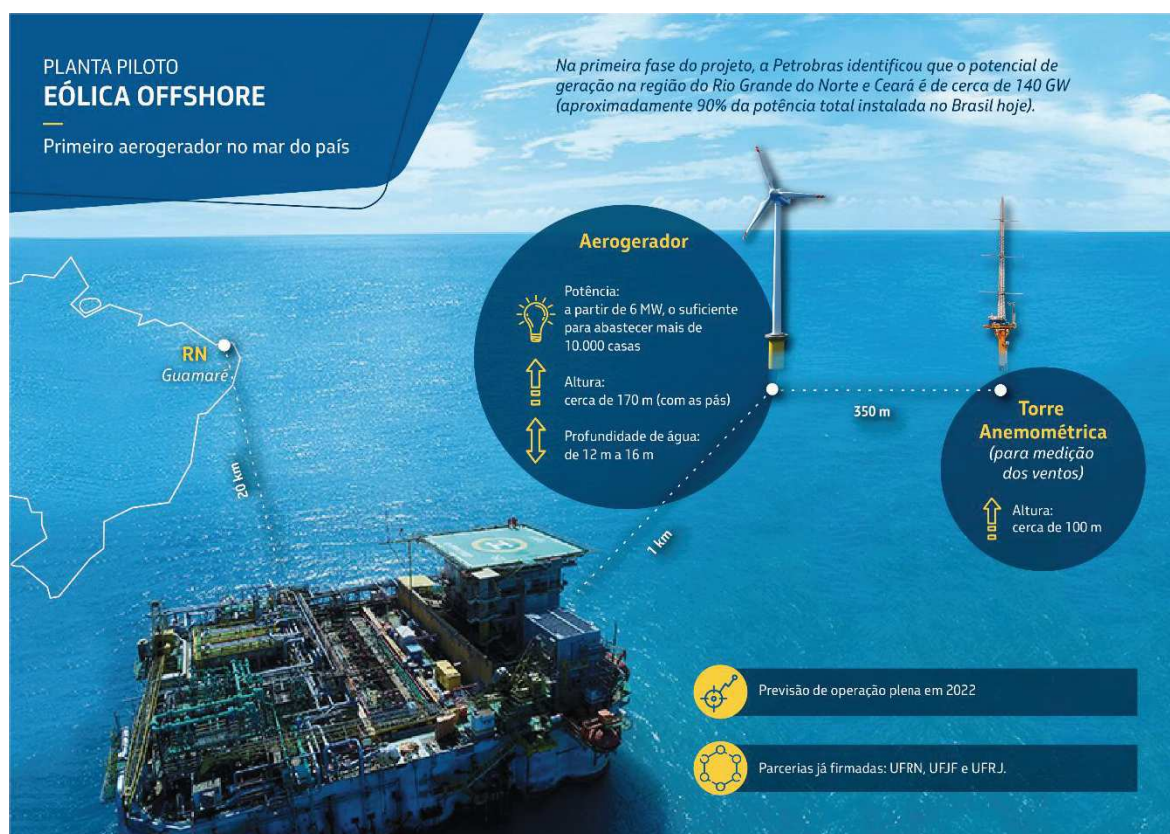


Figura III.1.1- 1 - Esquema da Planta Piloto de Geração Eólica Offshore

Fonte: Adaptado de PETROBRAS 2018.

Objetivos da Atividade

A implantação da Planta Piloto de Geração Eólica Offshore na Baía Potiguar visa a geração de energia elétrica proveniente do vento em região marítima. A energia gerada pelo aerogerador offshore poderá ser consumida na própria PUB-3 ou exportada para a rede elétrica em terra. O objetivo principal da instalação da planta piloto é o de avaliar a viabilidade técnico-econômica de tal forma de geração, servindo de referência para eventuais projetos futuros em escala comercial. Caso a geração de energia eólica Offshore se mostre promissora, poderá contribuir para a redução nas emissões de gases do efeito estufa provenientes da geração elétrica por fontes não renováveis.

Dados Técnicos do Empreendimento

A Planta Piloto de Geração Eólica Offshore será composta por um aerogerador, uma torre anemométrica e um cabo submarino umbilical elétrico-óptico de aproximadamente 01 km de extensão. Estes Elementos do Projeto serão instalados a cerca de 20 km da costa de Guamaré (RN), em uma região com lâmina d'água média entre 12 m e 16 m.

O aerogerador e a torre anemométrica terão subestruturas independentes e fixas ao solo marinho. O aerogerador será instalado a cerca de 800 m de distância com relação à Plataforma de Ubarana 3 (PUB-3) e a torre anemométrica será instalada a cerca de 350 m do aerogerador.

O aerogerador possuirá potência nominal maior ou igual a 6 MW e menor ou igual a 10 MW e será conectado através do cabo submarino umbilical elétrico-óptico à plataforma PUB-3. O aerogerador é composto basicamente por uma torre, *nacelle*, *hub*, rotor e pás. A *nacelle* é uma carcaça que contém o sistema que converte a energia cinética do rotor em energia elétrica e se encontra instalada no topo da torre do aerogerador.

O aerogerador possuirá três pás e basicamente terá controle de potência, controle de passo (*pitch*) e controle de orientação da *nacelle* (*yaw*).

Para fixação da subestrutura da torre do aerogerador ao fundo marinho, está previsto o emprego de estacas. A subestrutura tem a finalidade de ancorar a base da estrutura da torre do aerogerador. A Figura III.1.1-2 ilustra esquematicamente o aerogerador e sua subestrutura.



Figura III.1.1-2- Esquema do aerogerador e sua subestrutura

Fonte: Adaptado de PETROBRAS 2018.

Na base da torre do aerogerador, deverá ser instalada uma caixa de segregação, cuja função é agregar os cabos elétricos e de fibras ópticas para serem acondicionados no umbilical eletro-óptico. Esse terminal deve ser composto por caixas de junção elétrica e dispositivos de distribuição interna óptica (DIO).

A Figura III.1.1-3 contém um diagrama esquemático da interligação lógica entre a planta piloto e a *workstation* (estação de trabalho), que será localizada na Usina Termelétrica Jesus Soares Pereira (UTE-JSP), a futura sede administrativa do projeto.

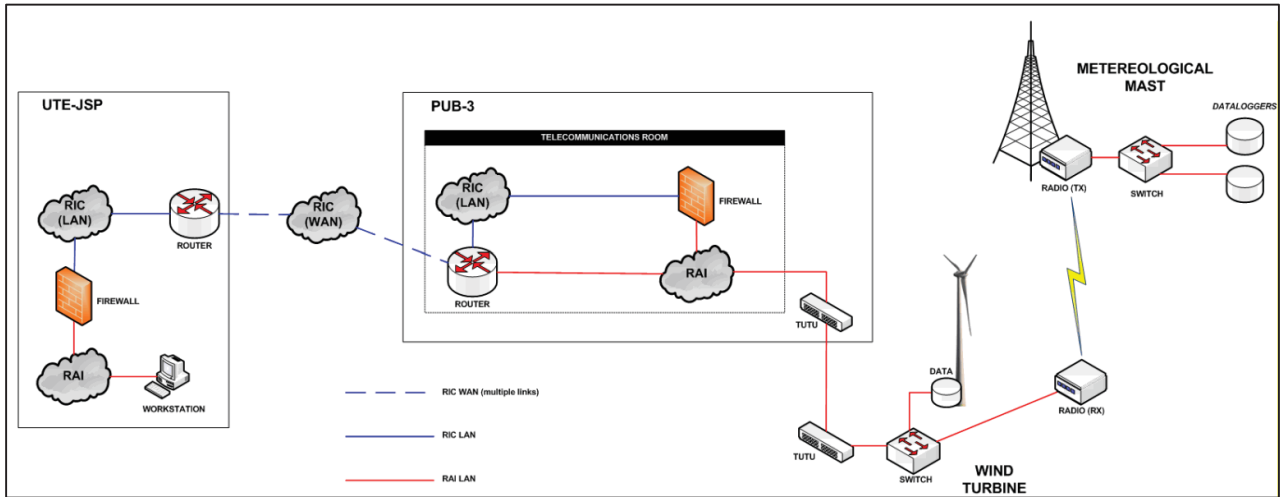


Figura III.1.1-3- Diagrama esquemático da interligação lógica entre planta piloto e sua workstation.

A empresa responsável pelo projeto de detalhamento, fornecimento, construção e montagem da planta piloto deverá fornecer à PETROBRAS um conjunto de declarações de conformidade e relatórios de avaliação que confirmem que o projeto da planta piloto de geração eólica offshore está de acordo com as condições externas específicas e com as normas e leis aplicáveis ao local do empreendimento. As declarações de conformidade e os respectivos relatórios de avaliação deverão ser fornecidos de acordo com definições detalhadas de subcláusulas da norma IEC 61400-22, que trata sobre Teste de Conformidade e Certificação de Aerogeradores, conforme será exigido pela PETROBRAS.

A Tabela III.1.1-1 apresenta as principais características técnicas de um sistema aerogerador de 10 MW.

Tabela III.1.1-1 - Principais características técnicas do aerogerador de 10 MW.

INFORMAÇÕES TÉCNICAS DO PROJETO	
Diâmetro da turbina	178,3 m
Nacelle	446 ton
Hub	105,5 ton
Rotor	229 ton
Pá (cada)	41 ton
Pá (as três)	123 ton
Torre	605 ton
Diâmetro da base da torre	8,3 m
Diâmetro do topo da torre	5,5 m
Espessura da base da torre	38 mm
Espessura do topo da torre	20 mm
Altura da torre	115,6 m da base

Fonte: Petrobras, 2018

A torre anemométrica será do tipo metálica treliçada autoportante, construída em aço e fixada a uma subestrutura de suporte, a ser instalada no solo marinho. Tal torre será dotada de um sistema autônomo de coleta de dados ambientais. Esta torre terá altura similar à altura do aerogerador, sendo equipada com os seguintes instrumentos:

- 10 Anemômetros de copos;
- 05 Birutas (medidores de direção);
- 03 Termohigrômetros com proteção contra intempéries e antirradiação;
- 03 Barômetros;
- 02 *Dataloggers* (monitoramento e gravação de dados);
- 01 Sensor de precipitação.

A Figura III.1.1- 4 ilustra esquematicamente uma torre anemométrica offshore típica.

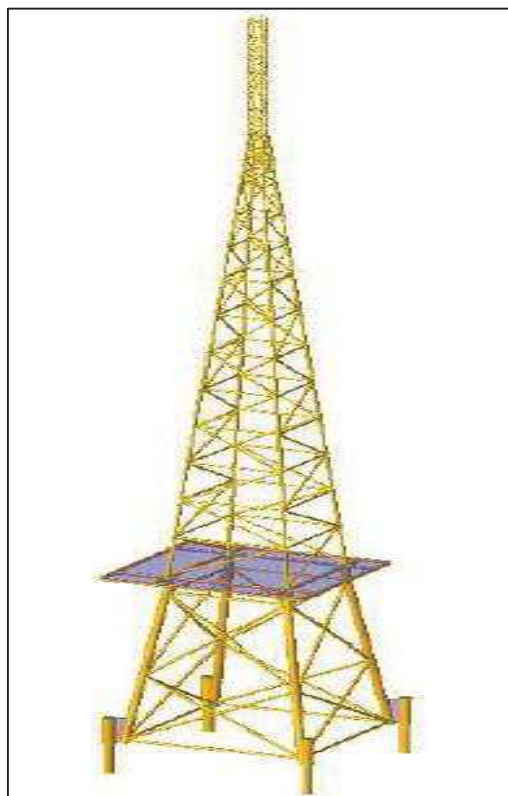


Figura III.1.1 - 4 - Torre anemométrica offshore típica

A energia elétrica produzida pelo aerogerador será escoada para plataforma PUB-3 por meio de um cabo eletro-óptico submarino de aproximadamente 1 km. Este cabo interligará a planta eólica offshore a um painel de 34,5 kV na PUB-3. As principais características elétricas que deverão ser atendidas pelo sistema são as seguintes:

- Número de condutores: 3;
- Classe de Tensão: 26/47 kV;
- Corrente Nominal: 345 A;
- Frequência nominal: 60 Hz;
- Máxima potência transmitida: 12,5 MVA, $f_p = 0,8$;
- Máxima corrente de pico assimétrica para curto-circuito trifásico: 10 kA;
- Vida útil: 20 anos;

O cabo submarino terá diâmetro total de, no máximo, 130 mm. O mesmo deverá possuir resistência mecânica suficiente para suportar os esforços causados pelo transporte, manuseio e instalação propriamente dita, além de possuir estruturas de armadura e isolamento que garantam a sua blindagem eletromagnética.

A Figura III.1.1-5 ilustra o desenho esquemático da seção de um cabo típico, normalmente empregado em âmbito offshore.

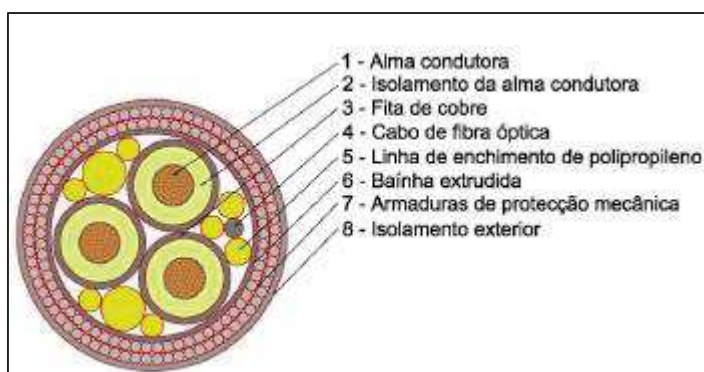


Figura III.1.1-5 - Cabo Seccionado.

O procedimento de instalação mais usual para esse tipo de operação e para essa lâmina de água é através da utilização de balsa autoelevável (*jack-up*). Esse tipo de embarcação tem navegação própria e é preparada para serviços de instalação e montagem de parques eólicos, sendo, portanto, capaz de transportar os componentes até o local de instalação. Em seguida, tal embarcação eleva sua estrutura acima do nível da água, apoiando-se no leito marinho e permitindo a realização da montagem da planta piloto.

Com relação à subestrutura, o tipo jaqueta com quatro pernas será utilizado tanto para o aerogerador como para a torre anemométrica, tendo em vista que esta é uma solução que, conforme os estudos da PETROBRAS, é adequada para o solo da região. O método de instalação mais utilizado para estacas de jaquetas consiste na cravação com martelo e/ou na perfuração e cimentação das estacas, guiadas por uma luva ou *template* apoiado no leito marinho. Em alguns casos, é possível empregar estacas de sucção, mas para a planta piloto é prevista a instalação das estacas envolvendo perfuração e cimentação.

O lançamento do cabo submarino será realizado por embarcação própria para essa finalidade e o cabo ficará somente apoiado no leito marinho, o que propiciará uma operação menos complexa e com impactos ambientais reduzidos.

Entretanto, a determinação real dos custos e o detalhamento do procedimento de instalação e montagem do aerogerador e demais componentes da planta, como a torre anemométrica e o cabo elétrico submarino, acontecerá após o término da licitação, cujo processo será iniciado em breve.

Empreendimentos Associados e Decorrentes

Nas proximidades da locação pretendida para instalação da Planta Piloto de Geração de Energia Eólica Offshore, encontra-se instalada e em operação a plataforma PUB-3. Devido à natureza pioneira do empreendimento, que possui escala reduzida (Planta Piloto), e tendo em vista a pré-existência da estrutura instalada no Campo de Ubarana, a Plataforma PUB-03 será o único empreendimento em ambiente offshore associado à Planta Piloto de Geração de Energia Eólica Offshore.

Em terra, a Usina Termelétrica Jesus Soares Pereira (UTE-JSP) será um empreendimento associado à Planta Piloto de Geração Eólica Offshore, uma vez que haverá em tal usina um sistema supervisorio que permitirá a operação remota do aerogerador.

III.1.2 - Histórico

A Petrobras está desenvolvendo o primeiro projeto de energia eólica offshore do Brasil prevendo um futuro baseado em uma economia de “baixo carbono”, a partir da redução de emissões de CO₂ por meio de novos investimentos em novas tecnologias e negócios de alto valor em energia renovável. Em linha com essa estratégia, até 2022 pretende-se implantar a primeira planta eólica em alto-mar, na costa de Guamaré, no Rio Grande do Norte (PETROBRAS, 2018).

A Petrobras, verificando o crescimento da matriz de geração eólica em ambiente offshore no mundo, iniciou em 2011 um projeto de P&D ANEEL visando medir e avaliar o potencial eólico em áreas offshore do nordeste do Brasil. Para isso, instalou uma torre anemométrica e LIDAR's em plataformas de produção de petróleo das Bacias Potiguar e do Ceará em que a empresa atua como operadora de campos de O&G, com o objetivo de gerar um primeiro Atlas Eólico Offshore dos estados do Rio Grande do Norte e Ceará. A partir daí foi possível estimar o fator de capacidade médio anual para o litoral daquela região e conceber um Estudo Preliminar de Viabilidade Técnica e Econômica de Parques Eólicos Offshore no Nordeste Brasileiro. Todavia, ainda restam lacunas para a elaboração mais precisa de estudos de viabilidade técnica e econômica para parques eólicos offshore no Brasil.

Por esse motivo, a PETROBRAS iniciou em 2016 um novo projeto de P&D ANEEL para dar prosseguimento às iniciativas de pesquisa em eólica offshore no Brasil com a instalação de uma Planta Piloto. Através da Planta Piloto, portanto, a Petrobras espera ganhar experiência na solução dos desafios técnicos e econômicos relacionados à fabricação, construção e montagem de empreendimentos desse tipo, bem como qualificar melhor as estimativas de custo e de regulação, contribuindo para a possível expansão da matriz de energias renováveis no país (PETROBRAS, 2019).

A escolha da região em questão está relacionada ao seu alto potencial eólico offshore (Rio Grande do Norte e Ceará), equivalendo a aproximadamente dez vezes a capacidade total eólica instalada hoje no Brasil (PETROBRAS, 2018).

III.1.3 - Justificativa

III.1.3.1 - Informações Gerais

O aproveitamento da energia eólica para geração elétrica tem crescido exponencialmente no mundo nos últimos anos. A maior parte dos parques eólicos está instalada em terra (onshore), porém vários parques têm sido implantados no mar (offshore), devido à redução de locais apropriados e disponíveis em terra para novos empreendimentos e pela possibilidade de serem utilizadas torres mais altas e com maior capacidade produtiva, impossíveis de serem instaladas onshore (CASTRO, 2018).

Ainda segundo CASTRO (2018), o desenvolvimento do setor elétrico no Brasil está fortemente pautado pelas grandes usinas hidrelétricas. Entretanto, devido ao avanço das pressões ambientais concomitantemente ao esgotamento do potencial hídrico, constata-se o fim da hegemonia das centrais hidrelétricas na expansão da matriz. Desta forma, verifica-se uma tendência crescente e inexorável da diversificação da matriz elétrica brasileira, sendo que uma das principais e mais relevantes fontes neste processo de diversificação é a fonte eólica.

O projeto piloto pretende instalar um aerogerador em um campo de água rasa no Rio Grande do Norte, tendo como principal vantagem o maior fator de capacidade (FC) verificado para o ambiente offshore, implicando na maior produção de energia.

Os investimentos serão provenientes da Petrobras, uma vez que a empresa visa adquirir conhecimento e experiência para este tipo de geração.

Adicionalmente, do ponto de vista estratégico da Petrobras, a geração eólica em ambiente marinho pode ter seus custos reduzidos em virtude da sinergia advinda do aproveitamento conjunto com plataformas de petróleo já existentes. Neste sentido, visando o sucesso destes empreendimentos, a companhia tem buscado parcerias com empresas experientes neste tipo de tecnologia e de operação.

Nesta planta-piloto, destacam-se dois aspectos principais: primeiramente, está relacionado com o fato de uma grande empresa da área de Petróleo & Gás estar liderando o movimento para a exploração eólica no mar, atendendo, em parte, as necessidades de energia elétrica offshore através de fontes não poluidoras; já o segundo fator, está relacionado com o maior espaço ofertado pelo mar e menor obstrução ao vento. Entretanto, se o projeto se comprovar economicamente viável, a expectativa da Petrobras é avaliar projetos eólicos offshore de grande porte.

III.1.3.2 - Informações Técnicas

Atualmente, a única forma de geração de energia elétrica (para conexão à rede em terra) em ambiente marinho que se mostrou promissora a nível global é a geração eólica, com aproximadamente 20 GW atualmente instalados no mundo. A possibilidade de utilizar aerogeradores maiores do que em terra (devido à facilidade logística) permite uma grande densidade de geração de energia em termos da área ocupada.

É possível dizer, inclusive, que um dos fatos que motivou a expansão da geração eólica offshore na Europa se refere aos menores impactos sociais de tal geração, uma vez que impactos visuais são bastante minimizados, além de não interferir em questões sobre a ocupação da terra.

III.1.3.3 - Informações Socioeconômicas

Por se tratar de uma planta piloto, o empreendimento em questão possui uma escala bastante reduzida, o que significa que terá uma influência praticamente nula sobre o contexto socioeconômico da microrregião onde será implantado. Por outro lado, em nível regional e federal poderá ter impacto econômico positivo para a cadeia de fornecedores de materiais, equipamentos e serviços, visto que a inclusão desta fonte na matriz elétrica brasileira contribuirá para o desenvolvimento do mercado de fornecedores nacionais.

III.1.3.4 - Informações Locacionais

Diante de tais premissas, verificou-se que a região do campo de petróleo de Ubarana, na plataforma continental potiguar, reunia simultaneamente todas essas condições, uma vez que está inserido em uma área com elevados fatores de capacidade estimados no Atlas, além de estar situado entre as faixas batimétricas requeridas e encontrar-se muito próximo da subestação elétrica da Refinaria Potiguar Clara Camarão (RPCC) no município de Guamaré/RN, a qual constitui um ponto já existente de conexão da energia produzida ao Sistema Integrado Nacional (SIN). Além desses fatores, levou-se em consideração o fato de o campo de Ubarana ser uma área marítima concedida à Petrobras para produção de petróleo há décadas, o que evitaria a necessidade de requerer ao Governo brasileiro novas áreas e a possível interferência com outros usos socioeconômicos do espaço marítimo, como pesca, turismo, lazer, navegação, etc.

Uma vez definida a macrorregião do campo de Ubarana, tornou-se necessário selecionar alternativas locais dentro do campo, utilizando-se para isso de mapeamentos prévios do fundo marinho, da localização das instalações submarinas de produção de petróleo já existentes e de aspectos técnicos inerentes a um projeto da Planta Eólica Offshore.

As três alternativas locais propostas consideraram as seguintes premissas:

- ✓ Manter distanciamento de todas as formações carbonáticas já mapeadas de, no mínimo, 100 m em relação às locações do aerogerador e da torre anemométrica e 20 m em relação ao cabo submarino;
- ✓ Evitar sobreposição com rotas já existentes de aproximação de embarcações e aeronaves na rotina operacional das plataformas de produção de petróleo;
- ✓ Respeitar as restrições para o azimute da posição relativa entre a torre anemométrica e o aerogerador, levando-se em conta a direção preferencial dos ventos, sendo recomendado definir a locação desses elementos à montante de possíveis obstáculos na direção do vento visando evitar interferências e efeitos de sombra, conforme a norma IEC 61400-12-1, que trata da Medição do Desempenho de Potência de Aerogeradores.

Em qualquer uma das 03 alternativas de microlocalização estudadas, não há interferência direta em áreas com restrições ambientais, como ecossistemas sensíveis ou unidades de conservação. Em termos sociais e econômicos, a área já possui expressiva produção de petróleo consolidada há décadas através da existência de plataformas fixas, árvores de natal molhadas e dutos submarinos, fato que, conforme norma da Autoridade Marítima, proíbe a pesca nas proximidades de plataformas de petróleo. Como a locação proposta do aerogerador tem cerca de 800 m de distância da PUB-03, considera-se que a possibilidade de interferência com a atividade pesqueira da região será insignificante, dada a existência anterior da plataforma de petróleo.

III.1.3.5 - Informações Ambientais

Tendo em vista se tratar de uma planta piloto no âmbito de um projeto de pesquisa, o presente projeto visa avaliar a viabilidade de tal forma de geração no Brasil. Caso os resultados sejam promissores, o presente projeto poderá contribuir para o desenvolvimento de mais uma fonte de energia renovável e com baixos impactos ambientais.

Em nível regional, a planta piloto contribuirá para avaliar os possíveis impactos ambientais de parques eólicos offshore, porém em uma escala reduzida de teste.

Em nível nacional, o empreendimento contribuirá para o melhor planejamento governamental e empresarial sobre a viabilidade de desenvolvimento em larga escala do setor eólico offshore no país, contribuindo para embasar o processo de tomada de decisão. Em caso positivo, essa tipologia de empreendimento pode vir a se tornar um importante elemento da estratégia nacional de aumento da participação de fontes renováveis na matriz energética brasileira, vindo a acelerar o atingimento das metas propostas no âmbito do Plano Nacional de Mudanças Climáticas e das Contribuições Nacionalmente Determinadas, ratificadas na Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudanças no Clima (COP 21), conhecida como “Acordo de Paris”.

III.1.4 - Infraestrutura de Apoio

Para implementação do presente empreendimento, a empresa vencedora do certamente licitatório será responsável pela definição das bases de apoio marítima a serem utilizadas, bem como pela seleção das embarcações a serem adotadas na execução dos serviços. As bases de apoio para a atividade de instalação têm como função proporcionar a logística de fornecimento, transporte e armazenamento temporário de insumos e resíduos, bem como facilitar o embarque e desembarque do pessoal alocado nas atividades offshore. Nas campanhas de manutenção, a Petrobras utilizará o Porto de Guamaré/RN como apoio logístico a fim de providenciar o embarque de funcionários para o transporte até o aerogerador offshore e a torre anemométrica. É importante ressaltar que a operação do aerogerador offshore será executada remotamente.

Está prevista a utilização de quatro embarcações para a instalação da Planta Piloto. Cada uma dessas embarcações conterà aproximadamente quarenta pessoas, e toda a estrutura necessária para o acondicionamento e tratamento dos efluentes e resíduos que serão gerados durante a fase de instalação da Planta Piloto. Os resíduos provenientes das atividades realizadas nas embarcações de lançamento serão armazenados em containers, cuja segregação obedecerá a CONAMA 275/2001. Posteriormente, serão encaminhados para a destinação final adequada de acordo com a classe de resíduo (segundo a NBR 10.004) por empresas licenciadas. Todos os processos envolvendo a destinação dos resíduos sólidos atenderão à legislação brasileira, além de seguirem também o especificado pela legislação marítima internacional.

III.2 - Descrição do Empreendimento

III.2.1 - Análise das Alternativas

O estudo de alternativas locacionais e tecnológicas do projeto observou o potencial eólico (conforme informações geradas no Atlas Eólico Offshore dos Estados do RN e CE) juntamente com a presença de obstáculos que pudessem interferir na velocidade do vento, a lâmina d'água, a facilidade para conexão elétrica, o fluxo de embarcações e a presença de eventuais formações carbonáticas no fundo marinho.

A seguir, apresenta-se a descrição de cada alternativa estudada, incluindo os fatores que influenciaram a seleção das alternativas, bem como a definição da locação e escolha da solução tecnológica a ser empregada.

III.2.1.1 - Alternativas Locacionais

A definição das alternativas locacionais ocorreu basicamente em duas etapas: a primeira a nível regional e a segunda a nível local. As premissas adotadas a nível regional consistiram em:

- ✓ Instalar o empreendimento dentro de uma área com fator de capacidade mais elevado, conforme mapas gerados no Atlas Eólico Offshore dos Estados do RN e CE;
- ✓ Selecionar áreas com profundidades entre 10 e 30 m, dadas as tecnologias de subestrutura mais empregadas na geração eólica offshore internacionalmente;
- ✓ Garantir a proximidade a pontos de conexão ao Sistema Interligado Nacional (SIN) em terra.

Tendo em conta estas premissas, verificou-se que a região do campo de petróleo de Ubarana, na plataforma continental potiguar, reunia simultaneamente todas essas condições. Esta área possui elevados fatores de capacidade estimados no Atlas, além de estar situada entre as faixas batimétricas requeridas e encontrar-se muito próxima da subestação elétrica da Refinaria Potiguar Clara Camarão (RPCC), no município de Guamaré/RN, a qual constitui um ponto já existente de conexão da energia produzida ao SIN. Além desses fatores, levou-se em consideração o fato de o campo de Ubarana ser uma área marítima concedida à Petrobras para produção de petróleo há décadas, o que evitaria a necessidade

de requerer ao Governo brasileiro novas áreas e a possível interferência com outros usos socioeconômicos do espaço marítimo, como pesca, turismo, lazer, navegação, etc.

Outro fator importante para a seleção a nível macro da locação da Planta Piloto, foi a constatação de que esse campo conta com grande disponibilidade de estudos, mapeamentos e dados sobre as condições geotécnicas, geológicas e ambientais do fundo marinho da região, o que contribuiria sobremaneira para o planejamento ambiental da instalação do empreendimento em questão.

Uma vez definida a macrorregião do campo de Ubarana, tornou-se necessário selecionar alternativas locais a nível local, utilizando-se para isso os mapeamentos prévios do fundo marinho, da localização das instalações submarinas de produção de petróleo já existentes e de aspectos técnicos inerentes a um projeto de Geração Eólica Offshore.

A seleção das alternativas locais foi orientada considerando as seguintes premissas:

- ✓ Manter distanciamento de todas as formações carbonáticas já mapeadas de, no mínimo, 100 m em relação às locações do aerogerador e da torre anemométrica e 20 m em relação ao cabo submarino;
- ✓ Evitar sobreposição com rotas já existentes de aproximação de embarcações e aeronaves na rotina operacional das plataformas de produção de petróleo;
- ✓ Respeitar as restrições para o azimute da posição relativa entre a torre anemométrica e o aerogerador, levando-se em conta a direção preferencial dos ventos.

Tendo em vista que a plataforma PUB-3 estará conectada à rede elétrica em terra quando da instalação da planta piloto eólica offshore, foram selecionadas alternativas locais com o intuito de se realizar a conexão elétrica do aerogerador à plataforma através do cabo submarino, sendo possível escoar a energia gerada pelo aerogerador para a rede elétrica em terra. Esta decisão objetivou reduzir os custos e os impactos ambientais do projeto da planta piloto, uma vez que eliminaria a necessidade de lançar outro cabo submarino para permitir o escoamento da energia gerada pelo aerogerador offshore.

A Figura III.2.1.1-1 apresenta o mapa da localização detalhada das alternativas locais do empreendimento. Este mapa está detalhado no Anexo III.2.1.1-1. A Figura III.2.1.1-2 proporciona uma observação mais nítida das 03 alternativas de locação em relação às plataformas e formações carbonáticas mais próximas.

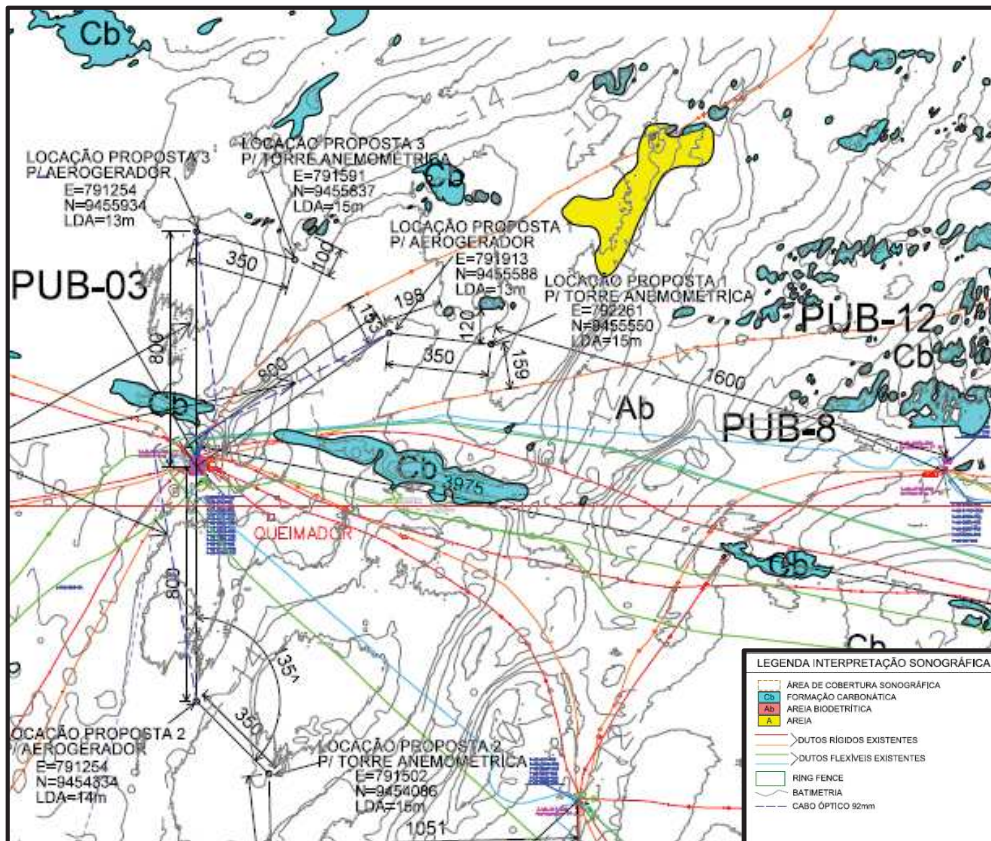


Figura III.2.1.1-1 - Mapa de localização detalhada das 3 alternativas de localização propostas para a Planta Piloto

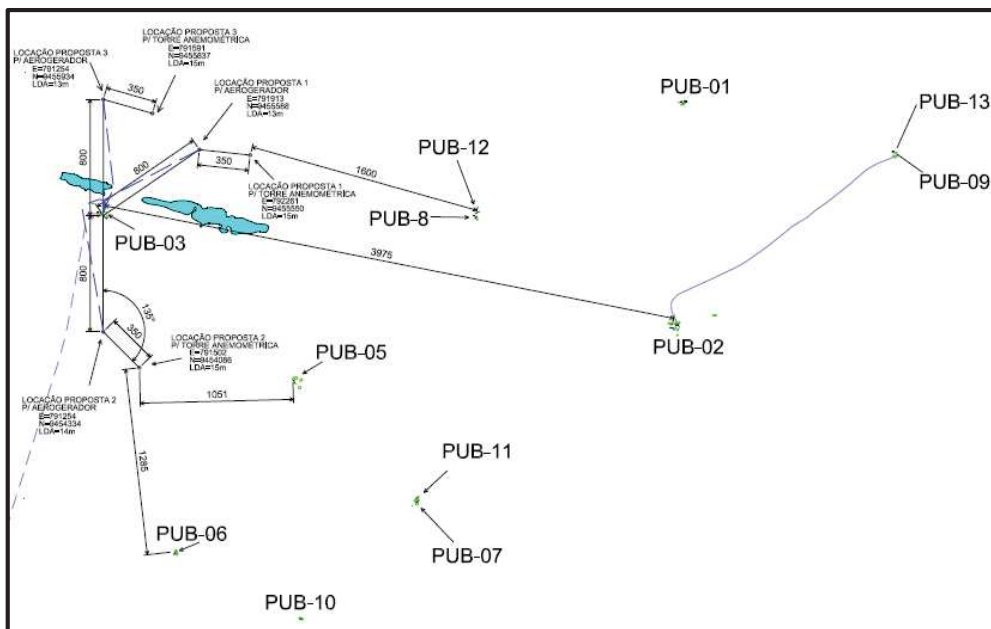


Figura III.2.1.1-2 - Mapa de localização das 3 alternativas de localização em relação às plataformas e formações carbonáticas mais próximas

O quadro III.2.1.1-1 apresenta as coordenadas de centro, profundidade e declividade das 3 alternativas de locação estudadas para instalação do aerogerador e da torre anemométrica.

Quadro III.2.1.1-1 - Coordenadas de centro, profundidade e declividade das 3 alternativas de locação estudadas para instalação do aerogerador e da torre anemométrica

AEROGERADOR	LESTE	NORTE	PROFUNDIDADE (m)	DECLIVIDADE(°)
ALTERNATIVA01	791.913	9.455.588	13	~0,5
ALTERNATIVA02	791.254	9.454.334	14	~0,5
ALTERNATIVA03	791.254	9.455.934	13	~0,5

TORRE ANEMOMÉTRICA	LESTE	NORTE	PROFUNDIDADE (m)	DECLIVIDADE(°)
ALTERNATIVA01	792.261	9.455.550	15	~0,5
ALTERNATIVA02	791.502	9.454.086	15	~0,5
ALTERNATIVA03	791.591	9.455.837	15	~0,5

Locação de Alternativa 01

A escolha da locação de alternativa 01 teve como objetivo obter a solução mais econômica do ponto de vista de interligação elétrica. Assumindo que a direção preferencial dos ventos é Leste e Sudeste, que os dados de solo existentes estão posicionados a Leste e Sul da PUB-03 e que a rota preferencial das aeronaves e embarcações se dá pela face Sul da PUB-3, definiu-se que a locação da planta piloto deveria estar a Leste desta plataforma.

Considerando a premissa supracitada e que a distância segura para não interferir na operação desta plataforma é de 800 m, a locação de alternativa 01 foi refinada. Buscou-se uma direção na qual já houvesse encaminhamento de dutos para o lançamento do cabo, uma vez que seria uma área já mapeada, respeitando-se uma distância segura da faixa de encaminhamento e afastada de, pelo menos, 20 m das formações calcárias.

Locação de Alternativa 02

A escolha da locação chamada de alternativa 2 levou em conta os mesmos critérios e restrições observados na escolha da locação alternativa 01, porém, neste caso, não se observou a rota preferencial de helicópteros e embarcações, que se dá pela face Sul da PUB-3.

Localção de Alternativa 03

Observando-se o gráfico de fluxo de embarcações, complementarmente foi estudada a alternativa 03, localizada mais a norte da PUB-3, uma vez que esta é uma área com pouca utilização. A alternativa 03 se situa em região mais afastada do fluxo de embarcações e das instalações do campo de Ubarana. No entanto, a conexão do aerogerador com a plataforma necessitaria de cuidados especiais, uma vez que seria necessário atentar para a formação carbonática existente entre a locação da alternativa 03 e a plataforma PUB-3.

Análise Comparativa das Alternativas Locacionais

Em qualquer uma das três alternativas de microlocalização, não há interferência direta em áreas com restrições ambientais, como ecossistemas sensíveis ou unidades de conservação. Em termos sociais e econômicos, a área já possui expressiva produção de petróleo, consolidada há décadas através da existência de plataformas fixas, árvores de natal molhadas e dutos submarinos, fato que, conforme norma da Autoridade Marítima, proíbe a pesca nas proximidades de plataformas de petróleo. Como a locação proposta do aerogerador tem cerca de 800 m de distância da PUB-03, considera-se que a possibilidade de interferência com a atividade pesqueira da região é baixa, dada a existência anterior da plataforma de petróleo. Por estar situada a aproximadamente 20 km da costa, não há atividade de turismo e/ou lazer na região proposta para instalação da Planta Piloto.

Das três alternativas locacionais propostas, a alternativa 01 se mostra com maior viabilidade ambiental e econômica, em função da maior distância em relação aos bancos carbonáticos, menor sobreposição com rotas de embarcações e aeronaves e possibilidade de interligação à PUB-03 através de um cabo submarino de menor comprimento, o que além de ser mais econômico, provoca menor impacto ambiental sobre o fundo marinho. A alternativa 02 apresentou impacto com os fluxos de embarcações e aeronaves e a alternativa 03 exigiria um desvio no lançamento do cabo que conecta o aerogerador à plataforma, procurando evitar o contato com um banco carbonático.

III.2.1.2 - Alternativas Tecnológicas

A geração eólica offshore pode ser dividida em três partes principais: o aerogerador (torre com nacelle e pás), que converte a energia cinética do vento em energia elétrica; a subestrutura, com um trecho emerso, onde é montado o aerogerador e outro submerso,

que proporciona a fixação no solo marinho; e o cabo submarino eletro-óptico, que é responsável pela transmissão da energia produzida e pela comunicação com o aerogerador.

Subestrutura

A função da subestrutura não é somente prover suporte para o peso do equipamento, mas proporcionar fixação com rigidez lateral e vertical suficientes para permitir a operação sem ressonância, dentro dos limites de tamanho que permitam seu deslocamento até o local de instalação.

Para a escolha da subestrutura mais adequada ao projeto, foi realizado um trabalho preliminar de levantamento de dados meteoceanográficos, mapeamento da batimetria de fundo e dos resultados da investigação geológica e geotécnica no Campo de Ubarana, além da identificação das principais soluções de tecnologias disponíveis.

Os aerogeradores offshore já são amplamente utilizados no mundo e, em geral, os tipos de subestruturas de suporte são definidos em função da profundidade. É bastante comum procurar locais próximos à costa para a instalação das plantas de geração de energia eólica, uma vez que estas oferecerem condições mais favoráveis de logística, bem como maior facilidade para ancorar as subestruturas no leito marinho. Dentre os tipos de subestruturas utilizadas para suporte dos aerogeradores offshore estão as do tipo monopile, tripóda, jaqueta, de gravidade, *suction buckets* e flutuante (Figura III.2.1.2-1).

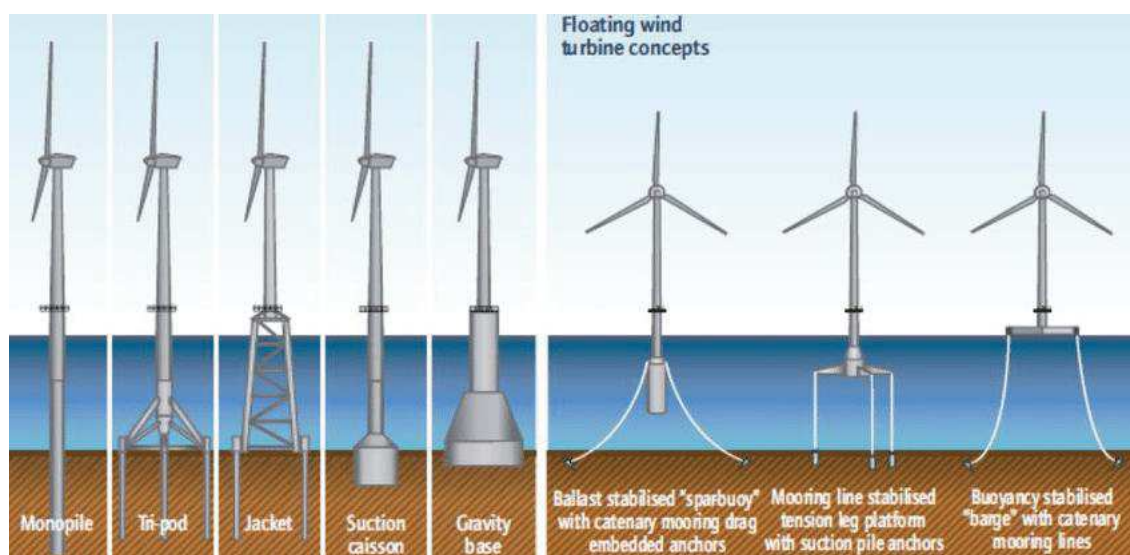


Figura III.2.1.2-1 - Tipos de subestruturas de aerogeradores offshore.

Fonte: Edenhofer et al., 2012

Para as locações que possuem lâmina d'água rasas, de aproximadamente 0 a 30 m, é comum o emprego de fundações de gravidade e de monopiles, que são soluções mais simples. Em locais com lâmina d'água intermediária, da ordem de 30 a 60 m, as estruturas conhecidas como trípodas ou jaquetas estaqueadas e os *suction buckets* são mais utilizadas. Nos ambientes de águas profundas, com 60 m ou mais de profundidade, estruturas flutuantes podem ser uma solução.

Considerando a profundidade da locação proposta para instalação da planta piloto, a discussão aqui efetuada centra-se nas soluções de subestruturas fixas (não flutuantes). Na mesma linha, as técnicas de instalação das subestruturas através de cravação no solo e de estacas de sucção (ou "*suction buckets*") não são consideradas nesse estudo, em função das características geológicas da região de Ubarana. Dados históricos de sondagem geotécnica de Ubarana mostram a existência de laje calcária abaixo da camada superficial do solo. Tal laje possui elevada rigidez, dificultando a cravação de estacas e a penetração das estruturas de sucção.

Portanto, foram estudadas as subestruturas monopile, de gravidade e as trípodas e jaquetas, considerando somente o método de perfuração de estacas no caso das monopile, trípodas e jaquetas.

A. Monopile

Monopiles são subestruturas tubulares profundas, individuais, de grande diâmetro, instaladas majoritariamente por meio de cravação no solo, dimensionadas para suportar os esforços e fornecer a rigidez necessária para o bom funcionamento do aerogerador.

O desafio de usar monopiles como solução de subestrutura fica por conta da menor disponibilidade comercial de brocas adequadas para a instalação dos monopiles através da perfuração de estacas, ficando essas subestruturas praticamente limitadas ao método da cravação.

B. Subestruturas de gravidade

A subestrutura do tipo gravidade consiste em uma grande fundação de concreto que é alocada na posição prevista para o aerogerador. Geralmente, sua base tem formato cônico e o topo cilíndrico, fazendo com que seu centro de gravidade esteja próximo ao leito marinho, o que estabiliza todo o conjunto.

Essa subestrutura é utilizada em lâminas d'água rasas, o que é uma vantagem para a localização onde se pretende instalar o empreendimento, e são relativamente baratas por não precisarem de estaqueamento. Entretanto, as suas grandes dimensões e a necessidade de lastreamento condicionam seu uso à disponibilidade de uma embarcação de grande porte, para navegação até a posição de instalação, e de diques adequados para a sua construção.

Outras desvantagens se relacionam com o maior impacto no fundo marinho, por ocupar uma área consideravelmente maior em comparação com as tripodes e jaquetas e necessitar de preparação prévia do solo para instalação. Esta tecnologia demanda a dragagem da camada superficial do fundo do mar e substituição por material granular de maior resistência, de forma que a base fique instalada sobre uma superfície de solo melhorado e mais consistente. Além disso, a região em torno da subestrutura deve ser previamente preparada com enrocamento, para prevenir o possível efeito de erosão do solo marinho (*scour*) que poderá descalçar a fundação.

C. Tripodas e jaquetas

As tripodas tem aspecto de um tripé composto de peças tubulares conectadas por enrijecedores horizontais a uma coluna central cilíndrica, que acompanha o diâmetro da torre do aerogerador. As jaquetas usadas em parques eólicos offshore costumam ter configuração de treliça de quatro pernas, podendo alternativamente apresentar três pernas, com travamentos tubulares transversais de pequenos diâmetros. A sua construção é bastante difundida devido à indústria do petróleo.

Tripodas e jaquetas se aplicam, praticamente, a qualquer cenário de solo, geralmente em lâminas d'água de até 60 metros. Essas subestruturas apresentam treliças tubulares de aço que são ancoradas ao solo por estacas, que podem ser instaladas por cravação com martelo ou por perfuração do solo e cimentação, guiadas por uma luva ou *template* apoiado no leito marinho. Em seguida, é realizada a interligação entre as estacas e as estruturas treliçadas por meio de grauteamento na luva.

A vantagem destes tipos de subestrutura é a pequena área de perturbação do fundo marinho, que se limita ao local onde são fixadas as estacas. Por outro lado, o ruído emitido durante este processo pode ser nocivo para algumas espécies marinhas.

Análise comparativa das alternativas tecnológicas

O Quadro III.2.1.2-1 apresenta a análise comparativa das alternativas das subestruturas, considerando as fases de instalação, operação e desativação. Os critérios usados na análise comparativa de cada fase do projeto correspondem aos aspectos diferenciadores entre as subestruturas.

No caso da fase de instalação, os critérios foram: o tipo de preparação do fundo marinho para instalação das subestruturas, o ruído durante a fixação da subestrutura no fundo marinho e a área efetivamente ocupada no fundo. Verifica-se uma maior necessidade de intervenção no fundo marinho pela subestrutura de gravidade, envolvendo dragagem. Esta subestrutura também ocupa uma maior área no fundo marinho. Em compensação, o ruído emitido pela fixação desta subestrutura é menor. As subestruturas jaqueta e tripode, apresentam a menor ocupação de área no fundo marinho.

No que diz respeito aos impactos ambientais das subestruturas durante a fase de operação, o aspecto diferenciador está relacionado com a área ocupada na coluna d' água. Esta ocupação promove o chamado efeito de recife (*reef effect*), isto é, a agregação e colonização por flora e fauna marinha, que pode aumentar ou desequilibrar a biodiversidade nos ecossistemas locais. Entretanto, como a planta piloto contará com apenas duas subestruturas (uma para o aerogerador e outra para a torre anemométrica), não são previstas diferenças significativas entre os aspectos e impactos ambientais na fase de operação para as alternativas analisadas.

Em relação à fase de desativação, não foram encontrados critérios ambientais diferenciadores entre as subestruturas jaqueta/trípode e monopile. Para esta fase do empreendimento, a subestrutura de gravidade apresentou a melhor alternativa, devido a remoção completa da subestrutura.

Quadro III.2.1.2-1 - Análise comparativa das alternativas de subestruturas, considerando as fases de instalação, operação e desativação. Os aspectos identificados foram classificados em importância elevada (+++), média (++) e baixa (+). A coluna "outros critérios" corresponde à lista de aspectos que se consideraram relevantes do ponto de vista do custo e da disponibilidade comercial do equipamento e das infraestruturas necessárias.

SUBESTRUTURAS	INSTALAÇÃO	OPERAÇÃO	DESATIVAÇÃO	OUTROS CRITÉRIOS
Monopile	Preparação do fundo: ++ Ruído na fixação: ++ Área ocupada no fundo: ++	Não são previstas diferenças significativas entre eventuais aspectos/impactos ambientais na fase de operação para as subestruturas analisadas.	Corte externo a nível do fundo marinho: ++	Menor disponibilidade de brocas adequadas para a instalação dos monopiles através da perfuração de estacas.
Gravidade	Preparação do fundo: +++ Ruído na fixação: + Área ocupada no fundo: +++		Remoção completa da subestrutura: +	Efeito de <i>scour</i> junto ao fundo: necessidade de enrocamento para prevenir erosão.
Trípoda	Preparação do fundo: ++ Ruído na fixação: ++ Área ocupada no fundo: +		Corte externo a nível do fundo marinho: ++	Menor disponibilidade comercial que a jaqueta.
Jaqueta	Preparação do fundo: ++ Ruído na fixação: ++ Área ocupada no fundo: +		Larga utilização na indústria do petróleo.	

Considerando a disponibilidade comercial das subestruturas analisadas, a estimativa atual do perfil geotécnico do subsolo marinho e a experiência anterior da Petrobras na região do campo de Ubarana, o emprego da jaqueta de quatro pernas se mostra como a subestrutura mais indicada, tanto para suportar a torre do aerogerador, como para a torre anemométrica.

Para a fixação das jaquetas, está sendo adotada a solução de estacas perfuradas e grauteadas, uma vez que este método é mais versátil e adequado para as condições de solo encontradas na região. Comparativamente, e considerando as características geotécnicas de Ubarana, essa é a alternativa que apresenta menor importância de aspectos e impactos ambientais em relação ao fundo marinho.

A subestrutura monopile apresenta baixa viabilidade comercial e técnica para fixação através da perfuração de estacas, além de ocupar maior área no fundo marinho, em relação à tripode e jaqueta.

A tripode apresenta aspectos semelhantes à jaqueta. Entretanto, sua disponibilidade comercial é menor, o que pode elevar os custos de implantação do empreendimento.

A fixação da subestrutura de gravidade promove menor ruído e a sua desativação apresenta a melhor alternativa em relação as outras subestruturas. Entretanto, o emprego desta tecnologia necessita de preparação prévia do solo e ocupa maior área no fundo marinho, o que provoca maior impacto ambiental.

III.2.1.3 - Definição de Rota Final

As alternativas tecnológicas relacionadas ao aerogerador e a torre anemométrica não apresentam diferenças significativas de aspectos e impactos ambientais nas diferentes fases de implantação do empreendimento. Portanto, a definição da Rota Final levou em consideração a escolha da alternativa locacional para instalação da Planta Piloto e do tipo de subestrutura que será adotada para a fixação do aerogerador e da torre anemométrica.

A alternativa locacional 01 foi escolhida por apresentar maior viabilidade ambiental e econômica, em função da maior distância em relação aos bancos carbonáticos, menor sobreposição com rotas de embarcações e aeronaves e possibilidade de interligação à PUB-03 com um cabo submarino de menor comprimento. A partir dessa escolha realizou-se o estudo para definição da diretriz de lançamento

do cabo submarino, considerando as informações constantes nos estudos de caracterização geológica e geotécnica e as informações constantes no Sistema de Gerenciamento de Obstáculos (SGO) da PETROBRAS. O uso dessas informações permite compatibilizar a passagem do cabo com os sistemas submarinos existentes, evitando a passagem por áreas ambientalmente sensíveis e por obstáculos artificiais.

A definição da diretriz de lançamento do cabo submarino, buscou-se manter o distanciamento de todas as formações carbonáticas já mapeadas de, no mínimo, 20 m. O Anexo III.2.1.1.-1 apresenta com detalhes as diretrizes de lançamento do cabo submarino.

A alternativa tecnológica de subestrutura adotada foi a jaqueta, através da perfuração de estacas, considerando a disponibilidade comercial das subestruturas analisadas, a estimativa atual do perfil geotécnico do subsolo marinho e a experiência anterior da Petrobras na região do campo de Ubarana. Cabe enfatizar que essa alternativa também possui menor impacto ambiental sobre o fundo marinho, quando comparada com as demais subestruturas analisadas.

III.2.2 - Implantação, Operação, Manutenção e Desativação

Neste item, serão abordados os aspectos tecnológicos e técnicos, além dos principais insumos e infraestruturas necessários para as fases de implantação, operação, manutenção e desativação do empreendimento em estudo.

O estudo dos impactos potenciais e riscos de cada fase será realizado no capítulo VII. Entretanto, a análise do conteúdo do presente item (que embasará as avaliações de impactos e riscos ambientais, bem como a proposição de medidas mitigatórias e programas) viabiliza a percepção de que os principais impactos potenciais do projeto estão relacionados ao uso de embarcações, especialmente na fase de implantação.

Ressalta-se que antes do início dos serviços de instalação, será realizada uma Análise Preliminar de Risco (APR), a ser elaborada em conjunto com representantes de todas as atividades envolvidas. Para a execução dos serviços, será elaborado um procedimento para contingências contemplando situações críticas de operação, ancoragem, abandono de locação, acidentes, resgate de pessoal e equipamentos, avarias, etc. Nas frentes de serviço serão disponibilizados equipamentos de contingência para operação imediata, em caso de emergências.

III.2.2.1 - Implantação

O detalhamento final do processo de instalação e montagem do aerogerador, da torre anemométrica e do cabo elétrico submarino, será determinado após a etapa de licitação. Contudo, serão detalhadas neste subitem as tecnologias e técnicas de construção previstas para a fase de implantação dos diferentes elementos da Planta Piloto.

Insumos e Infraestrutura necessária

Para a implementação do projeto está previsto o uso de quatro diferentes embarcações:

- Embarcação A: balsa responsável pelo deslocamento marítimo das jaquetas entre o porto e o local de instalação;
- Embarcação B: *navio heavy-lift* responsável pelo içamento e posicionamento das jaquetas, dos módulos da torre anemométrica e do aerogerador *offshore*;
- Embarcação C: navio responsável pela perfuração e cimentação das estacas das jaquetas;
- Embarcação D: navio responsável pelo lançamento do cabo entre o aerogerador e a PUB-3.

Tecnologia e técnica de construção

A) Subestruturas

As jaquetas deverão ser transportadas pela Embarcação A até local de instalação. Em seguida, a Embarcação B será deslocada até a proximidade da Embarcação A, onde apoiará suas estruturas (pernas) no leito marinho, permitindo a estabilização e elevação do *deck* da embarcação acima do nível de flutuação. Através do *heavy-lift* da Embarcação B, será possível o içamento de das jaquetas (do aerogerador) que estão sobre a Embarcação A, permitindo seu correto posicionamento no leito marinho. A Embarcação B, após o recolhimento de suas pernas, repetirá o procedimento para o posicionamento da segunda jaqueta (correspondente à torre anemométrica).

Em seguida, a Embarcação C se deslocará até o local de instalação, na proximidade de uma das jaquetas que já foram posicionadas pela Embarcação B. A Embarcação C, através do uso de uma perfuratriz, perfurará o sedimento (com um diâmetro de aproximadamente trinta polegadas) até atingir a profundidade de 51 metros. A perfuratriz será retirada e, então, a partir da Embarcação C será inserida uma estaca através de uma das luvas da jaqueta (ou seja, a estaca passará por um furo presente na estrutura já posicionada sobre o leito marinho), na posição onde fora realizado o furo no sedimento com a perfuratriz. O espaço anular entre a estaca e o solo é então grauteado (cimentado), assim como será realizado o grauteamento nas luvas das estacas da jaqueta (ou seja, o cimento conectará as estacas com a estrutura da jaqueta). O procedimento será repetido de forma a fixar todas as doze estacas previstas para as jaquetas do aerogerador (três em cada perna) e as quatro (uma em cada perna) da torre anemométrica.

B) Aerogerador

Após finalizada a instalação das subestruturas, será dado início à instalação do aerogerador. Para tanto, a Embarcação B precisará se deslocar até o porto no qual estão os componentes do aerogerador: torre do aerogerador, *nacelle* com o *hub* (componente no qual serão instaladas as pás do aerogerador) e pás. Após voltar ao local onde será instalado o aerogerador *offshore*, a Embarcação B apoiará suas estruturas (pernas) no leito marinho, permitindo a estabilização e elevação do deck da embarcação acima do nível de flutuação. Em seguida, o guindaste da Embarcação B içará a torre do aerogerador, que será instalada sobre a jaqueta através de uma conexão flangeada, utilizando parafusos de fixação. Em seguida, o guindaste da Embarcação B içará a *nacelle* com o *hub*, que serão montados sobre a torre do aerogerador. Em seguida, a Embarcação B içará a primeira pá, que será conectada através de parafusos ao *hub*. Após rotacionar o rotor, será possível a instalação da segunda pá. O rotor deverá, então, ser rotacionado mais uma vez para a instalação da terceira pá.

C) Torre Anemométrica

Tendo concluído a instalação do aerogerador *offshore*, a Embarcação B deverá buscar os três módulos da torre anemométrica no porto. A Embarcação B se dirigirá para o local da torre anemométrica e apoiará suas estruturas (pernas) no leito marinho, permitindo a estabilização e elevação do deck da embarcação acima

do nível de flutuação. Em seguida, a Embarcação B içará o primeiro módulo da torre anemométrica, que será fixado ao deck da jaqueta através de parafusos. Em seguida, a Embarcação B içará o segundo módulo da torre anemométrica, o qual será fixado através de parafusos ao primeiro módulo. Por fim, a Embarcação B içará o terceiro módulo da torre anemométrica, o qual será também fixado por parafusos ao segundo módulo. Para finalizar a instalação da torre anemométrica, será necessária a instalação manual dos instrumentos (anemômetros, medidores de direção do vento, medidores de temperatura e umidade, dentre outros), além dos demais componentes da torre (painéis solares, baterias, *dataloggers*, luzes de sinalização, antena de comunicação, cabos, dentre outros).

D) Cabo Submarino

Após finalizada a instalação das jaquetas, do aerogerador e da torre anemométrica, será necessário, também, conectar o aerogerador à plataforma PUB-3. Para tanto, a Embarcação D, que transportará o cabo, deverá se deslocar até o local do aerogerador, iniciando o lançamento do cabo no leito marinho até a região da PUB-3. Através de guindastes menores e com o auxílio de um mergulhador (que conectará a cabeça de tração do cabo com o guindaste), será realizado o *pull-in*, ou seja, a subida de cada extremidade do cabo, na PUB-3 e no aerogerador. Em seguida, serão realizadas as conexões elétricas e óptica nas caixas de segregação situadas na PUB-3 e no *deck* do aerogerador.

Cabe ressaltar que apesar da disponibilidade de informações geotécnicas do fundo marinho no local onde o cabo será lançado, uma campanha de inspeção do leito marinho (*pre lay survey*) será realizada em etapa anterior ao lançamento do cabo submarino. Essa medida visa garantir a não interferência da rota do cabo em formações naturais sensíveis ou em estruturas artificiais preexistentes (bancos carbonáticos, desníveis de terreno, dutos, etc).

Plano de ancoragem

A inspeção do leito marinho também servirá como base para o plano de ancoragem das embarcações (mostrando os locais isentos de vida marinha, onde poderá ancorar). Os fundeios das embarcações serão embasados por um plano de ancoragem contendo uma sequência operacional de posicionamento e um conjunto completo de desenhos indicadores das posições das âncoras, cabos de ancoragem

e das pernas do navio *heavy-lift*, durante todas as etapas da instalação da Planta Piloto.

Para cada posicionamento será demonstrada a segurança da operação, respeitando as formações naturais sensíveis e as estruturas artificiais indicadas pela inspeção preliminar, onde não será permitido o fundeio.

Condições naturais limites para a instalação

O uso das embarcações ocorrerá dentro de condições naturais limites (ondas, correntezas e condições meteorológicas), que serão preestabelecidas para o início e posterior continuidade das atividades de instalação. Por este motivo, é considerado o prazo conservador de trinta dias para a completa execução das atividades de instalação.

Serviços de mergulho

As atividades de mergulho deverão ser realizadas em conformidade com as exigências da NR-15 e NORMAM 15.

Cronograma físico

O Quadro III.2.2-1 cronograma físico de construção, montagem e comissionamento com a descrição das principais atividades:

Quadro III.2.2.1-1 - Construção, montagem e comissionamento com a descrição das principais atividades relacionadas à implantação do projeto.

Cronograma de Construção, Montagem e Comissionamento		
Sistema	Descrição	Data prevista
Aerogerador	Início da fabricação	set/2021
	Fim da fabricação	jul/2022
	Transporte para o local de instalação (chegada)	ago/2022
	Instalação e comissionamento	out/2022
Subestruturas (Jaquetas) Aerogerador e Torre Anemométrica	Início da construção da jaqueta aerogerador	jun/2021
	Fim da construção da jaqueta aerogerador	fev/2022
	Início da construção da jaqueta torre anemométrica	fev/2022
	Fim da construção da jaqueta torre anemométrica	set/2022
	Transporte e instalação das jaquetas	out/2022
Torre Anemométrica	Início da fabricação	mai/2021
	Fim da fabricação	jun/2021
	Transporte para o local de instalação (chegada)	ago/2022
	Instalação e comissionamento	out/2022
Cabo Submarino	Início da fabricação	mai/2021
	Fim da fabricação	set/2021
	Inspeção do leito marinho (<i>pre lay survey</i>)	set/2021
	Transporte e Instalação	out/2021
	<i>Pull in</i>	nov/2022

III.2.2.2 - Operação

A operação da Planta Piloto de Geração Eólica Offshore será remota, não exigindo a presença de funcionários no local. Haverá uma interligação lógica entre a planta piloto e a *workstation* que será localizada na Usina Termelétrica Jesus Soares Pereira (UTE-JSP), a futura sede administrativa do projeto. A partir dessa *workstation*, será possível monitorar e operar o aerogerador através do sistema supervisor a ser instalado na UTE-JSP.

O Aerogerador funcionará de modo automático, salvo nas condições em que for necessário intervir para manutenção ou para realizar paradas de emergência. O Aerogerador conterà sistemas de controle, proteção, supervisão e aquisição de dados (SCADA – *Supervisory Control and Data Acquisition*), monitoramento de condição e sistema de emergência dedicados. Esses sistemas serão baseados em controladores lógico-programáveis redundantes, e as funções de controle serão segregadas das funções de proteção.

As funções de controle do Aerogerador serão divididas nos seguintes subsistemas: Controle da turbina, Controle das pás e do ângulo de *pitch* e Controle do gerador. Cada pá terá seu controle de ângulo de *pitch* independente.

O sistema SCADA permitirá o monitoramento dos seguintes sinais em médias de 10 minutos: Potência ativa despachada, com desvio padrão em cada intervalo, potência reativa, fator de potência, velocidade do vento, com desvio padrão em cada intervalo, temperatura dos rolamentos do gerador, correntes de fase, temperatura da *nacelle* e, para o caso de existência de caixa multiplicadora, temperaturas de mancais da caixa e do óleo lubrificante. Também identificará e informará a saúde estrutural e dos equipamentos do Aerogerador, assim como as medidas que de forma preditiva devem ser fornecidas. As informações em tempo real e históricas do sistema de monitoramento da condição devem estar disponíveis na *workstation* remota localizada na UTE-JSP.

A estação de operação e supervisão localizada na UTE-JSP poderá enviar comandos (alteração de *set-point* de potência, partida e parada de equipamentos, reconhecimento de alarmes, geração de gráficos e relatórios), de supervisão (apresentação de valores e estados instantâneos, gráficos de tendência e anúncio de alarmes) e de coleta e registro histórico de dados.

III.2.2.3 - Manutenção

Os serviços de manutenção e inspeção serão prestados por uma contratada pela PETROBRAS, sendo que o plano de manutenção detalhado será informado pela empresa vencedora do processo licitatório. Este plano deverá abranger, mas não se restringir a:

- ✓ Planejar e executar todas as atividades de manutenção do aerogerador conforme instruções do fabricante;
- ✓ Programar e executar testes de rotina dos sistemas de segurança do aerogerador conforme instruções do fabricante e experiência da empresa responsável pela manutenção;
- ✓ Programar e executar calibração e aferição dos instrumentos conforme instrução do fabricante e experiência da empresa responsável pela manutenção;
- ✓ Programar e executar todos os testes, inspeções e procedimentos exigidos pela legislação brasileira aplicável, incluindo NR-10, de acordo com as instruções do fabricante;
- ✓ Executar a manutenção e limpeza de rotina do aerogerador de acordo com instruções do fabricante;
- ✓ Executar a manutenção dos sistemas e equipamentos de refrigeração do aerogerador de acordo com instruções do fabricante;
- ✓ Executar a manutenção do sistema supervisorio de acordo com instruções do fabricante;
- ✓ Executar serviços de manutenção para garantir a plena operação de todos os equipamentos e sistemas que compõem o aerogerador.

O aerogerador será operado remotamente e a necessidade de visitas para inspeção/manutenção será bastante reduzida. Na Europa é comum a realização de uma parada para manutenção após os três primeiros meses de operação, seguida de paradas para manutenção anuais. De toda forma, por se tratar de um projeto piloto, é razoável assumir que haverá, em média, uma visita para inspeção ou manutenção do aerogerador por mês. A equipe envolvida em visitas de manutenção/inspeção costuma envolver três profissionais.

A torre anemométrica, por sua vez, é uma estrutura autônoma que necessita de poucas intervenções para manutenção. É razoável admitir que haverá, ao menos, uma visita para inspeção (envolvendo possivelmente manutenção) por uma equipe de três profissionais a cada três meses.

O transporte marítimo de técnicos para atividades de manutenção do aerogerador e da torre anemométrica será realizado através de embarcações do tipo *surfer landing*, as mesmas que já são utilizadas para o transporte de funcionários até as plataformas da PETROBRAS no campo de Ubarana.

III.2.2.4 - Desativação

A desativação da Planta Piloto de Geração Eólica Offshore está prevista para ocorrer em um prazo de 20 anos, e adotará procedimentos para prevenir impactos ao meio ambiente. A PETROBRAS considerará premissas e preceitos ambientais com base nas novas tecnologias que poderão surgir até a data prevista de desativação do empreendimento.

No momento de planejamento do descomissionamento, próximo à desativação do sistema, será realizada avaliação comparativa das alternativas de destinação final (remoção integral/parcial ou permanência definitiva *in situ*) das estruturas associadas a Planta Piloto de Geração Eólica Offshore. Essa avaliação basear-se-á em análise multicritério e considerará aspectos técnicos (ex.: métodos e recursos de remoção), ambientais (avaliação de impactos e riscos) e de segurança (riscos operacionais), dentre outros, bem como as melhores práticas da indústria e requisitos legais/regulatórios vigentes no momento da desativação.

Para a avaliação de impacto ambiental do Capítulo VII, o cenário de desativação considerará o corte e remoção das jaquetas, após desmontagem e recolhimento dos equipamentos do aerogerador e da torre anemométrica, seguidos do recolhimento do cabo submarino. Neste cenário, são utilizadas embarcações semelhantes àquelas descritas para a fase de instalação, com o diferencial da presença de ferramentas de corte, em substituição às perfuratrizes.

IV - DEFINIÇÃO DAS ÁREAS DE ESTUDO

O Termo de Referência emitido pelo IBAMA estabelece a delimitação de duas áreas para a realização dos estudos:

- ✓ A Área de Estudo (AE), que deverá abranger as áreas utilizadas como referência para o diagnóstico realizado dos meios físico, biótico e socio-econômico;
- ✓ A Área Diretamente Afetada (ADA), que deverá compreender a área necessária à implantação do empreendimento, bem como as demais operações unitárias associadas exclusivamente à infraestrutura do Projeto.

IV.1 - AE e ADA do Meio Físico e Biótico

Área de Estudo (AE)

A AE dos meios físico e biótico corresponde à zona central da Baía Potiguar, abrangendo uma área de 3.276 km² (Figura IV.1-1) e limitada pelas coordenadas que se apresentam no Quadro IV.1-1.

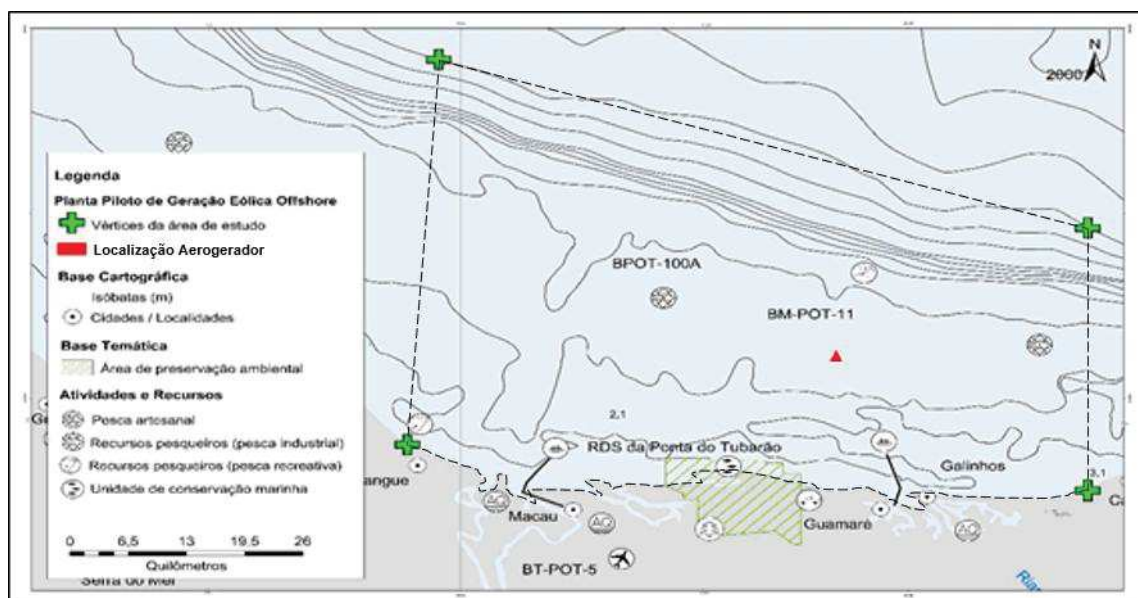


Figura IV.1-1 - Delimitação da AE considerada para o meio físico e biótico.

Quadro IV.1-1 - Coordenadas geodésicas dos vértices da área de estudo representada na figura anterior.

VÉRTICES	LATITUDE	LONGITUDE
1	36° 47' 56,452" W	05° 01' 44,424" S
2	36° 06' 50,580" W	05° 04' 56,460" S
3	36° 06' 55,560" W	04° 45' 41,760" S
4	36° 46' 08,241" W	04° 33' 28,980" S

Esta área foi escolhida de modo a incluir os pontos sensíveis próximos do projeto em estudo, identificados na carta estratégica de sensibilidade ambiental ao derramamento de óleo nas bacias do Ceará e Potiguar. Dentro destes pontos encontram-se as formações carbonáticas, os recursos pesqueiros identificados como zonas de pesca artesanal e industrial, e a Reserva de Desenvolvimento Sustentável Estadual Ponta do Tubarão, existente a sul do campo de Ubarana.

Na área de estudo foi também incluída a zona costeira correspondente à foz dos vários estuários que desaguam na região, uma vez que estes influenciam em grande medida a composição e abundância de alguns dos componentes do meio biótico, como as comunidades planctônicas e nectônicas. O limite offshore da área de estudo foi colocado sobre a isóbata dos 1.000 metros, uma vez que se verifica a ocorrência de espécies de mamíferos marinhos mesopelágicos, e as operações de instalação e desativação do Projeto poderão interferir no comportamento destas espécies (ruído provocado pela fixação das subestruturas da jaqueta e da torre anemométrica).

As principais fontes de informação usadas neste estudo correspondem aos trabalhos de monitoramento efetuados pela Petrobras na Baía Potiguar, na sequência do licenciamento dos dois emissários submarinos do polo industrial de Guamaré. Considera-se que a informação de base gerada e disponível é suficientemente recente, detalhada e representativa para permitir uma caracterização de referência do estudo do meio físico e biótico da Baía Potiguar. Esta conclusão baseia-se no fato destes trabalhos apresentarem resultados para todos os componentes da área de estudo, correspondentes a um período longo de monitoramento.

Área Diretamente Afetada (ADA)

A definição da ADA considerou o impacto dos elementos do projeto (Figura IV.1-2) nas áreas necessárias para a implantação do empreendimento, correspondendo às seguintes delimitações (Figura IV.1-3):

- Área circular com 180 m de diâmetro, correspondendo ao espaço aéreo coberto pelas pás do aerogerador quando em movimento (Figura IV.1-4);
- Área circular com 30 m de diâmetro, correspondendo ao espaço aéreo da torre do aerogerador e da torre anemométrica (Figura IV.1-4);
- Área circular com 50 m de diâmetro, correspondendo ao leito marinho e à respectiva lâmina de água ocupada pelas jaquetas do aerogerador e da torre anemométrica (Figura IV.1-5);
- Leito marinho ocupado pela rota do cabo submarino desde a subestrutura do aerogerador até à plataforma PUB-3 (rota do cabo) (Figura IV.1-5).



Figura IV.1-2 – Layout do Empreendimento.

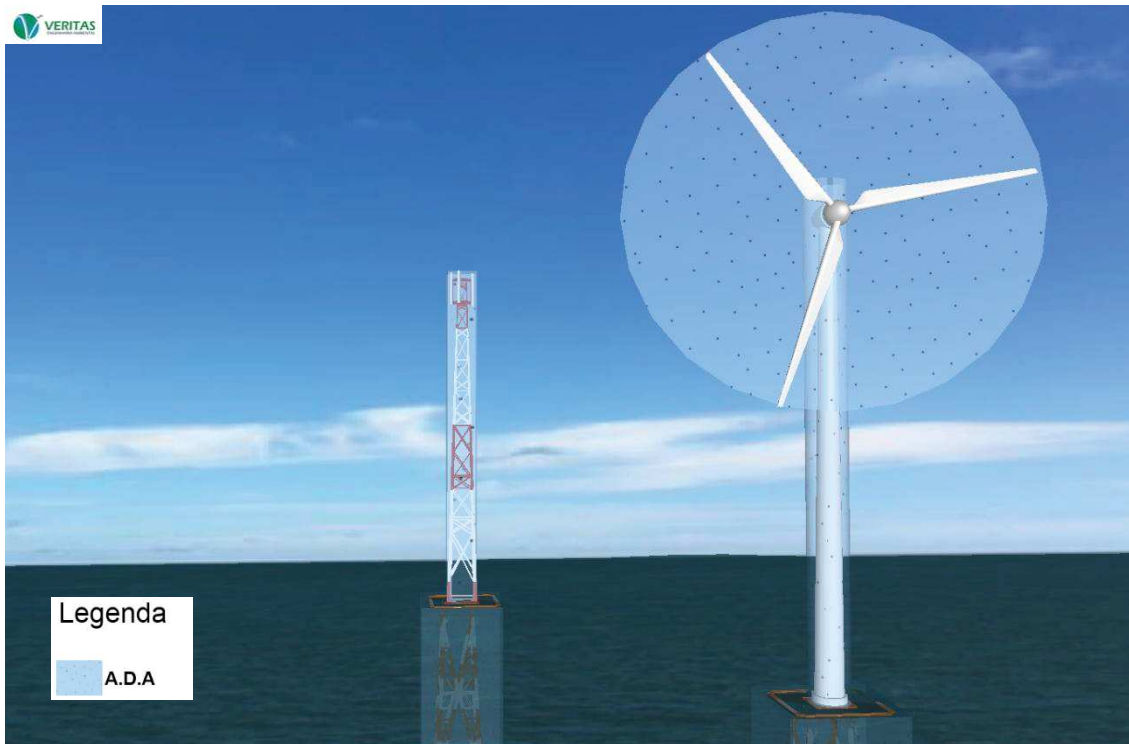


Figura IV.1-3 - Delimitação das Áreas Diretamente Afetadas (ADA) consideradas para o meio físico e biótico.

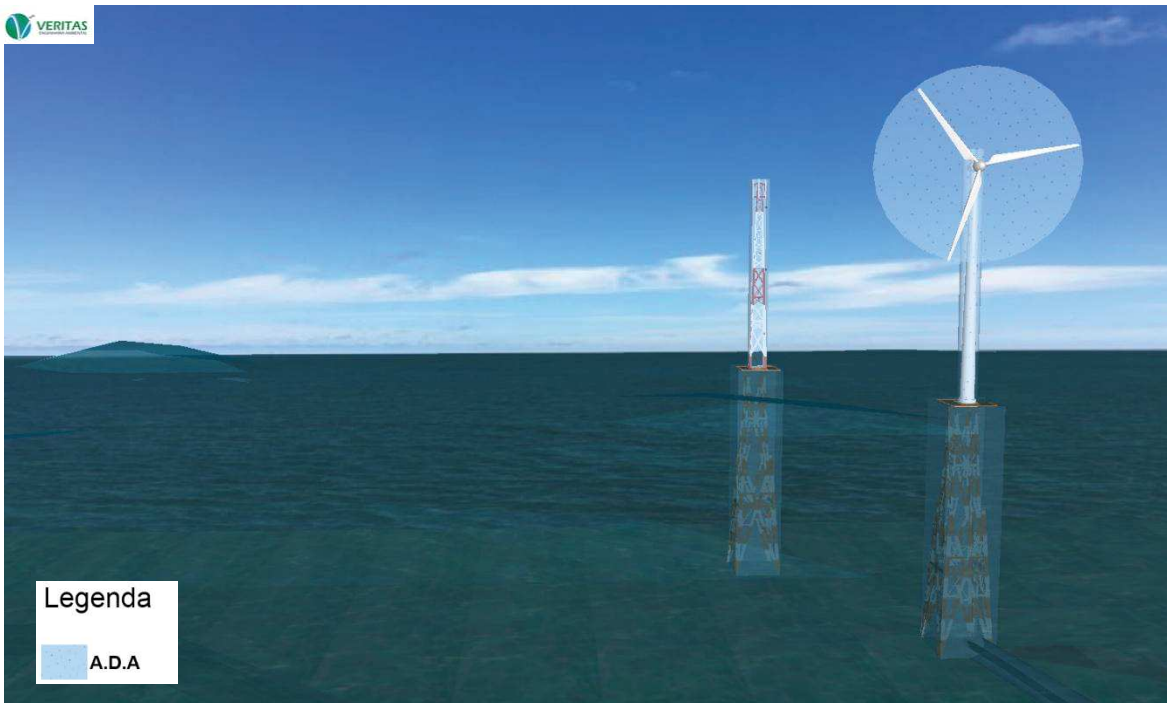


Figura IV.1-4 - ADA consideradas para o Aerogerador e Torre Anemométrica.

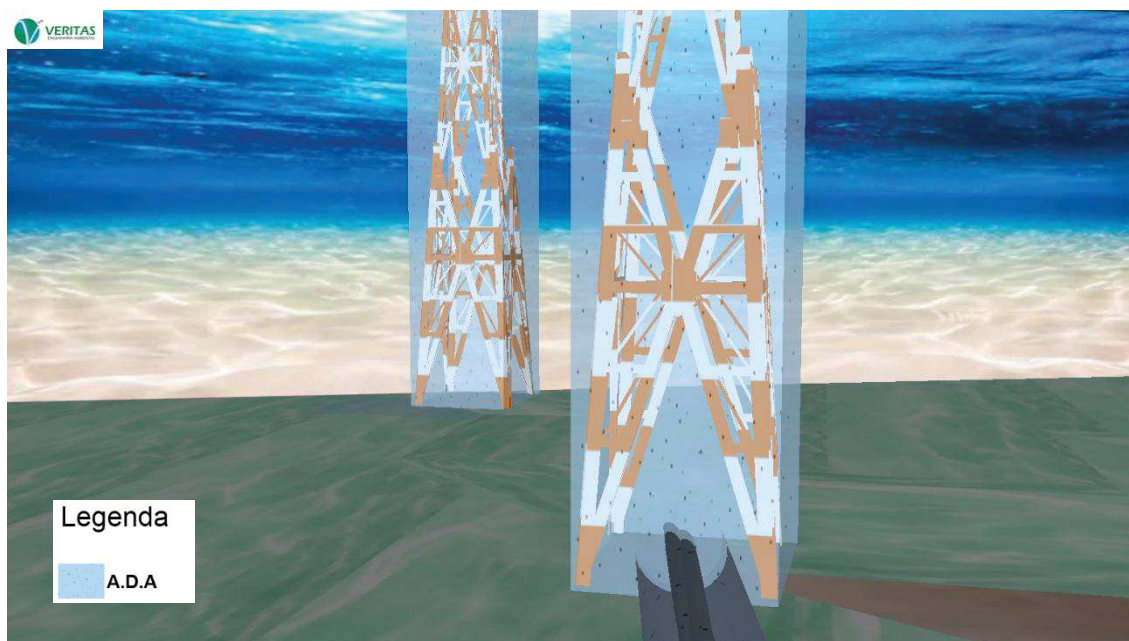


Figura IV.1-5 - ADA considerada para as Jaquetas e Cabo submarino.

IV.2 - AE e ADA do Meio Socioeconômico

Área de Estudo (AE)

A definição da AE do meio socioeconômico considerou, principalmente, a potencial interferência na atividade pesqueira em municípios da Baía Potiguar durante as fases de instalação e operação da Planta Piloto. Também foram consideradas possíveis interferências do empreendimento em aspectos sociais nos municípios que possuem instalações de apoio ao desenvolvimento da atividade, bem como a rota das embarcações de apoio logístico.

Portanto, a área de estudo do meio socioeconômico abrange os seguintes municípios (Figuras IV.2-1 e IV.2-2):

- ✓ Caiçara do Norte
- ✓ Galinhos
- ✓ Guamaré
- ✓ Macau

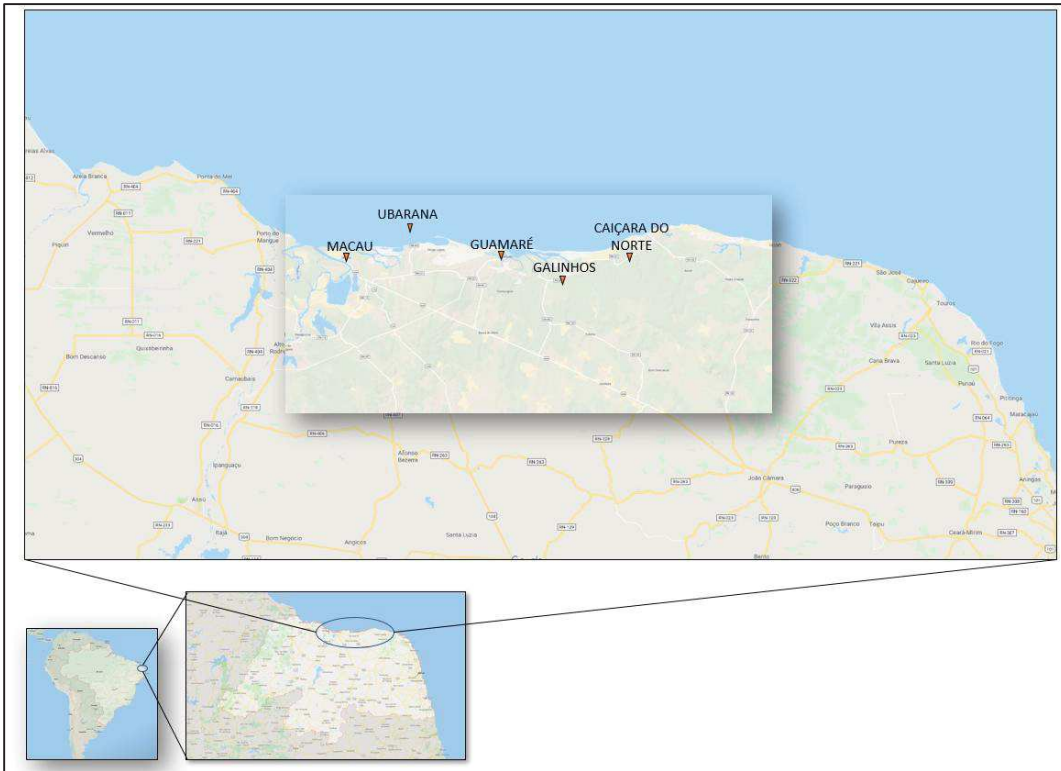


Figura IV.2-1 - Mapa da Localização dos Municípios da Área de Estudo
Fonte: Google Maps

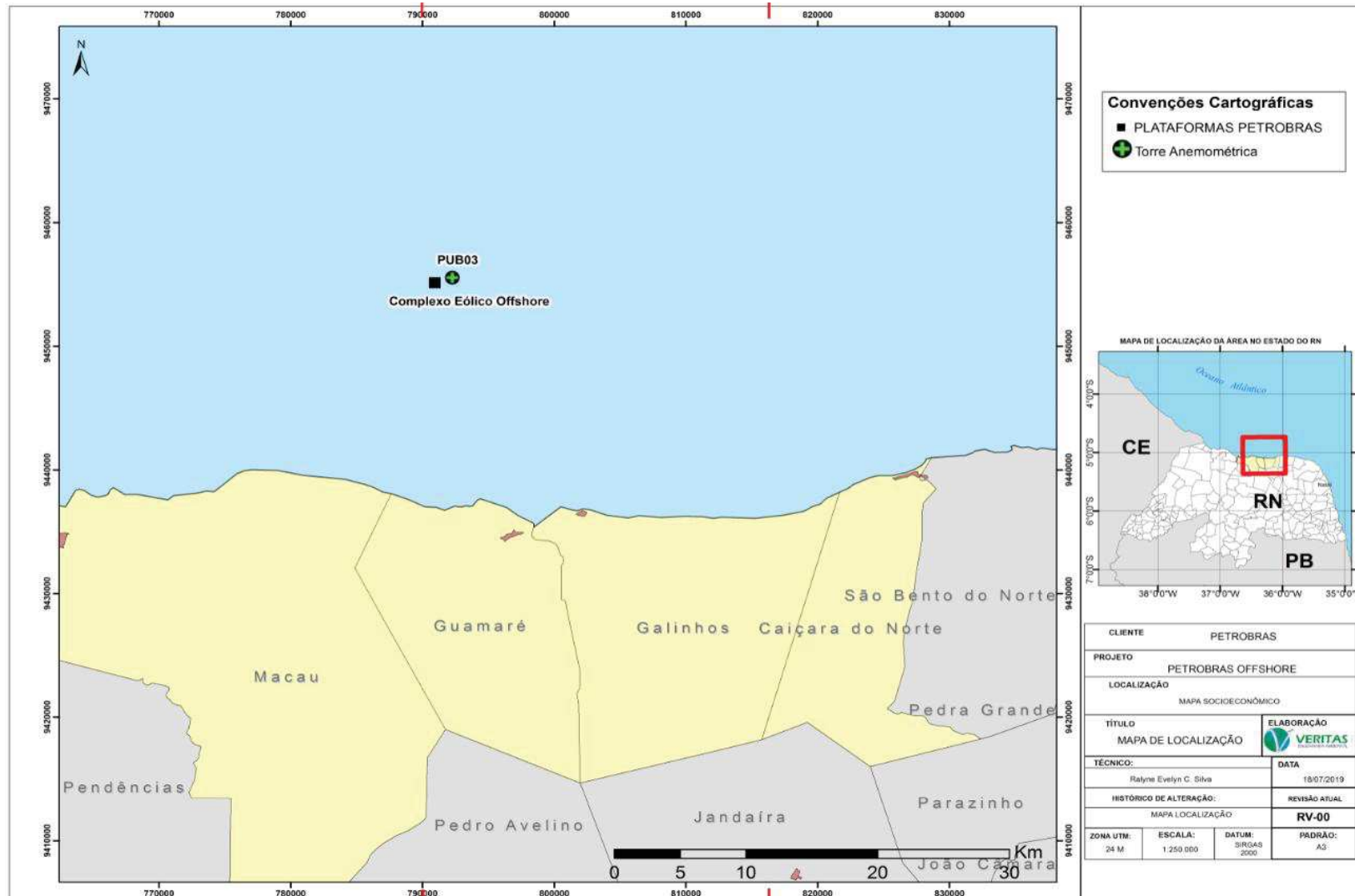


Figura IV.2-2 – Mapa de Localização da Área de Estudo do Meio Socioeconômico.

A Tabela IV.2-1 aponta a relação entre os critérios utilizados para a definição da área de estudo do meio socioeconômico e os municípios considerados.

Tabela IV.2-1 - Relação entre os critérios utilizados para a definição da área de estudo do meio socioeconômico e os municípios considerados.

	Municípios			
	Caiçara do Norte	Galinhos	Guamaré	Macau
Potencial interferência com atividade pesqueira	X	X	X	X
Rotas utilizadas pelas embarcações para apoio logístico			X	
Instalações de apoio ao desenvolvimento da atividade			X	

Fonte: Veritas Engenharia Ambiental, 2019.

Uma das premissas adotadas para definição da potencial interferência na atividade pesqueira levou em consideração a adoção das seguintes áreas de exclusão da navegação para empreendimentos eólicos offshore:

- ✓ 500 m a partir do aerogerador, durante a instalação do empreendimento, com duração de no máximo 30 dias;
- ✓ 50 m a partir do aerogerador, durante a operação do empreendimento, com duração estimada de 20 anos.

Essas áreas foram adotadas no presente estudo tendo como referência a experiência europeia com parques de geração de energia eólica offshore.

Outra premissa adotada, foi que a potencial interferência com a atividade pesqueira seria limitada à existência de embarcações com maior autonomia para viagens nos municípios (por exemplo, aquela do tipo bote ou barco com propulsão a motor), considerando a distância de 20 km do empreendimento em relação à costa. Também foi considerado o trânsito das embarcações de apoio na fase de instalação, no caso dos municípios mais próximos.

Com base nas premissas acima, há uma potencial interferência com a atividade pesqueira a partir da instalação e operação do empreendimento nos municípios Caiçara do Norte e Macau, por possuírem embarcações com maior autonomia para viagens; e também nos municípios de Galinhos e Guamaré, considerando uma potencial interferência relacionada às rotas das embarcações de apoio logístico.

Área Diretamente Afetada (ADA)

A definição da ADA considerou o município de Guararé, levando-se em conta a infraestrutura já existente da PETROBRAS, que servirá como apoio logístico ao empreendimento. Este apoio logístico afetará, mesmo que em pequenas proporções, as atividades econômicas do município (serviços de alimentação e hospedagem, por exemplo).

V - DIAGNÓSTICO AMBIENTAL

V.A - Legislação Ambiental

Segundo o Artigo 7º, Inciso XIV, alínea b, da Lei Complementar Federal nº 140/11 (harmônica com a Política Nacional do Meio Ambiente, que foi instituída por efeito da Lei Federal nº 6.938/81), a competência pelo licenciamento ambiental é automaticamente direcionada ao Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA) quando os empreendimentos e atividades forem:

"localizados ou desenvolvidos no mar territorial, na plataforma continental ou na zona econômica exclusiva;"

Sendo assim, o Projeto Planta Piloto de Geração Eólica Offshore enquadra-se no grupo de empreendimentos que devem ter seus processos de licenciamento ambiental conduzidos pelo IBAMA.

Cabe também salientar que, como o projeto prevê uma capacidade de geração de energia de até 10 MW e apresenta baixo potencial de impacto ambiental, o licenciamento ambiental do mesmo não dependerá da elaboração de Estudo de Impacto Ambiental e respectivo Relatório de Impacto Ambiental, conforme previsão legal da Resolução CONAMA nº 001, de 23 de janeiro de 1986. Desta forma, o IBAMA emitiu através do Ofício nº 75/2018/DENEF/COHID/CGTEF/DILIC-IBAMA o Termo de Referência para a elaboração do presente Estudo Ambiental.

Seguindo a orientação do Termo de Referência emitido pelo IBAMA, segue Tabela V.A-1 com a identificação e apresentação da legislação ambiental aplicável ao Projeto Planta Piloto de Geração Eólica Offshore:

Tabela V.A-1 - Legislação Ambiental Aplicável.

Art. 225 da Constituição Federal de 1988	Todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao Poder Público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações.
Decreto n.º 85, de 11 de Abril de 1991	Promulga a Convenção Internacional sobre Busca e Salvamento Marítimos (SAR
Decreto n.º 1.413, de 31 de Julho de 1975	Dispõe sobre o controle da poluição do meio ambiente provocada por atividades industriais.
Decreto n.º 2.508, de 04 de Março de 1998	Promulga o Convenção Internacional para a Prevenção da Poluição Causada por Navios, concluída em Londres, em 2 de novembro de 1973, seu Protocolo, concluído em Londres, em 17 de fevereiro de 1978, suas Emendas de 1984 e seus Anexos Opcionais III, IV e V.
Decreto n.º 2.519, de 16 de Março de 1988	Promulga a Convenção sobre Diversidade Biológica, assinada no Rio de Janeiro, em 05 de junho de 1992.
Decreto n.º 3.842, de 13 de Junho de 2001	Promulga a Convenção Interamericana para a Proteção e a Conservação das Tartarugas Marinhas, concluída em Caracas, em 1o de dezembro de 1996.
Decreto n.º 3.939, de 26 de Setembro de 2001	Dispõe sobre a Comissão Interministerial para os Recursos do Mar (CIRM) e dá outras providências.
Decreto n.º 4.136, de 20 de Fevereiro de 2002	Dispõe sobre a especificação das sanções aplicáveis às infrações às regras de prevenção, controle e fiscalização da poluição causada por lançamento de óleo e outras substâncias nocivas ou perigosas em águas sob jurisdição nacional, prevista na Lei no 9.966, de 28 de abril de 2000, e dá outras providências.
Decreto n.º 4.810, de 19 de Agosto de 2003	Estabelece normas para operação de embarcações pesqueiras nas zonas brasileiras de pesca, alto mar e por meio de acordos internacionais, e dá outras providências.
Decreto n.º 4.871, de 06 de Novembro de 2003	Dispõe sobre a instituição dos Planos de Áreas para o combate à poluição por óleo em

	águas sob jurisdição nacional e dá outras providências.
Decreto n.º 5.098, de 03 de Junho de 2004	Dispõe sobre a criação do Plano Nacional de Prevenção, Preparação e Resposta Rápida a Emergências Ambientais com Produtos Químicos Perigosos - P2R2, e dá outras providências.
Decreto n.º 5.208, de 17 de Setembro de 2004	Promulga o Acordo-Quadro sobre Meio Ambiente do Mercosul.
Decreto n.º 5.300, de 07 de Dezembro de 2004	Regulamenta a Lei nº 7.661, de 16 de maio de 1988, que institui o Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro - PNGC, dispõe sobre regras de uso e ocupação da zona costeira e estabelece critérios de gestão da orla marítima, e dá outras providências.
Decreto 5.377 de 23 de Fevereiro de 2005.	Aprova a Política Nacional para os Recursos do Mar - PNRM.
Decreto n.º 5.758, de 13 de Abril de 2006	Institui o Plano Estratégico Nacional de Áreas Protegidas - PNAP, seus princípios, diretrizes, objetivos e estratégias, e dá outras providências.
Decreto n.º 6.511, de 17 de Julho de 2008	Promulga as emendas aos Anexos da Convenção sobre Prevenção da Poluição Marinha Causada pelo Alijamento no Mar de Resíduos e Outras Matérias.
Decreto n.º 6.514, de 22 de Julho de 2008	Dispõe sobre as infrações e sanções administrativas ao meio ambiente, estabelece o processo administrativo federal para apuração destas infrações, e dá outras providências.
Decreto n.º 7.804, de 18 de Julho de 1989	Altera a Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981, que dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, a Lei nº 7.735, de 22 de fevereiro de 1989, a Lei nº 6.803, de 2 de julho de 1980, e dá outras providências.

Decreto n.º 8.127, de 22 de Outubro de 2013	Institui o Plano Nacional de Contingência para Incidentes de Poluição por Óleo em Águas sob Jurisdição Nacional, altera o Decreto n.º 4.871, de 6 de novembro de 2003, e o Decreto n.º 4.136, de 20 de fevereiro de 2002, e dá outras providências.
Decreto n.º 8.345, de 13 de Novembro de 2014	Promulga o texto da Convenção Internacional sobre Controle de Sistemas Antiincrustantes Danosos em Navios, adotada pela Organização Marítima Internacional, em Londres, em 5 de outubro de 2001.
Decreto n.º 87.566, de 16 de Dezembro de 1982	Promulga o texto da convenção sobre Prevenção da Poluição Marinha por Alijamento de Resíduos e Outras Matérias, concluída em Londres, a 29 de dezembro de 1972.
Decreto n.º 98.145, de 15 de Setembro de 1989	Aprova o Plano de Levantamento da Plataforma Continental Brasileira, e dá outras providências.
Lei Complementar n.º 140, de 08 de Dezembro de 2011	Fixa normas, nos termos dos incisos III, VI e VII do caput e do parágrafo único do art. 23 da Constituição Federal, para a cooperação entre a União, os Estados, o Distrito Federal e os Municípios nas ações administrativas decorrentes do exercício da competência comum relativas à proteção das paisagens naturais notáveis, à proteção do meio ambiente, ao combate à poluição em qualquer de suas formas e à preservação das florestas, da fauna e da flora; e altera a Lei no 6.938, de 31 de agosto de 1981.
Lei Federal n.º 5.197, de 03 de Janeiro de 1967	Dispõe sobre a proteção à fauna e dá outras providências.
Lei Federal n.º 6.803 de 02 de Julho de 1980	Dispõe sobre as diretrizes básicas para o zoneamento industrial nas áreas críticas de poluição, e dá outras providências.
Lei Federal n.º 6.938, de 31 de Agosto de 1981	Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências.
Lei Federal n.º 7.661, de 16 de Maio de 1988	Institui o Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro e dá outras providências.

Lei Federal 8.987, de 13 de Fevereiro de 1995	Dispõe sobre o regime de concessão e permissão da prestação de serviços públicos previsto no art. 175 da Constituição Federal, e dá outras providências.
Lei Federal n.º 8.001, de 13 de Março de 1990.	Define os percentuais da distribuição da compensação financeira de que trata a Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989, e dá outras providências.
Lei Federal n.º 8.617, 04 de Janeiro de 1993.	Dispõe sobre o mar territorial, a zona contígua, a zona econômica exclusiva e a plataforma continental brasileiros, e dá outras providências.
Lei Federal n.º 9.427, de 26 de Dezembro de 1996	Institui a Agência Nacional de Energia Elétrica - ANEEL, disciplina o regime das concessões de serviços públicos de energia elétrica e dá outras providências.
Lei Federal n.º 9.605, de 12 de Fevereiro de 1998	Dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente, e dá outras providências.
Lei Federal n.º 9.795, de 27 de Abril de 1999	Dispõe sobre a educação ambiental, institui a Política Nacional de Educação Ambiental e dá outras providências.
Lei Federal n.º 9.966, de 28 de Abril de 2000	Dispõe sobre a prevenção, o controle e a fiscalização da poluição causada por lançamento de óleo e outras substâncias nocivas ou perigosas em águas sob jurisdição nacional e dá outras providências.
Lei Federal n.º 9.991, de 24 de Julho de 2000	Dispõe sobre realização de investimentos em pesquisa e desenvolvimento e em eficiência energética por parte das empresas concessionárias, permissionárias e autorizadas do setor de energia elétrica, e dá outras providências.
Lei Federal n.º 9.993, de 24 de Julho de 2000	Destina recursos da compensação financeira pela utilização de recursos hídricos para fins de geração de energia elétrica e pela exploração de recursos minerais para o setor de ciência e tecnologia.
Lei Federal n.º 9.748, de 07 de Agosto de 1997	Dispõe sobre a política energética nacional, as atividades relativas ao monopólio do petróleo, institui o Conselho Nacional de Política Energética e a Agência Nacional do Petróleo e dá outras providências.

Lei Federal n.º 10.295, de 17 de Outubro de 2001	Dispõe sobre a Política Nacional de Conservação e Uso Racional de Energia e dá outras providências.
Lei Federal n.º 10.848, de 15 de Março de 2004	Dispõe sobre a comercialização de energia elétrica, altera as Leis nos 5.655, de 20 de maio de 1971, 8.631, de 4 de março de 1993, 9.074, de 7 de julho de 1995, 9.427, de 26 de dezembro de 1996, 9.478, de 6 de agosto de 1997, 9.648, de 27 de maio de 1998, 9.991, de 24 de julho de 2000, 10.438, de 26 de abril de 2002, e dá outras providências.
Lei Federal n.º 10.973, de 02 de Dezembro de 2004	Dispõe sobre incentivos à inovação e à pesquisa científica e tecnológica no ambiente produtivo e dá outras providências.
Lei Federal n.º 12.111, de 09 de Dezembro de 2009	Dispõe sobre os serviços de energia elétrica nos Sistemas Isolados; altera as Leis nos 9.991, de 24 de julho de 2000, 9.074, de 7 de julho de 1995, 9.427, de 26 de dezembro de 1996, e 10.848, de 15 de março de 2004; revoga dispositivos das Leis nos 8.631, de 4 de março de 1993, 9.648, de 27 de maio de 1998, e 10.833, de 29 de dezembro de 2003; e dá outras providência.
Lei Federal n.º 12.305, de 02 de Agosto de 2010	Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei no 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências.
MARPOL 73/74	A Convenção Internacional para a Prevenção da Poluição por Navios
NBR 10151	Avaliação do ruído em áreas habitadas, visando o conforto da comunidade - Procedimento
NBR 10152	Níveis de ruído para conforto acústico
NHO 06 -2ª Edição (2017)	Estabelece critérios e procedimentos para a avaliação da exposição ocupacional ao calor.
Norma NBR 04	Serviços Especializados em Eng. de Segurança e em Medicina do Trabalho.
Norma NBR 06	Equipamentos de Proteção Individual – EPI.
Norma NBR 07	Programas de Controle Médico de Saúde Ocupacional.
Norma NBR 09	Programas de Prevenção de Riscos Ambientais.

Norma NBR 10	Segurança em Instalações e Serviços em Eletricidade.
Norma NBR 11	Transporte, Movimentação, Armazenagem e Manuseio de Materiais.
Norma NBR 16	Atividades e Operações Perigosas.
Norma NBR 23	Proteção Contra Incêndios.
Norma NBR 24	Condições Sanitárias e de Conforto nos Locais de Trabalho.
Norma NBR 25	Resíduos Industriais.
Norma NBR 26	Sinalização de Segurança.
Norma NBR 27	Registro Profissional do Técnico de Segurança do Trabalho no MTB.
Norma NBR 28	Fiscalização e Penalidades.
Norma NBR 35	Trabalho em Altura.
NORMAN n.º 015/DPC	Normas da Autoridade Marítima para Atividades Subaquáticas
NORMAN n.º 023/DPC	Normas da Autoridade Marítima para Controle de Sistemas Antiincrustantes em Embarcações
NORMAN n.º 07/DPC	Normas da Autoridade Marítima para Atividades de Inspeção Naval
Nota Técnica IBAMA CGPEG/DILIC n.º 01/2011	Diretrizes para apresentação, implementação e para elaboração de relatórios, nos processos de licenciamento ambiental dos empreendimentos marítimos de exploração e produção de petróleo e gás
NR 15	Atividades e Operações Insalubres
Portaria IBAMA n.º 1.522, de 19 de dezembro de 1989	Dispõe sobre a lista oficial de espécies de fauna brasileira ameaçada de extinção
Resolução CONAMA n.º 001 de 23 de janeiro de 1986	Considera a necessidade de se estabelecerem as definições, as responsabilidades, os critérios básicos e as diretrizes gerais para uso e implementação da Avaliação de Impacto Ambiental como um dos instrumentos da Política Nacional do Meio Ambiente
Resolução CONAMA n.º 001 de 08 de março de 1990	Dispõe sobre a emissão de ruídos, em decorrência de quaisquer atividades industriais, comerciais, sociais ou recreativas, inclusive as de propaganda política. obedecerá, no interesse da saúde, do sossego público, aos padrões, critérios e diretrizes estabelecidos nesta Resolução.

Resolução CONAMA n.º 237, de 19 de dezembro de 1997	Dispõe sobre licenciamento ambiental
Resolução CONAMA n.º 275, de 25 de abril de 2001	Estabelece o código de cores para os diferentes tipos de resíduos, a ser adotado na identificação de coletores e transportadores, bem como nas campanhas informativas para a coleta seletiva
Resolução CONAMA n.º 307, de 05 de julho de 2002	Estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil
Resolução CONAMA n.º 316, de 29 de outubro de 2002	Dispõe sobre procedimentos e critérios para o funcionamento de sistemas de tratamento térmico de resíduos
Resolução CONAMA n.º 358, de 29 de abril de 2005	Dispõe sobre o tratamento e a disposição final dos resíduos dos serviços de saúde e dá outras providências
Resolução CONAMA n.º 430, de 13 de maio de 2011	Dispõe sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes, complementa e altera a Resolução no 357, de 17 de março de 2005

V.B - Planos e Programas Governamentais

São apresentados nesta parte do capítulo os Planos e Programas Governamentais desenvolvidos no âmbito federal, estadual e municipal (com foco no município de Guamaré/RN) que apresentem alguma correlação com o empreendimento.

A pesquisa buscou identificar os principais pontos e objetivos dos planos e programas identificados, de modo a agregar maior conhecimento quanto à realidade e capacidade de investimento, possibilitando a avaliação de potenciais interferências desses com o empreendimento.

Esfera Federal

Há alguns anos, com o desenvolvimento populacional e energético, o Brasil, juntamente com alguns países e blocos econômicos, mantém um esforço contínuo para a utilização de uma matriz energética limpa, no intuito de atender os compromissos internacionais assumidos.

No ano de 1994, realizou-se o I Encontro para Definição de Diretrizes para o Desenvolvimento de Energia Solar e Eólica promovido pelo Ministério de Minas e Energia (MME) e Ministério de Ciência e Tecnologia (MCT). Foram elaborados naquela ocasião, metas e diretrizes, em reunião plenária com 120 participantes de 79 entidades, formulando, como resultado final, a chamada "Declaração de Belo Horizonte".

Desde então, vem sendo desenvolvidos Planos e Programas que visam Gerenciamento, Desenvolvimento Sustentável e Desenvolvimento destas atividades, atendendo e melhorando o que já havia sido concretizado em Planos e Programas elaborados anteriormente, nos quais impactam diretamente a Implantação do Projeto Piloto de Geração de Energia Eólica Offshore no Brasil, os citados na Tabela V.B-1.

Tabela V.B-1 - Planos e Programas Governamentais – Esfera Federal

DENOMINAÇÃO DA POLÍTICA	INÍCIO DE EXECUÇÃO	OBJETIVOS	ÁREA DE ATUAÇÃO
Plano Decenal de Expansão de Energia 2027	2018	Perspectivas de Expansão futura do setor de energia sob a ótica do Governo no Horizonte de 10 anos	Economia, Sociedade, Meio Ambiente e Desenvolvimento
Política Energética Nacional	1997	Administrar e explorar da melhor forma possível os recursos do território nacional	Indústria, o comércio e a população em geral
Política Nacional para os Recursos do Mar – PNRM	2005	Tem por finalidade orientar o desenvolvimento das atividades que visem à efetiva utilização, exploração e aproveitamento dos recursos vivos, minerais e energéticos do Mar Territorial, da Zona Econômica Exclusiva e da Plataforma Continental, de acordo com os interesses nacionais, de forma racional e sustentável para o desenvolvimento socioeconômico do País, gerando emprego e renda e contribuindo para a inserção social.	Economia, Sociedade, Meio Ambiente e Desenvolvimento
Zoneamento Ecológico Econômico (ZEE)	2002	Visão estratégica do território nacional para a articulação política e para objetivar metas de crescimento econômico e de combate à desigualdade social	Territorial, Social, Cultural e Ambiental
Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro - PNGC	1988	Compromisso governamental com o planejamento integrado da utilização de tais recursos, visando o ordenamento da ocupação dos espaços litorâneos	Indústria, o comércio e a população em geral

DENOMINAÇÃO DA POLÍTICA	INÍCIO DE EXECUÇÃO	OBJETIVOS	ÁREA DE ATUAÇÃO
Plano Setorial para os Recursos do Mar (PSRM)	1981	Fixar as medidas essenciais tanto à promoção da integração do Mar Territorial, da Plataforma Continental e da Zona Econômica Exclusiva (ZEE), ao espaço brasileiro e quanto ao uso sustentável dos recursos do mar	Indústria, o comércio e a população em geral
Planejamento Espacial Marinho (MSP)	2007	Aumentar o conhecimento científico, desenvolver capacidades de pesquisa e transferir tecnologia marinha.	Economia, Sociedade e Desenvolvimento
Agenda 2030 para o desenvolvimento sustentável – ODS 14 – Vida na Água	2015	Plano de ação para erradicar a pobreza, proteger o planeta e garantir que as pessoas alcancem a paz e a prosperidade Conservação e Uso Sustentável dos oceanos, dos mares e dos recursos marinhos para o desenvolvimento sustentável.	Economia, Sociedade, Meio Ambiente e Desenvolvimento
Amazônia Azul	1988	Conservação e uso sustentável dos oceanos, dos mares e dos recursos marinhos para o desenvolvimento sustentável	Economia, Sociedade, Meio Ambiente e Desenvolvimento
Plano de levantamento da plataforma continental brasileira	1993	Estabelecer o limite exterior da nossa Plataforma Continental no seu enfoque jurídico	Territorial, Social, Cultural e Ambiental
Política Nacional de Desenvolvimento Sustentável da Aquicultura e da Pesca	1988	Regula as atividades pesqueiras	Indústria, o comércio e a população em geral
PAC	2007	Plano estratégico de resgate do planejamento e de retomada dos investimentos em setores estruturantes do país	Consumo de bens e serviços

DENOMINAÇÃO DA POLÍTICA	INÍCIO DE EXECUÇÃO	OBJETIVOS	ÁREA DE ATUAÇÃO
Política Nacional sobre Mudança do Clima	2009	Compromisso voluntário do Brasil junto à Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima de redução de emissões de gases de efeito estufa entre 36,1% e 38,9% das emissões projetadas até 2020.	Economia, Sociedade e Desenvolvimento

Esfra Estadual

O Estado do Rio Grande do Norte tem, através de programas e planos, a missão de promover a política ambiental do Estado, visando o desenvolvimento sustentável e aproveitando as potencialidades regionais em busca da melhoria da qualidade de vida da população. Neste contexto, a política estadual possui alguns Programas e Planos (Tabela V.B-2).

Tabela V.B-2 - Planos e Programas - Esfera Estadual.

DENOMINAÇÃO DA POLÍTICA	INÍCIO DE EXECUÇÃO	OBJETIVOS	ÁREA DE ATUAÇÃO
Plano Plurianual do Estado do RN	2016	Define diretrizes, objetivos e metas com o propósito de viabilizar a implementação e a gestão das políticas públicas, orientar a definição de prioridades e auxiliar na promoção do desenvolvimento sustentável do Estado.	Economia, Sociedade, Meio Ambiente e Desenvolvimento
Política Energética Estadual	2016	Conjunto das estratégias voltadas a garantir um desenvolvimento equilibrado e sustentável	Economia, Sociedade, Meio Ambiente e Desenvolvimento
Zoneamento Ecológico-Econômico Estadual	2011	Proporcionar uma base técnico-científica e operacional para o planejamento da ocupação do território	Economia, Sociedade, Meio Ambiente e Desenvolvimento
Plano de Manejo da reserva Ponta do Tubarão	2018	Diagnóstico da área e os programas de gestão am-	Economia, Sociedade, Meio Ambiente e Desenvolvimento

DENOMINAÇÃO DA POLÍTICA	INÍCIO DE EXECUÇÃO	OBJETIVOS	ÁREA DE ATUAÇÃO
		biental a serem implanta- dos	
Plano de Gestão Ambiental Compartilhada	2014	Apresentar uma proposta de gestão ambiental compartilhada para o Estado do Rio Grande do Norte, com fins de descentralizar a atribuição de licenciamento ambiental das atividades consideradas potencialmente poluidoras e degradadoras e sua fiscalização e monitoramento	Economia, Sociedade, Meio Ambiente e Desenvolvimento

Esfera Municipal – Guamaré (Rn)

A Prefeitura de Guamaré, dentro das limitações de ser um município de pequeno porte, em sua política de Meio Ambiente e Desenvolvimento prevê ações e planos para estabelecer parâmetros de utilização de seus recursos naturais e patrimoniais (Tabela V.B-3).

Tabela V.B-3 - Planos e Programas – Esfera Municipal

DENOMINAÇÃO DA POLÍTICA	INÍCIO DE EXECUÇÃO	OBJETIVOS	ÁREA DE ATUAÇÃO
Plano Diretor do Município de Guamaré	2012	Propor no desenvolvimento territorial, a justa distribuição das riquezas e a equidade social; Estabelecer parâmetros de controle do uso dos recursos naturais que assegurem a defesa e a gestão do patrimônio ambiental do município evitando os possíveis impactos decorrentes da atividade humana	Economia, Sociedade, Meio Ambiente e Desenvolvimento
Plano Plurianual de Guamaré/RN	2010	Promover o processo de implantação e estruturação técnica e administrativa de atividades dentro dos princípios	Economia, Sociedade, Meio Ambiente e Desenvolvimento

DENOMINAÇÃO DA POLÍTICA	INÍCIO DE EXECUÇÃO	OBJETIVOS	ÁREA DE ATUAÇÃO
		modernos da gestão pública integrada.	

Observando os Planos e Programas relativos às três esferas de governo, percebe-se a compatibilidade do empreendimento em relação ao interesse público. Isto se justifica, principalmente, em função da possibilidade de fomentar a disponibilidade de energia elétrica através de uma nova atividade no país, com menor potencial de impacto ambiental em relação a outras formas de geração de energia.

V.1 - Meio Físico

V.1.1 - Meteorologia e Climatologia

A maioria das informações referentes à Meteorologia e Climatologia é pertinente à base de dados disponível em relatórios da PETROBRAS, elaborados entre os anos de 2006 e 2007 e fundamentados em dados coletados até o ano de 2005 na estação meteorológica de Macau, do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), localizada em terra (-5.151035°S / -36.573142°W) e com 17 m de altitude, em Macau/RN, distante cerca de 31 km do Campo de Ubarana (Figura V.1.1-1), e de duas outras estações meteorológicas da PETROBRAS instaladas uma no Campo de Serra-Macau (Estação – A, Figura V.1.1-2) e outra na praia de Minhoto (Estação – B, Figura V.1.1-3). Contudo, em complemento à essa base de dados disponível nos referidos relatórios técnicos da PETROBRAS e que se restringe às coletas realizadas até o ano de 2005, buscou-se atualizar as informações sobre a meteorologia e climatologia com dados mais recentes da mesma estação do INMET, juntados aos modelos de reanálise da circulação global (ERA-Interim, Simmons et. al., 2007; Dee et al., 2011), nos documentos e artigos científicos disponíveis para o litoral setentrional do Rio Grande do Norte e de acesso livre.

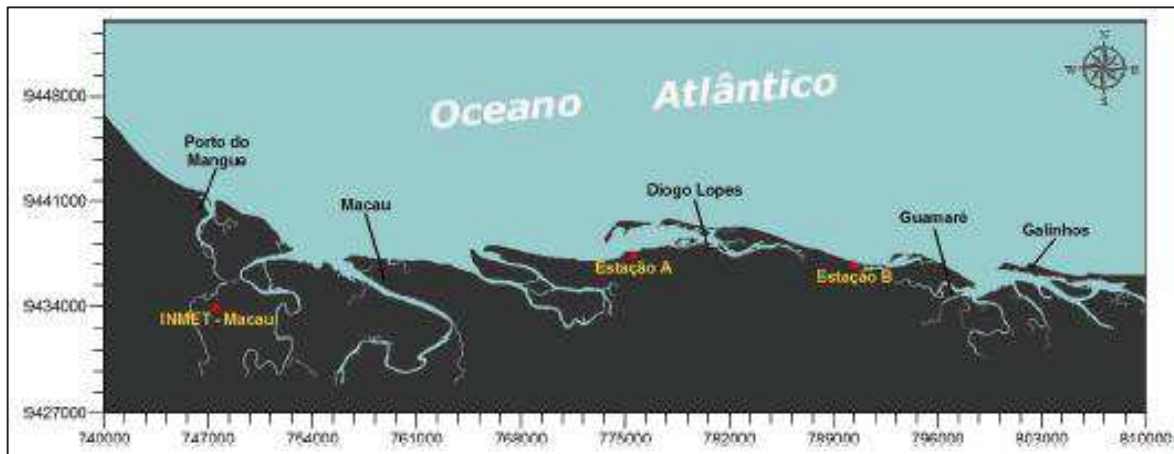


Figura V.1.1-1- Localização das estações meteorológicas na região terrestre, no litoral setentrional do Rio Grande do Norte: Estação meteorológica do INMET-Macau; estações meteorológicas pertencentes à PETROBRAS: Estação A (Campo de Serra-Macau) e Estação B (praia de Minhoto).

Fonte: PETROBRAS (2007).

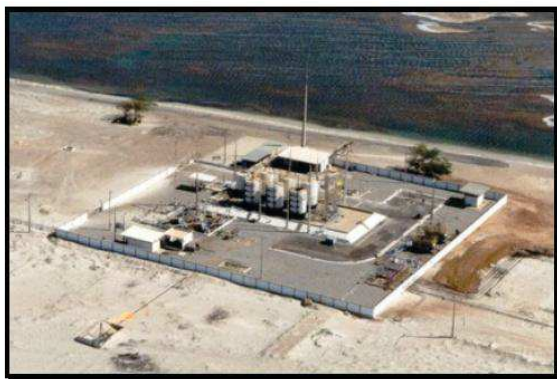


Figura V.1.1-2- Vista geral da estação meteorológica instalada no Campo de Serra - Macau (Estação A).

Fonte: PETROBRAS (2006).



Figura V.1.1-3 - Vista área da estação meteorológica instalada na praia do Minhoto (Estação B).

Fonte: PETROBRAS (2006).

V.1.1.1 - Temperatura do Ar

A partir de dados da estação meteorológica de Macau no período de 1995 a 2005 (Figura V.1.1.1-1) e do INMET-Macau, a série temporal mostra que a temperatura na área apresenta-se elevada o ano todo, com valor médio de 27,84°C, sendo a menor média observada em julho, com 26,96°C, e o maior valor médio de 28,4°C em fevereiro. A média das temperaturas máximas é próxima de 30°C, com oscilações entre 34,8°C (abril de 1998) e 27°C (julho de 1995). A média das mínimas de 23,97°C, oscila entre 26° (abril de 1998) e 21,7°C (agosto de 1995).

As temperaturas menores que 23°C ocorrem, ocasionalmente, no período a partir de abril e podem ser correlacionadas às chegadas de frentes frias oriundas do Sul do Brasil, que chegam enfraquecidas na região. A diminuição das temperaturas a partir de abril é também associada ao início do período chuvoso (PETROBRAS, 2006).

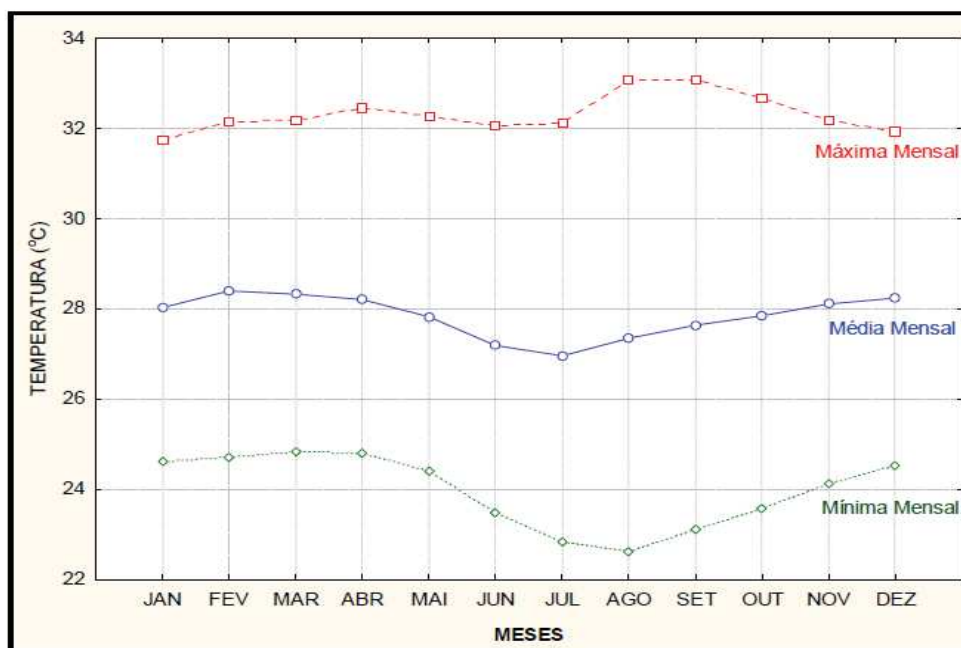


Figura V.1.1.1-1 - Dados da Temperatura Média Mensal (em °C) para a estações meteorológicas da PETROBRAS, Município de Macau.

Fonte: PETROBRAS (2006)

Outra base de dados, a partir de uma série temporal referente à estação meteorológica de Macau de 1991 a 1990 (Figura V.1.1.1-2), apresenta curvas de temperatura média de acordo com o comportamento padrão para a região, ou seja, baixa amplitude térmica (3,6°C), com mínimo de 25,0°C (em julho) e máximo de 28,6°C (em fevereiro). O valor médio de temperatura média máxima chega a 31,4°C (em abril) e média mínima chega a 20,3°C (em junho e setembro) (PETROBRAS, 2007). Tal comportamento para a região do Município de Macau se difere de outras séries temporais em estações próximas na região, provavelmente, pelo fato de a cidade estar situada no litoral, com maiores temperaturas entre fevereiro e abril (PETROBRAS, 2007). Nas estações de Macau e Mossoró, os menores valores ocorrem no fim da estação chuvosa (junho e julho) e, em seguida, os valores voltam a subir (Figura V.1.1.1-3).

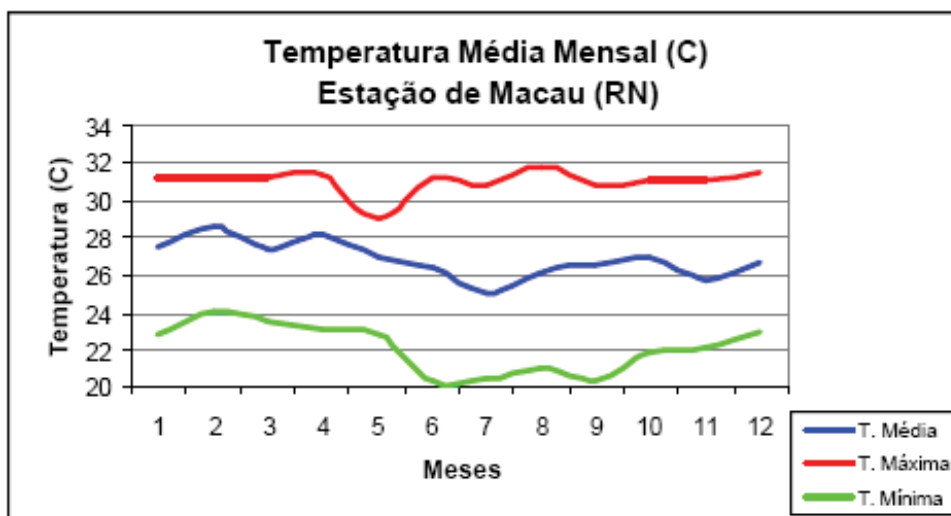


Figura V.1.1.1-2 - Dados da Temperatura Média Mensal (em °C) para a localidade da estação meteorológica do INMET-Macau.

Fonte: PETROBRAS (2007).

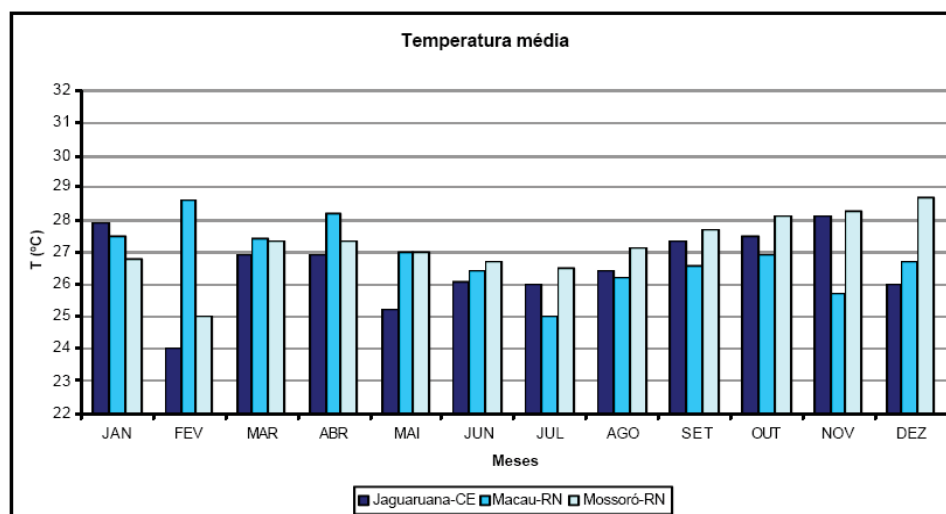


Figura V.1.1.1-3 - Variação mensal de Temperatura para Jaguaruana (CE); Mossoró (RN) e Macau (RN) para as localidades da base do INMET.

Fonte: PETROBRAS (2007).

Ainda como elemento de comparação dos resultados, os dados da estação meteorológica da praia do Minhoto foram agrupados em três subséries anuais (Figura V.1.1.1-4), revelando as maiores temperaturas médias no mês de dezembro para as séries 1 e 3, e para a série 2 no mês de fevereiro, com amplitude de 2,86° C, 1,49° C e 1,65° C, respectivamente. Nota-se uma pequena variação da temperatura média nessa estação, com valores entre 25,4° e 27,2°C (PETROBRAS, 2007).

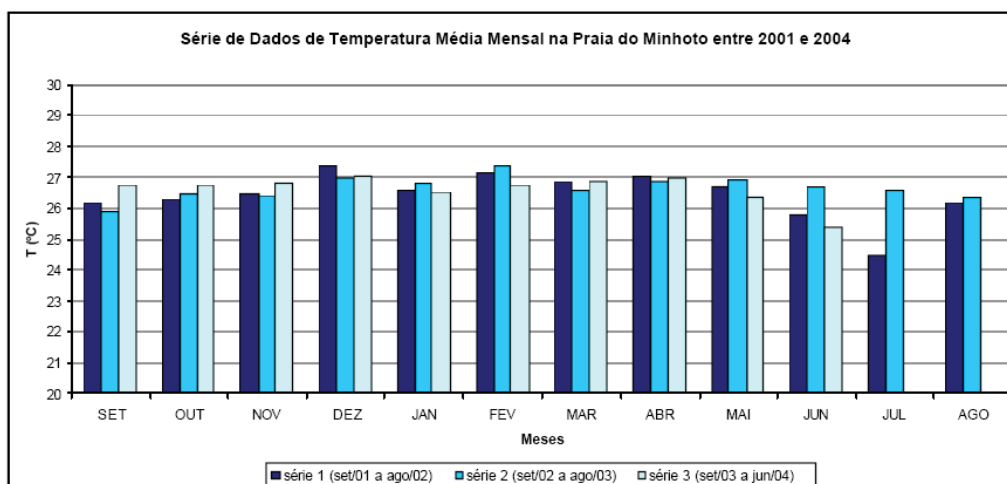


Figura V.1.1.1-4 - Temperatura Média Mensal para as três séries da estação meteorológica da praia do Minhoto.

Fonte: PETROBRAS (2007).

Com base em dados recentes da estação meteorológica do INMET-Macau (INMET, 2019), foi avaliada uma série temporal entre os anos de 2011 a 2018, em que foram obtidas análises estatísticas para comporem um cenário mais atual das informações sobre a temperatura do ar. A análise revela que nos últimos anos 8 anos os valores máximos de temperatura do ar atingiram 34,2°C, as temperaturas médias variaram entre 27,4°C a 28,5°C, enquanto as médias das temperaturas mínimas, variaram de 20,7°C a 22,7°C (Figura V.1.1.1-5).

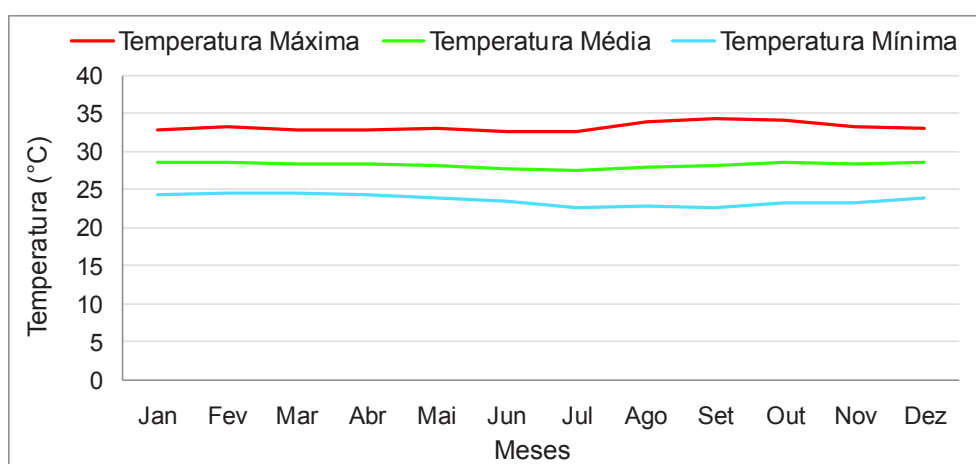


Figura V.1.1.1-5 - Dados da Temperatura Média Mensal (em °C) da série temporal entre 2011 e 2018 para a estação meteorológica do INMET-Macau.

Fonte: INMET (2019).

A Tabela V.1.1.1-1 apresenta um resumo estatístico da série temporal de 2011 a 2018, com os valores máximos acumulados, a média compensada e os valores mínimos de temperatura do ar registrados. Nota-se que a temperatura máxima registrada para a região ocorreu no mês de outubro com 35°C e a média compensada se deu ao longo do ano variando entre 27,4°C a 28,5°C. Os valores mínimos máximos absolutos da temperatura do ar ocorreram em setembro com 20,7°C e 21,5°C no mês de outubro.

Tabela V.1.1.1-1 - Estatística descritiva da série temporal de 2011 a 2018 da temperatura do ar na estação meteorológica INMET-Macau.

ESTAÇÃO	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
Máxima	34.0	34.7	34.1	34.1	34.0	33.5	34.5	34.9	34.8	35.0	34.5	33.9
Média	28.5	28.4	28.3	28.3	28.2	27.7	27.4	27.9	28.1	28.5	28.4	28.5
Mínima	23.4	23.9	23.7	23.9	23.4	22.9	21.8	22.1	20.7	21.5	21.6	22.9

Nas Figuras V.1.1.1-6 e V.1.1.1-7 serão apresentados os meses e anos cuja temperatura do ar na região mostrou-se com sua intensidade máxima e mínima. Conforme as figuras, verifica-se os valores máximos de temperatura para a região, acima de 34,5°C, ocorreram em fevereiro de 2013, e os maiores valores ocorrem de agosto a outubro de 2016, sendo considerado, portanto, como o ano mais quente observado neste período.

As temperaturas mínimas observadas neste período, abaixo de 22°C, ocorreram principalmente nos meses de julho a novembro, entre os anos de 2013, 2014 e 2012, contudo, a menores temperaturas foram registradas na maioria no ano de 2012.

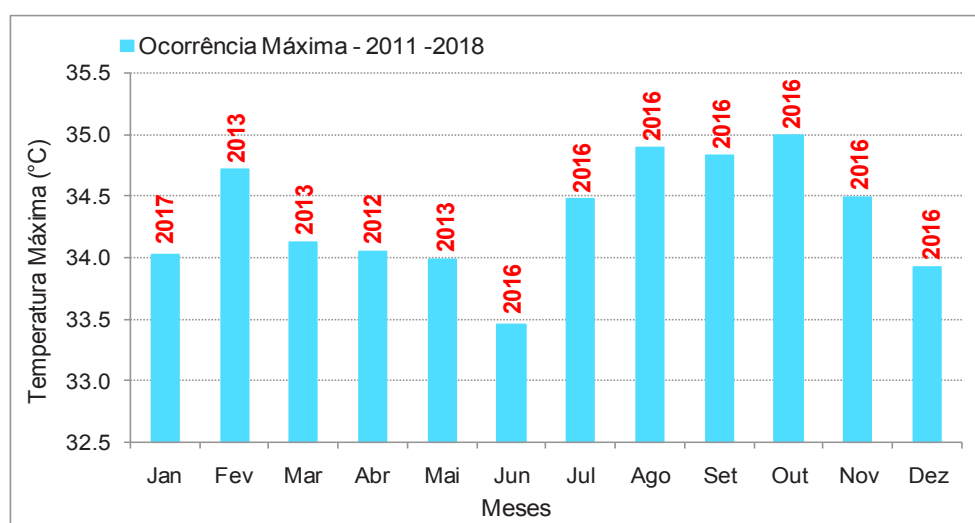


Figura V.1.1.1-6 - Ocorrência máxima da temperatura do ar para a estação meteorológica do INMET-Macau entre os anos de 2011 a 2018.

Fonte: INMET (2019).

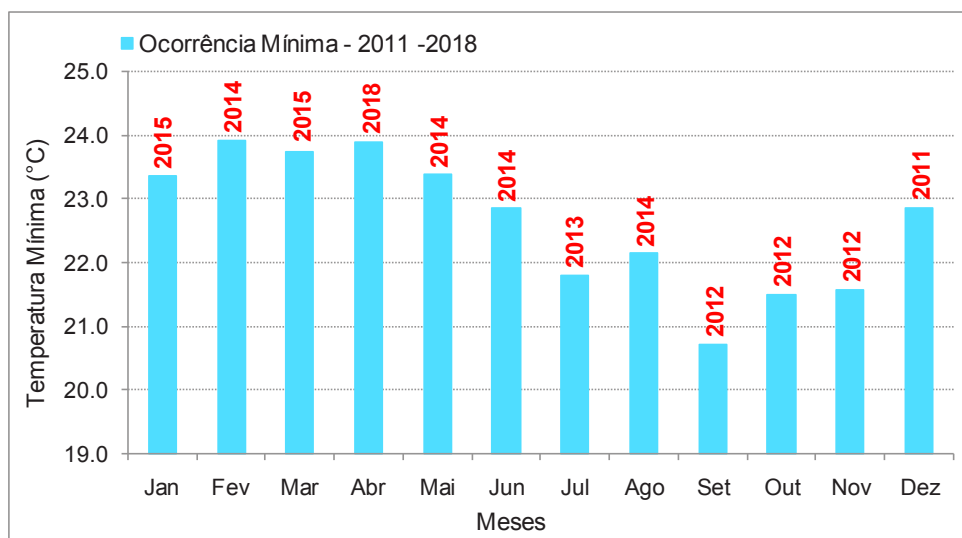


Figura V.1.1.1-7 - Ocorrência mínima da temperatura do ar para a estação meteorológica do INMET-Macau entre os anos de 2011 a 2018.

Fonte: INMET (2019).

Comparando-se os dados da série temporal de 2011 a 2018 com as normais climatológicas de temperatura do ar de 1961-1990 e 1981-2010 (INMET, 2019), observa-se que a média dos últimos 8 anos esteve muito próxima da normal climatológica de 1981-2010, sobretudo, nos primeiros meses do ano (janeiro a abril). Entretanto, nota-se que ocorreu uma alteração significativa nos valores de temperatura do ar, quando se compara a média de 2011 a 2018 e a normal climatológica de 1981-2010, com a normal climatológica de 1961-1990 (Figura V.1.1.1-8).

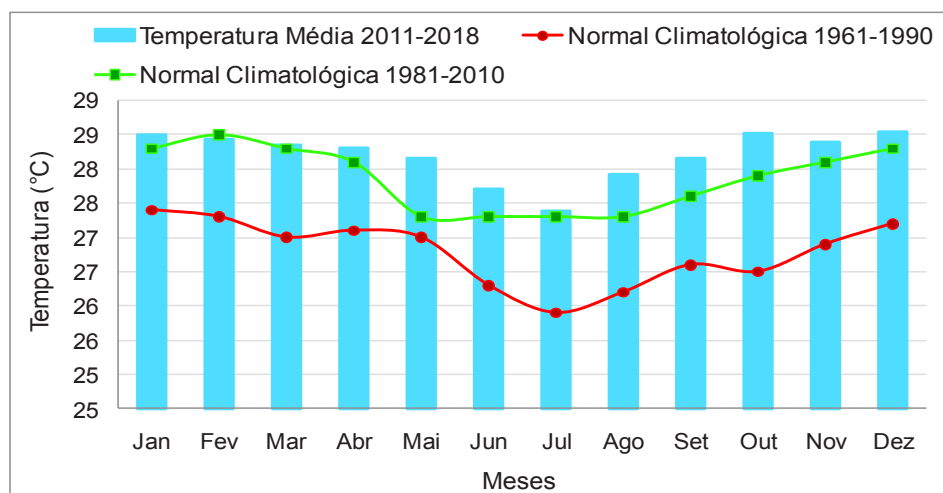


Figura V.1.1.1-8 - Médias comparativas da série temporal de 2011 a 2018 com as normais climatológicas (1961-1990 e 1981-2010) para a estação meteorológica INMET-Macau.

Fonte: INMET (2019).

A primeira normal climatológica apresenta uma variação ao longo do ano com médias mínimas de 25,9°C e médias máximas de 27,4°C. Na segunda normal climatológica ocorreu um aumento considerável nas médias ao longo do ano, com valores médios mínimos de 27,3°C e médias máximas de 28,5°C. As diferenças atingem valores da ordem de 1,4°C de aumento das médias de temperatura para as últimas décadas (Figura V.1.1.1-9). Tais alterações no comportamento da temperatura do ar, ou seja, o seu incremento, pode causar o aumento nas taxas de evaporação e, conseqüentemente, causar a redução das vazões dos rios na região (Marengo et al., 2011).

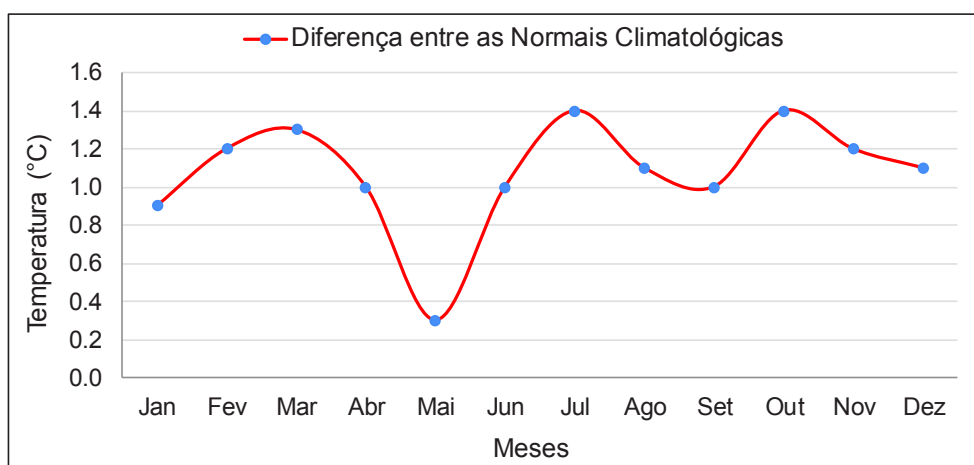


Figura V.1.1.1-9 - Diferenças entre a normal climatológica de 1961-1990 com a normal climatológica de 1981-2010 para a estação meteorológica INMET-Macau.

Fonte: INMET (2019).

Investigações sobre a variabilidade e a mudança do clima têm usado a temperatura média global da superfície para estabelecer o grau e o significado complexo das mudanças do clima durante o último século (Silva et al., 2009; Santos et al., 2010). A razão disto é expectativa de que a temperatura média global corresponde à mudança da forçante radiativa associada aos gases do efeito estufa e aerossóis dispersos na atmosfera (Santos et al., 2010).

As projeções do Painel Brasileiro de Mudanças Climáticas (PBMC) para o Nordeste Brasileiro (NEB) são de aumento entre 0,5 a 1,0°C na temperatura do ar durante as próximas três décadas (até 2040), com aumento gradual de temperatura de 1,5° a 2,5 °C (Guimarães et al., 2016). Outras projeções feitas para o NEB entre 2017 a 2100, revelam que em condições significativas mais quentes, podem ocorrer o aumento de temperatura entre 3,5° e 4,5°C, comprometendo, assim, ainda mais o agravamento do déficit hídrico regional e com efeito de redução drástica na distribuição da precipitação na região (PBMC, 2012;

Guimarães et al., 2016). Igualmente, segundo o Quinto Relatório de Avaliação do IPCC (AR5), é muito provável que as temperaturas do ar irão aumentar por todo o Continente Sul-americano, ocasionando redução nas chuvas durante a estação seca, sobretudo no NEB (Christensen et al., 2013; Guimarães et al., 2016).

V.1.1.2 - Umidade Relativa do Ar

A partir de dados da estação meteorológica do INMET-Macau no período de 1995 a 2005 (PETROBRAS, 2006), a série temporal para as médias de umidade relativa do ar ao longo do ano, encontram-se exposto na Figura V.1.1.2-1. Esse parâmetro obedece a um comportamento padrão ao longo do ano, intimamente relacionado com a pluviosidade local (PETROBRAS, 2007). Dessa forma, pode-se esperar que a umidade relativa do ar seja maior durante o principal período de chuvas na região, podendo se estender até julho em determinadas localidades.

A região de Macau apresenta média anual da ordem de 70,7%, embora as curvas de umidade para essa estação estejam de acordo com o padrão geral, os meses mais úmidos com umidade relativa do ar de 77% a 81%, são janeiro a junho. Durante a estação seca, a umidade do ar mantém-se praticamente constante, em torno de 67,6%, atingindo a média a 66,3% em setembro.

Para o período observado, a média mínima foi de 61% no mês de agosto. A umidade do ar na região, geralmente está acima de 50%, em função da influência do mar e da brisa marinha, comum nas primeiras horas da manhã (PETROBRAS, 2006)

As três séries de dados da estação meteorológica da praia do Minhoto encontram-se na Figura V.1.1.2-2, concordante com o estilo de variação descrito na base do INMET-Macau, os valores de umidade relativa na estação da praia do Minhoto apresentaram máximos (78%) no mês de janeiro para as séries 1 e 3, e no mês de março para a série 2, indicando maior pluviosidade local durante esses meses.

Os mínimos recaem durante a estação seca, em agosto, julho e setembro para as séries 1 (65%), 2 (62%) e 3 (65%), respectivamente, embora esta última não tenha registrado dados em julho e agosto de 2004. As médias das séries ficaram entre 71,3% (série 2) e 73,2% (série 3), não indicando variabilidades interanuais (Figura V.1.1.2-3).

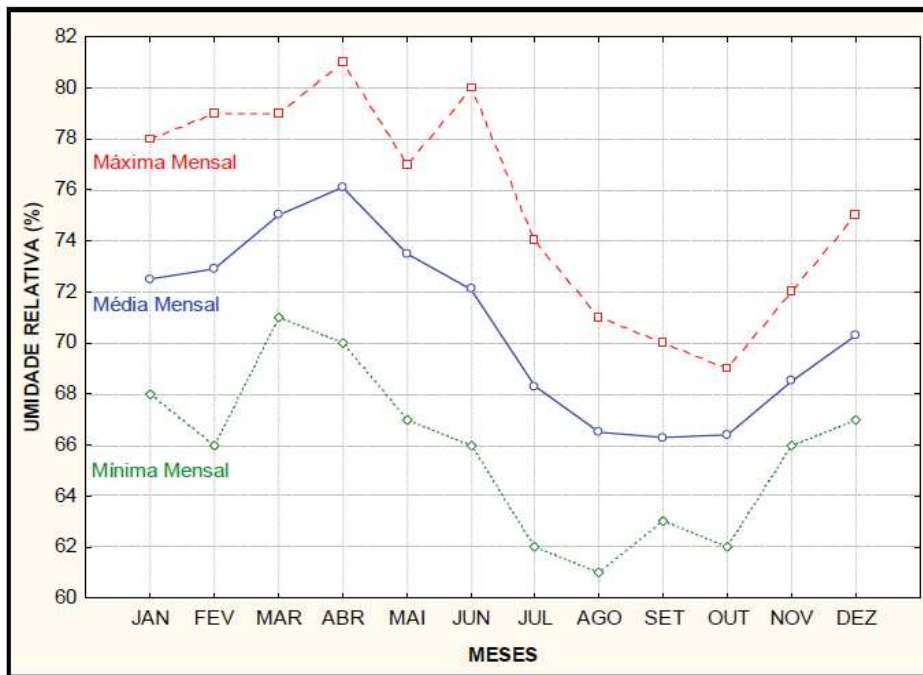


Figura V.1.1.2-1- Caminhamento da umidade relativa média mensal ao longo do ano a estação meteorológica INMET-Macau, durante o período de 1995-2005.

Fonte: PETROBRAS (2006).

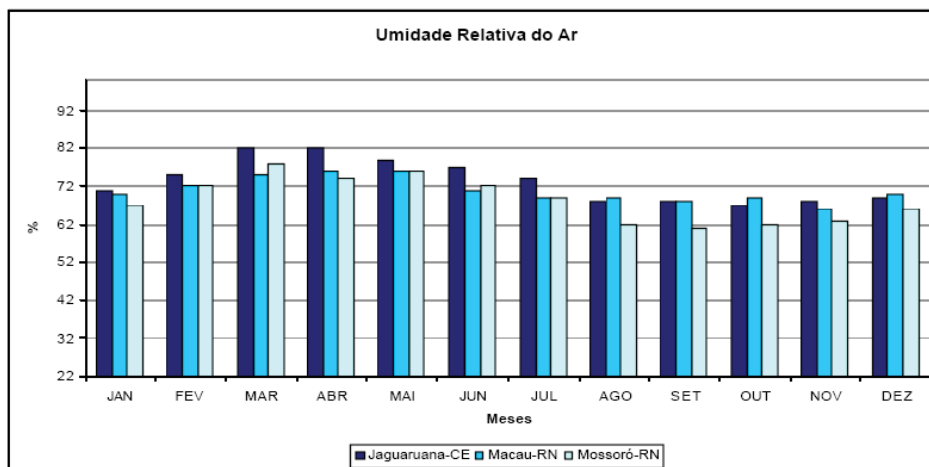


Figura V.1.1.2-2 - Valores de umidade relativa média mensal e anual (em %) na estação meteorológica INMET-Macau.

Fonte: PETROBRAS (2007).

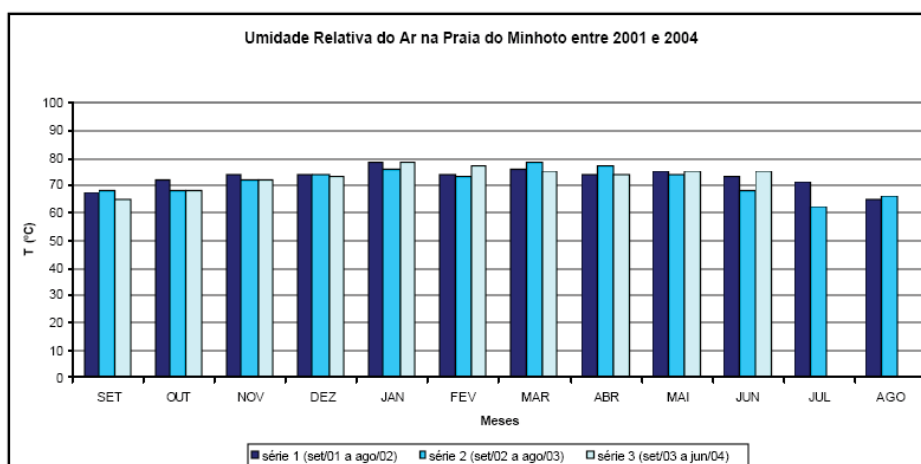


Figura V.1.1.2-1 - Dados de umidade relativa (em %) média mensal para as três séries de dados da estação da meteorológica da praia do Minhoto.

Fonte: PETROBRAS (2007).

Dados mais recentes da umidade relativa do ar, baseado na estação meteorológica do INMET-Macau (INMET, 2019), para o período de 2011 a 2018, revelam que a média acima de 70% da umidade, concentram-se nos meses de janeiro a junho (Figura V.1.1.2-4), não diferenciando significativamente das médias apresentadas anteriormente.

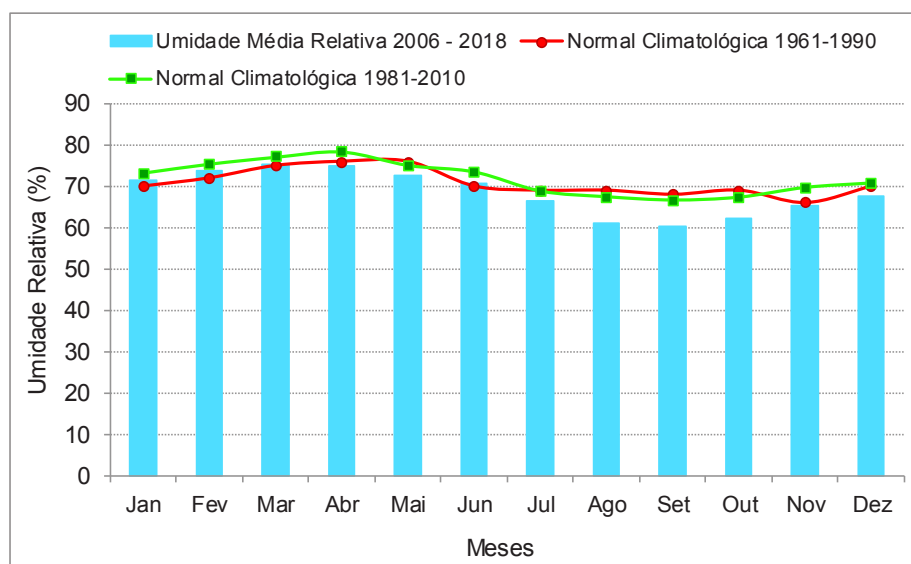


Figura V.1.1.2-2 - Dados de umidade relativa (em %) média mensal para as três séries de dados da estação da meteorológica da praia do Minhoto.

Fonte: PETROBRAS (2007).

Para as curvas de umidade relativa do ar das normais climatológicas para o período de 1961-1990 e para o período de 1981-2010 para a estação meteorológica do INMET-Macau (INMET, 2019), verifica-se que nos primeiros seis meses, de janeiro a junho, as curvas de umidade relativa do ar são muito similares às médias de 2011 a 2018, sugerindo que nesses meses não houve alterações significativas para este parâmetro. Contudo, nos meses de agosto a outubro, as curvas das normais climatológicas apresentam-se mais distantes, com variação de redução média de 7,8% de umidade da média (2011 a 2018) em relação às normais climatológicas (Figura V.1.1.2-5). A redução da umidade pode indicar aumento do ressecamento ambiental (Santos et al., 2010).

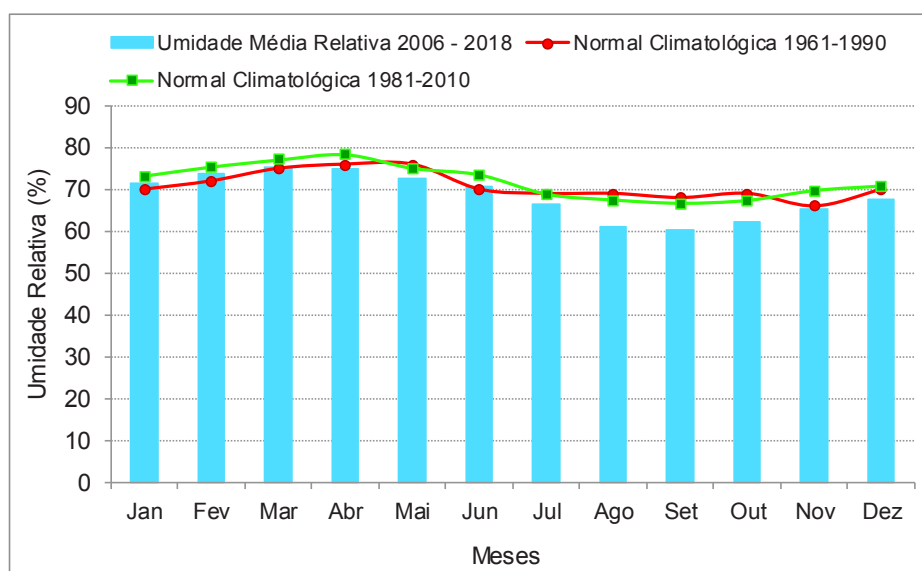


Figura V.1.1.2-3 - Médias mensais da umidade relativa do ar para a estação meteorológica do INMET-Macau para o período de 2011 a 2018, com sobreposição das normais climatológicas para o período de 1961-1990 e 1981-2010.

Fonte: INMET (2019).

Analisando os dados horários, para os ciclos de 12h00s, 18h00s e 24h00s, percebe-se que as curvas seguem a tendência similar às médias mensais do período de 2011 a 2018. Percebe-se que a curva das 24h00s, concentra os maiores valores de umidade relativa do ar ao longo de um dia durante todo o ano (INMET, 2019). A curva do ciclo das 18h00s concentra os valores de umidade mais baixos ao longo do dia entre os meses de janeiro a agosto, e de setembro a dezembro o ciclo das 12h00s segue com as médias dos valores mais baixos. Os meses de agosto a outubro coincidem com os meses de baixa precipitação na região. Marengo et al. (2011) aborda que a combinação do aumento da

temperatura do ar, redução das chuvas, associados a redução da umidade relativa do ar, fornecem as ferramentas necessárias para gerar secas.

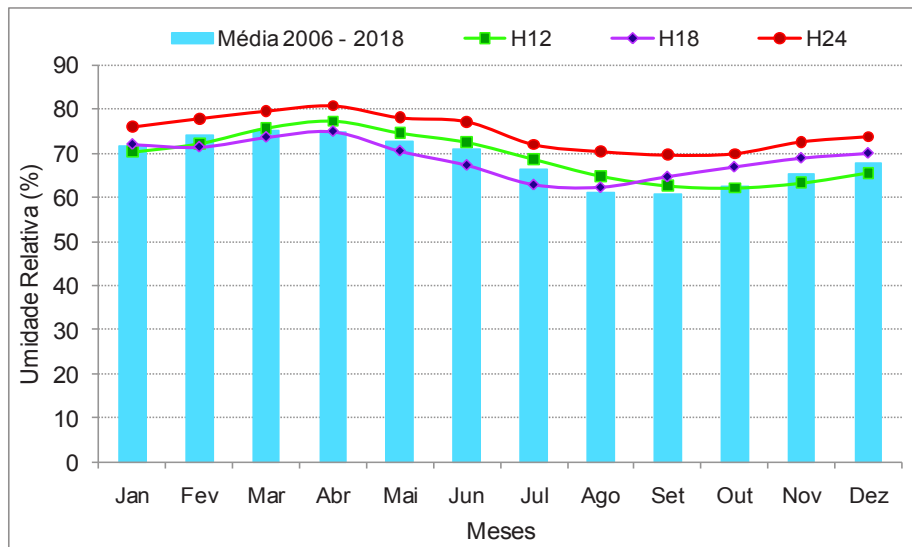


Figura V.1.1.2-4 - Médias horárias de concentração da umidade relativa do ar para a estação meteorológica do INMET-Macau para o período de 2011 a 2018, com sobreposição das normais climatológicas para o período de 1961-1990 e 1981-2010.

Fonte: INMET (2019).

V.1.1.3 - Regime Pluviométrico

O NEB possui uma área de aproximadamente 1.558.196 km² de extensão e situa-se no extremo nordeste da América do Sul. É banhado ao norte e a leste pelo Oceano Atlântico, cuja distribuição das chuvas é atípica em relação às áreas equatoriais (Kayano e Andreoli, 2009). Este setor do Atlântico Equatorial apresenta acentuada variabilidade no clima, abrangendo desde regiões semiáridas, com precipitação anual acumulada inferior à 500 mm, até regiões com alto índice pluviométrico, como nas áreas costeiras e a nordeste da região, que apresentam precipitação anual superior à 1500 mm (Oliveira, 2014). Trata-se também de uma das principais regiões da América do Sul onde os sinais da variabilidade intrasazonal são mais evidentes (Kayano e Andreoli, 2009).

Devido à ampla extensão territorial, são vários os sistemas meteorológicos atuantes no NEB, sendo os principais: a Zona de Convergência Intertropical (ZCIT), os Vórtices Ciclônicos de Altos Níveis (VCAN), os Distúrbios Ondulatórios de Leste (DOL), as Linhas de Instabilidades (LI), os Sistemas Frontais (SF) e a Zona de Convergência do Atlântico Sul

(ZCAS). Assim, os regimes de chuvas apresentam-se de forma heterogênea tanto na escala espacial quanto nas escalas de tempo (Oliveira, 2014). Tais sistemas atmosféricos regionais e sinópticos atuantes no NEB constituem os principais fatores dinâmicos que determinam a precipitação sazonal que apresenta má distribuição temporal no período de um ano e grande variabilidade espaço-temporal, dependendo do sistema atuante (Kayano e Andreoli, 2009). As projeções do PBMC para o NEB são de decréscimo entre 10% e 20% da precipitação (Guimarães et al., 2016).

Seguindo um padrão com relação às bases de dados, já apresentadas anteriormente para as médias da temperatura do ar e da umidade relativa do ar, as médias da precipitação também são baseadas primeiramente nas informações dos relatórios da PETROBRAS de 2006 e 2007, seguido posteriormente, com informações mais recentes (2011 a 2018) para a estação meteorológica de Macau (INMET, 2019).

Com base nos dados de 1995 a 2005 da estação meteorológica do INMET-Macau, a precipitação média anual da área foi de 51,91 mm. A precipitação menor total anual de 20,41 mm ocorreu em 2001 e a maior total anual de 84,94 mm aconteceu em 2002 (PETROBRAS, 2006). Essa grande variabilidade foi observada tanto nos totais anuais como também nos totais mensais, refletindo-se marcadamente na qualidade da estação chuvosa, que pode se expandir ou se retrair acentuadamente, de ano para ano, ocasionando com isso, anos de excesso de precipitação, contrastando com anos de elevado déficit pluviométrico na região. Tal comportamento, entretanto, é típico no NEB e está associado com a maior ou menor expressão da ZCIT sobre a região, resultado de uma interação complexa dos sistemas climáticos atuantes a nível global (PETROBRAS, 2006).

A maior parte do NEB, especialmente a área norte, é influenciada principalmente pelo deslocamento sazonal da ZCIT, atingindo sua posição mais ao sul durante o outono austral, entre os meses março a maio (Hastenrath, 2012; Utida et al., 2019). A ZCIT é o mais importante sistema causador de chuvas na região, que representa o eixo do cavado equatorial e suas variações em posição e intensidade que estão diretamente relacionadas às alterações nas posições e intensidades das altas subtropicais do Atlântico Norte e Sul (Figura V.1.1.3-1). A ZCIT apresenta, no Atlântico Equatorial, a convergência dos ventos alísios do Norte e Sul, com movimentos ascendentes, baixas pressões, nebulosidades e chuvas abundantes e segue, preferencialmente, as regiões em que a temperatura da superfície do mar (TSM) é mais elevada (Cavalcanti et al, 2009; Marengo et al., 2011).

Em níveis mais altos, a divergência leva ao fluxo em direção ao polo e à subsidência em latitudes subtropicais, onde o fluxo próximo à superfície é redirecionado para o equador, fechando a célula meridional de Hadley (Nobre e Shukla, 1996; Schneider et al., 2014). Em

contraste com o outono austral, o inverno austral (junho a agosto) é caracterizado por resfriamento significativo na TSM, ventos alísios mais fortes da SE que cruzam o Equador e um deslocamento para o norte da ZCIT (Schneider et al., 2014).

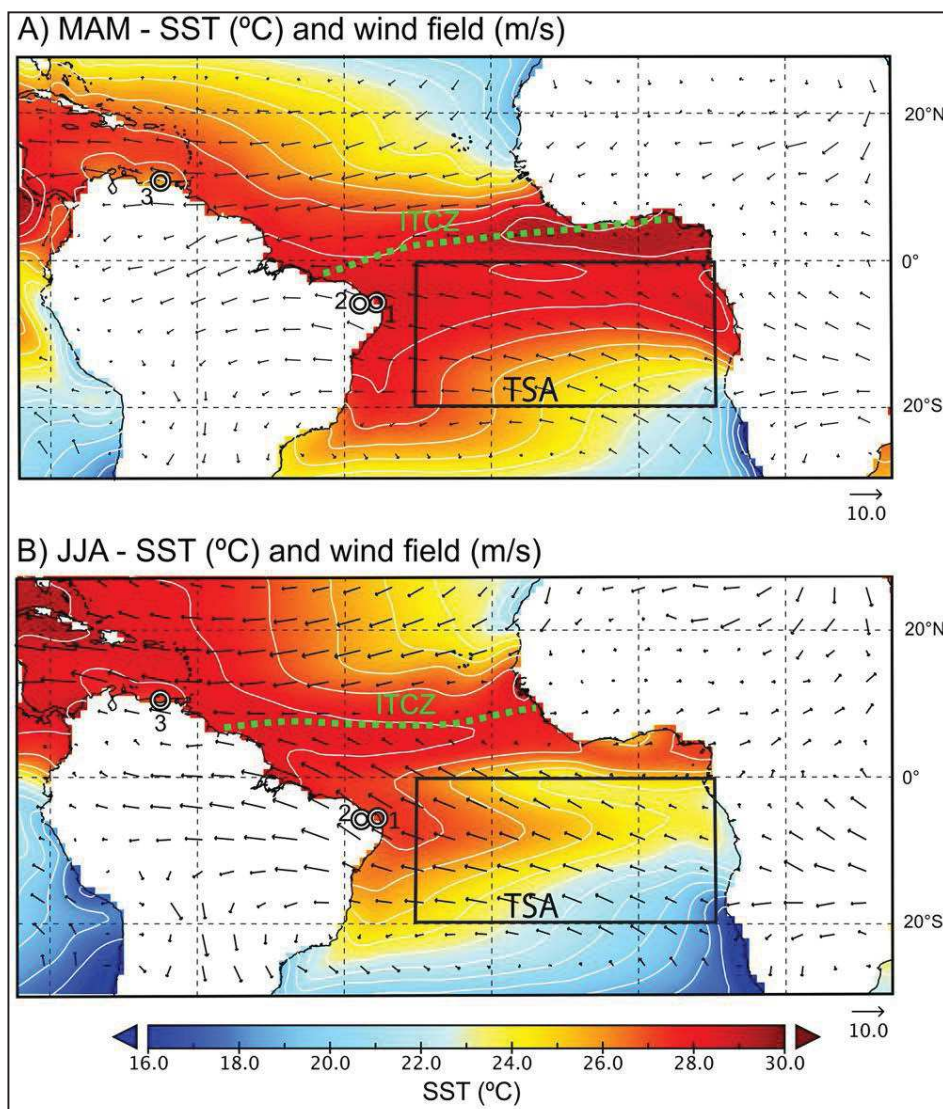


Figura V.1.1.3-1 - Climatologia do Atlântico Tropical. Temperatura climatológica média da superfície do mar (TSM em °C) e 850 hPa campo de vento (m/s) sobre a Baía Atlântica tropical para (A) para os meses de março, abril e maio e (B) para os meses de junho, julho e agosto (Utida et al., 2019).

A Figura V.1.1.3-2, com média da precipitação entre os anos de 1995 a 2005, releva que a estação chuvosa, com precipitação acima de 100 mm, tem duração média de dois meses, normalmente ocorrendo entre março a abril. Tendo em vista a variabilidade pluviométrica, totais mensais de chuva acima de 100 mm podem ocorrer também de janeiro a julho. O total mensal máximo de chuva observada na estação meteorológica de Macau foi

256,9 mm em abril de 1996. Valores mensais mínimos reduzidos, inferiores a 10 mm, são observados para todos os meses do ano, inclusive durante a estação chuvosa, conforme variabilidade explicada anteriormente. O período de estiagem regular vai de agosto a dezembro, quando totais mensais de precipitação não ultrapassam, em média, 10 mm (PETROBRAS, 2006).

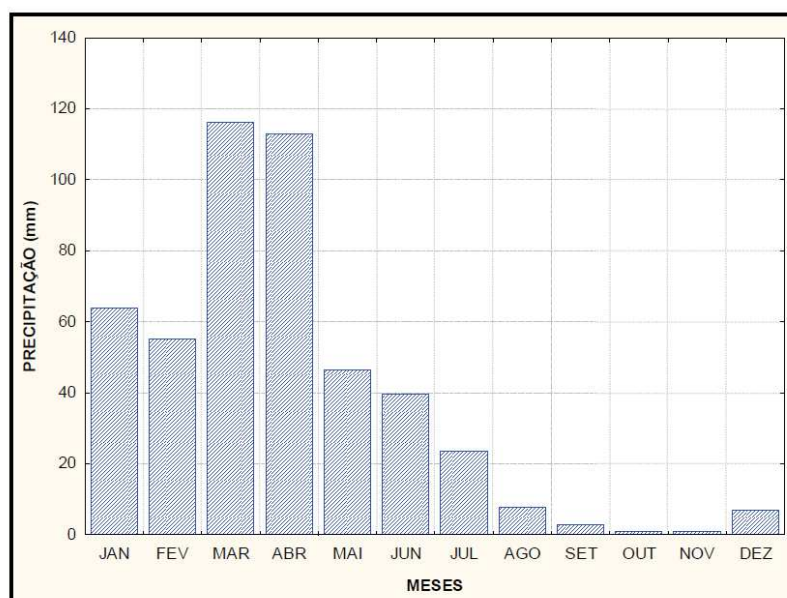


Figura V.1.1.3-2 - Comportamento das precipitações mensais ao longo do ano, para o período entre 1995 a 2005 na estação meteorológica do INMET-Macau.

Fonte: PETROBRAS (2006)

Uma análise mais detalhada das séries temporais da precipitação na região da cidade de Guamaré/RN (Figura V.1.1.3-3), no período de 1962 a 2005 (PETROBRAS, 2007), indica que os três maiores valores do total anual foram os anos de 1974 (1942,4 mm), 1977 (1757,3 mm) e 1985 (2237,6 mm). Com relação ao mês de março (o mais chuvoso na média climatológica), o ano com maior precipitação foi o de 1986 (563,8 mm). A precipitação ultrapassou o valor de 300 mm em outros seis anos: 1967 (326,4 mm), 1968 (430,8 mm), 1974 (378,2 mm), 1981 (341,4 mm), 1984 (315,2 mm) e 1988 (324,7 mm).

Considerando análises estatísticas mais recentes para o regime pluviométrico da região, estação meteorológica de Macau, para o período de 2006 a 2018 (INMET, 2019), mostra que houve uma redução quando comparado com as médias da precipitação do período de 1995 a 2005 (Figura V.1.1.3-4). As médias de precipitação acima de 50mm mensais, são observados nos meses de fevereiro a maio, a partir de junho a taxas de precipita-

ção reduzem drasticamente até o mês de dezembro (Figura V.1.1.3-4). O mês de abril registrou o maior índice de pluviosidade, com média de 120 mm, sendo os meses de setembro a dezembro o registro das menores taxas de chuvas, com médias variando entre 1,87 mm e 4,34 mm (INMET, 2019).

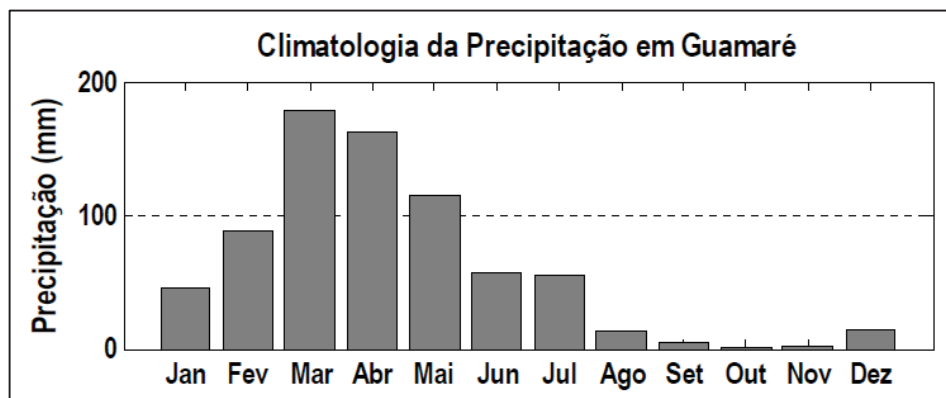


Figura V.1.1.3-3 - Climatologia da precipitação em Guararé/RN, dados de 1962 a 2005 (PETROBRAS, 2007).

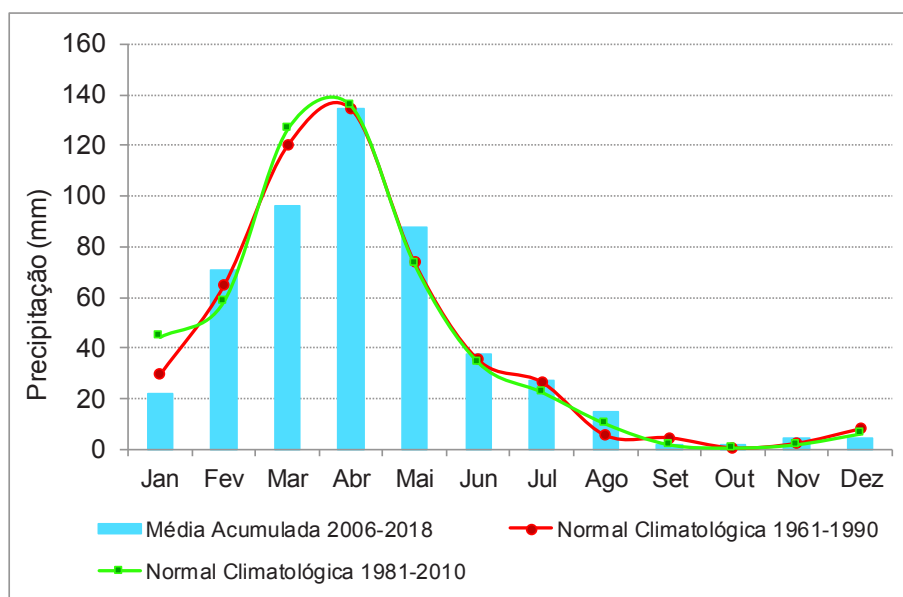


Figura V.1.1.3-4 - Média da precipitação mensal para a estação meteorológica do INMET-Macau para o período de 2006 a 2018, com sobreposição das normais climatológicas para o período de 1961-1990 e 1981-2010.

Fonte: INMET (2019).

Incluindo as curvas das normais climatológicas (períodos de 1961-1990 e 1981-2010) com as médias de 2006 a 2018, nota-se que há uma tendência semelhante ao longo dos meses entre as precipitações mais elevada para as precipitações mais baixas.

Verifica-se também, que na análise entre as normais climatológicas não houve alterações significativas no regime das chuvas para a estação de Macau na maioria dos meses, com exceção do mês de março, cuja a média se distanciou das normais climatológicas com diferença de 30mm.

Considerando os valores de precipitação máxima acumulada para o período de 2006 a 2018 (Figura V.1.1.3-5), 2006 foi o ano que apresentou a maior taxa de precipitação, com 332,9 mm (abril). Os anos de 2008 e 2009, também registraram taxas altas com 280,3 mm (março) e 274,4 mm (maio).

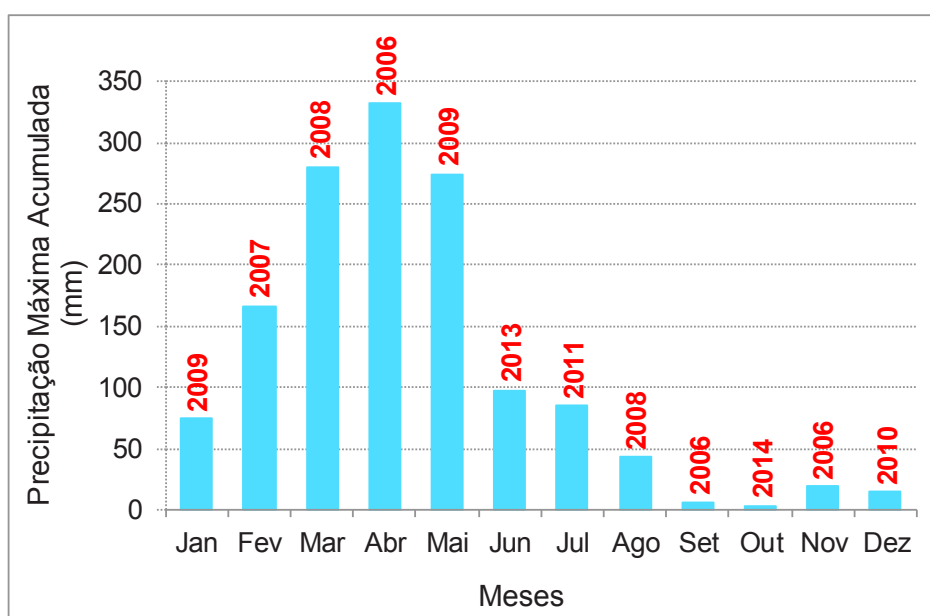


Figura V.1.1.3-5 - Ocorrência das taxas máxima de precipitação para a estação meteorológica do INMET-Macau entre os anos de 2006 a 2018.

Fonte: INMET (2019).

Nas análises das taxas de precipitação mínima acumulada para os anos de 2007, 2009, 2013, 2014 e 2015 foram os anos cujas taxas mostraram-se reduzidas às mínimas abaixo de 2,0 mm, respectivamente, nos meses de agosto a janeiro (Figura V.1.1.3-6).

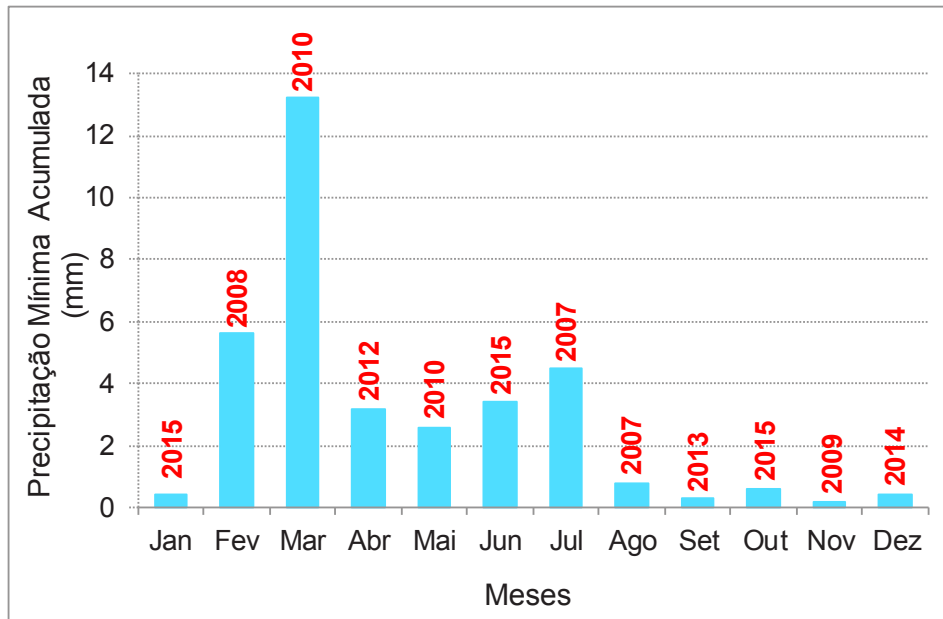


Figura V.1.1.3-6 - Ocorrência das taxas mínimas de precipitação para a estação de Macau entre os anos de 2006 a 2018.

Fonte: INMET (2019)

V.1.1.4 - Direção e Velocidade dos Ventos

Seguindo um padrão com relação às bases de dados, já mostrados anteriormente para as médias da temperatura do ar e da umidade relativa do ar, as médias da precipitação também são baseadas primeiramente nas informações dos relatórios da PETROBRAS de 2006 e 2007, seguido posteriormente, com informações mais recentes (2011 a 2018) para a estação meteorológica de Macau (INMET, 2019).

A região do NEB encontra-se localizada no cinturão dos ventos alísios, que alcançam a costa setentrional do Rio Grande do Norte, predominantemente, provenientes de NE e esta direção é também controlada pelos movimentos da Zona de Convergência Intertropical (ZCIT, Figura V.1.1.4-1).

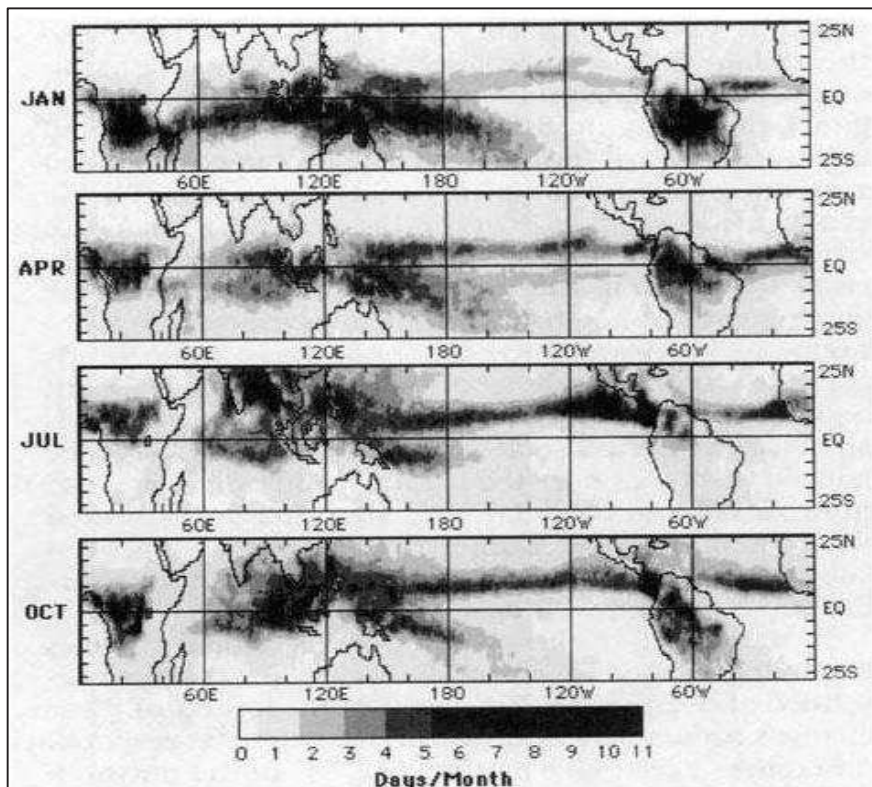


Figura V.1.1.4-1 - Média mensal da estrutura da ZCIT para os meses: janeiro, abril, julho e outubro (Waliser e Gautier, 1993).

A ZCIT migra sazonalmente de sua posição mais ao Norte, no Atlântico, para posição mais ao Sul, durante o verão austral. Os ventos alísios de Sudeste são mais intensos quando a ZCIT se encontra ao norte, diminuindo progressivamente com sua migração em direção ao Equador, para alcançar os mínimos valores anuais durante os meses de março a abril, quando os ventos de Sudeste são mais fracos. O movimento para norte da ZCIT e

a intensificação dos ventos de Sudeste que se inicia em maio, apresenta fortes efeitos no oceano (PETROBRAS, 2007), com variações no padrão da circulação oceânica, variações do nível do mar e aumento da velocidade das correntes costeiras (Philander e Paconowski, 1986; Servain e Leger, 1986; Molinari e Johns, 1994; PETROBRAS, 2007).

No litoral setentrional do Rio Grande do Norte os ventos sopram de Leste para Oeste, de Nordeste para Sudeste e de Sudeste para Nordeste. Devido à presença constante e intensa dos ventos alísios, as massas de águas são bem misturadas sem a presença de qualquer estratificação. A velocidade e direção dos ventos irão influenciar diretamente nos processos costeiros, seja na geração de ondas, seja como importante agente na dinâmica sedimentar das praias, constituindo-se no principal responsável pela troca de areias entre as praias e as dunas costeiras.

De acordo com dados da PETROBRAS (2007), de análises realizadas entre 1995 a 2005 para a estação meteorológica de INMET-Macau, a distribuição sazonal das direções dos ventos não apresenta grandes variações, ocorrendo apenas mudanças na frequência em função de grandes perturbações atmosféricas, cuja intensidade respeita o ciclo climatológico dos ventos na região equatorial.

Conforme o gráfico de dispersão da Figura V.1.1.4-2, que mostra os vetores de ventos anuais para o período de 1995 a 2005, de abril a junho predominam os ventos NE-SE, enquanto os de agosto a janeiro são moderados, caracterizando a região como a de forte potencial para o acionamento de cata-ventos e/ou aerogeradores eólicos (PETROBRAS, 2007).

Dados da PETROBRAS de 1977 e 1981 para a região de Macau mostram que as maiores intensidades médias ocorrem no período compreendido entre 12h e 18h, seguido por uma diminuição significativa dos ventos no mês de outubro nesse período do dia, chegando a aproximadamente 3,5 m/s e entre 6h e 12h, 4,0 m/s (Figura V.1.1.4-3).

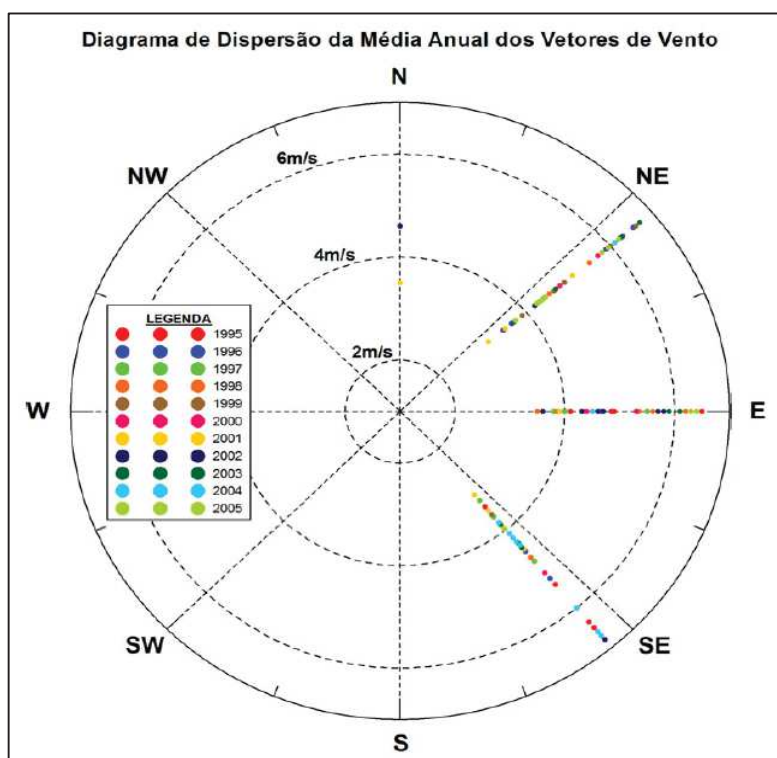


Figura V.1.1.4-2 - Diagrama de dispersão da média anual dos ventos, para o período de 1995 a 2005, para a estação meteorológica do INMET-Macau.

Fonte: PETROBRAS (2007).

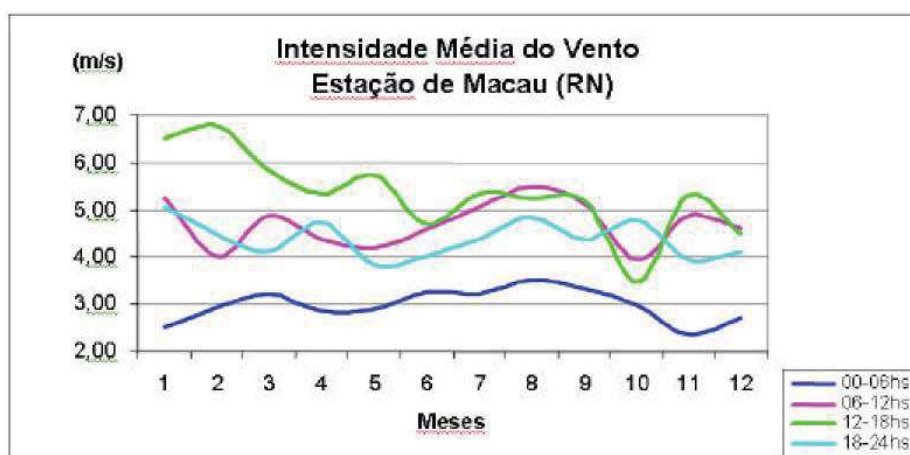


Figura V.1.1.4-3 - Gráfico comparativo de intensidade média mensal do vento para a região de Macau entre os anos de 1977 e 1981.

Fonte: PETROBRAS (2007).

Para as séries temporais da estação da praia do Minhoto, entre setembro de 2001 a junho de 2004, os dados mostram um comportamento anual marcante, que pode representar o campo de vento de toda no entorno da área de influência do empreendimento (Figura V.1.1.4-4).

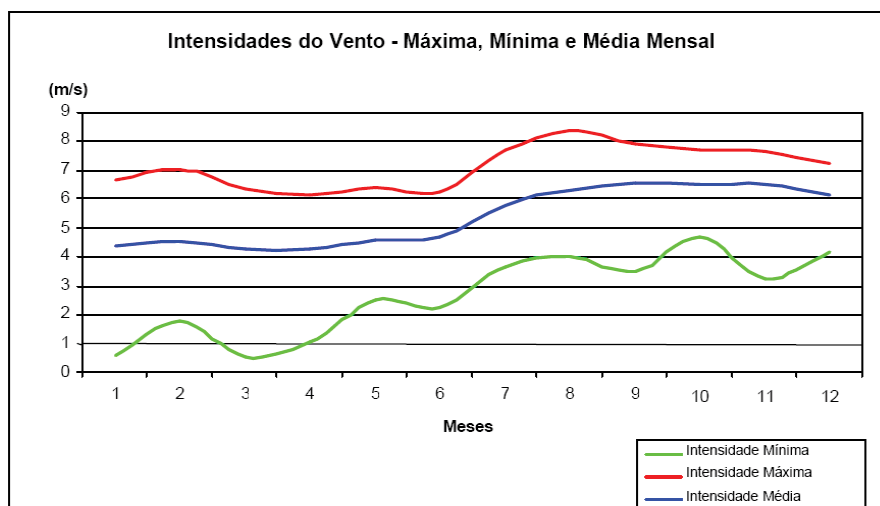


Figura V.1.1.4-4 - Diagrama comparativo de intensidade máxima, média e mínima mensal dos ventos para a série de dados da estação meteorológica da praia do Minhoto.

Fonte: PETROBRAS (2007).

O regime de ventos ao longo do ano é ilustrado pelos diagramas de dispersão de frequência do vento da Figura V.1.1.4-5 com os meses de janeiro a dezembro, onde são representadas as distribuições do vento médio diário das séries de praia do Minhoto segundo a convenção de direção “vento de”, ou “com origem em”. Os diagramas assim elaborados revelam a predominância dos registros de direção leste e intensidades moderadas entre janeiro e março, e a partir daí passa a leste-sudeste, com maiores intensidades, até o mês de setembro, quando gradativamente volta a soprar de leste, para iniciar um novo ciclo em janeiro (PETROBRAS, 2007).

Resultados semelhantes foram observados no Projeto de Caracterização e Monitoramento Ambiental da Baía Potiguar (PETROBRAS, 2006), onde a evolução da intensidade e direção dos ventos no período de 2001 a 2004 (médias mensais) nas estações meteorológicas da PETROBRAS em Macau indicou duas épocas distintas de ação do vento. Neste caso, no período mais chuvoso e quente do ano (janeiro a maio), predominaram ventos de Leste menos intensos, enquanto que no período seco e mais frio (julho a novembro) foram registrados ventos mais fortes e que oscilaram entre Leste e Sudeste (PETROBRAS, 2007).

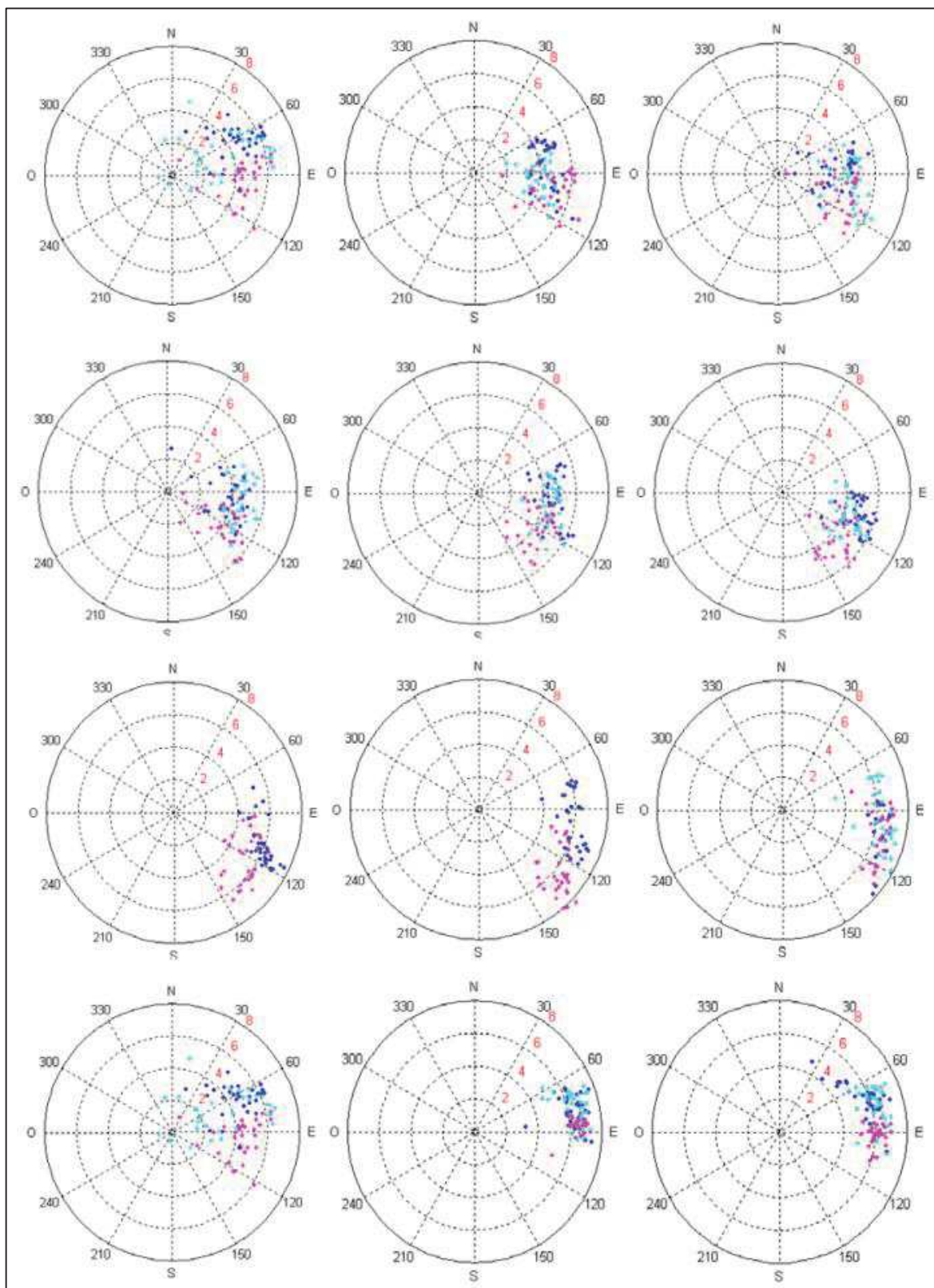


Figura V.1.1.4-5 - Diagramas de dispersão de frequência mensais de ventos gerados a partir das séries da estação meteorológica da PETROBRAS localizada na praia do Minhoto: cor rosa para o ano de 2002; cor azul marinho para o ano de 2003 e cor azul claro para o ano de 2004.

Durante as quatro campanhas de caracterização e monitoramento realizadas na Baía Potiguar, na região de Guamaré, nos anos de 2001 a 2006, revelam que a flutuação dos ventos na área de estudo ocorreu em escala de dias, semanas e meses. Geralmente, eles são mais fortes em setembro e outubro, com média de 7,0 m/s e 7,1 m/s e de E-SE e mais fracos em abril e maio, com média de 4,4 m/s e 4,6 m/s e do quadrante Leste (Figuras V.1.1.4-6 e V.1.1.4-7).

No que se refere à forçante eólica, observa-se a indicação de duas épocas distintas de ação do vento na Baía Potiguar. Neste caso, no período mais chuvoso e quente do ano (janeiro-maio) predominam ventos de Leste menos intensos, enquanto que no período seco e mais frio (julho a novembro) são registrados ventos mais fortes e que oscilam entre Leste e Sudeste (PETROBRAS, 2006).

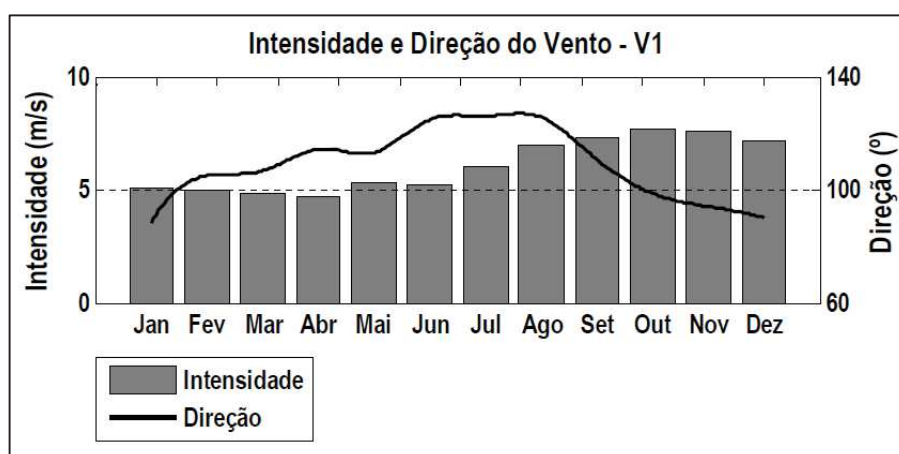


Figura V.1.1.4-6 - Climatologia do Vento (anemômetro V1) em Macau de 2001 a 2006.

Fonte: PETROBRAS (2007)

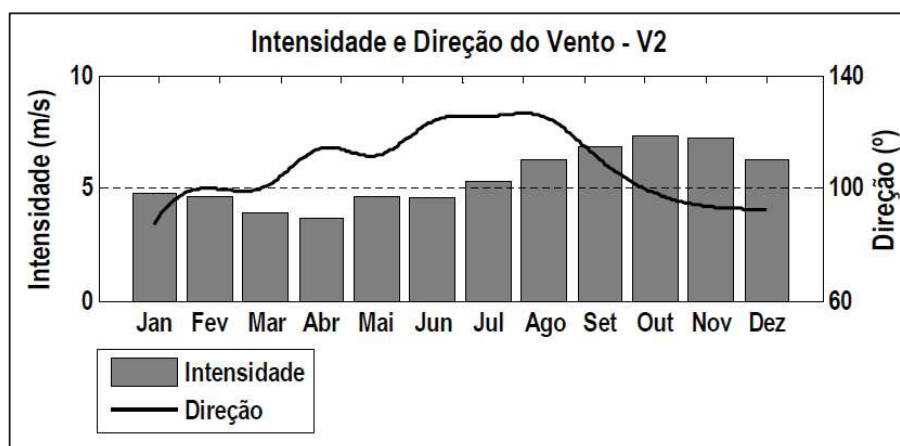


Figura V.1.1.4-7 - Climatologia do Vento (anemômetro V2) em Macau de 2001 a 2006.

Fonte: PETROBRAS (2007).

A análise detalhada realizada entre os anos 2001 a 2005 nas duas estações meteorológicas (Estação–A no Campos de Serra-Macau e Estação–B na Praia do Minhoto) mantidas pela PETROBRAS (2006) revelam que as direções Leste-Oeste e Nordeste-Sudeste dos ventos estão relacionadas à ação do Anticiclone Sul que diminui no Norte e Nordeste do Brasil, passando para a atuação da ZCIT (PETROBRAS, 2006).

Na estação Serra-Macau (Estação–A), com medições diárias com intervalo de tempo de 10 minutos, durante os períodos de agosto a dezembro de 2001, fevereiro a dezembro de 2002, janeiro a setembro de 2003 e de junho a agosto de 2004 (Figuras V.1.1.4-8 a V.1.1.4-11), há um claro domínio dos ventos provenientes de Sudeste (PETROBRAS, 2006).

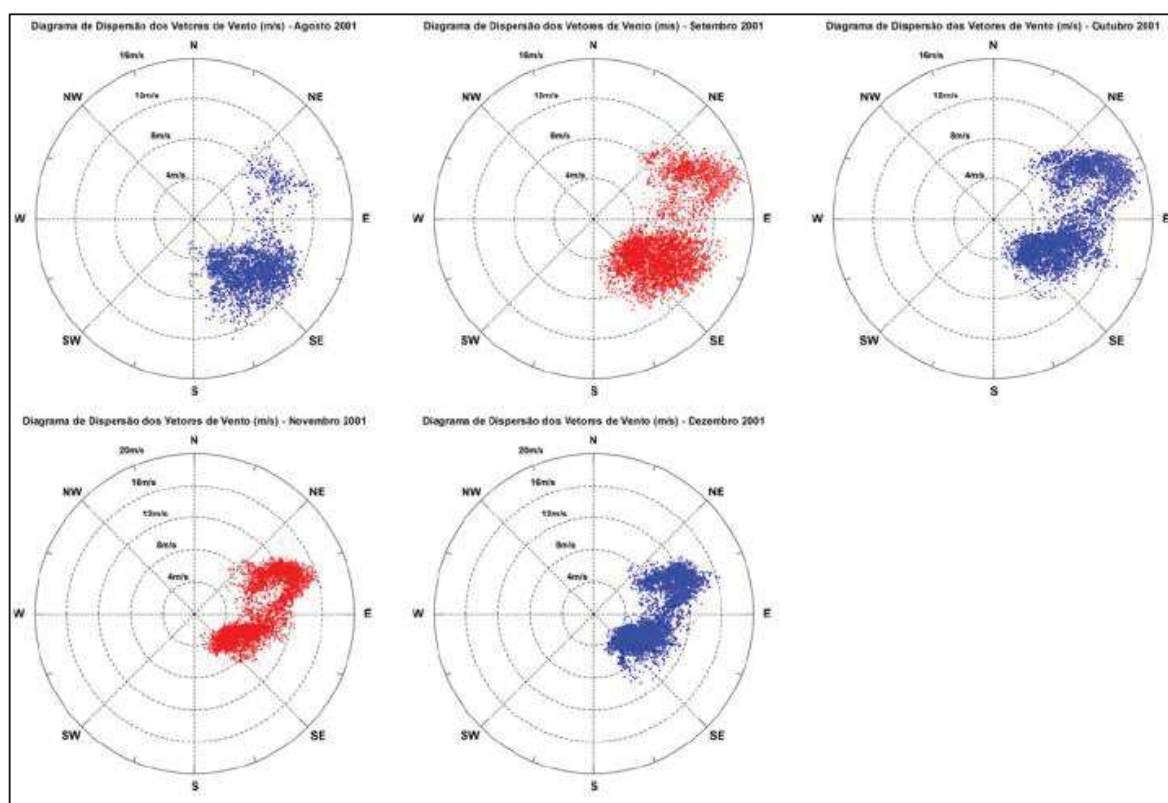


Figura V.1.1.4-8 - Diagrama de dispersão diária dos ventos para o período de agosto a dezembro de 2001, para a estação meteorológica do Campo Serra-Macau (Estação-A).

Fonte: PETROBRAS (2006).

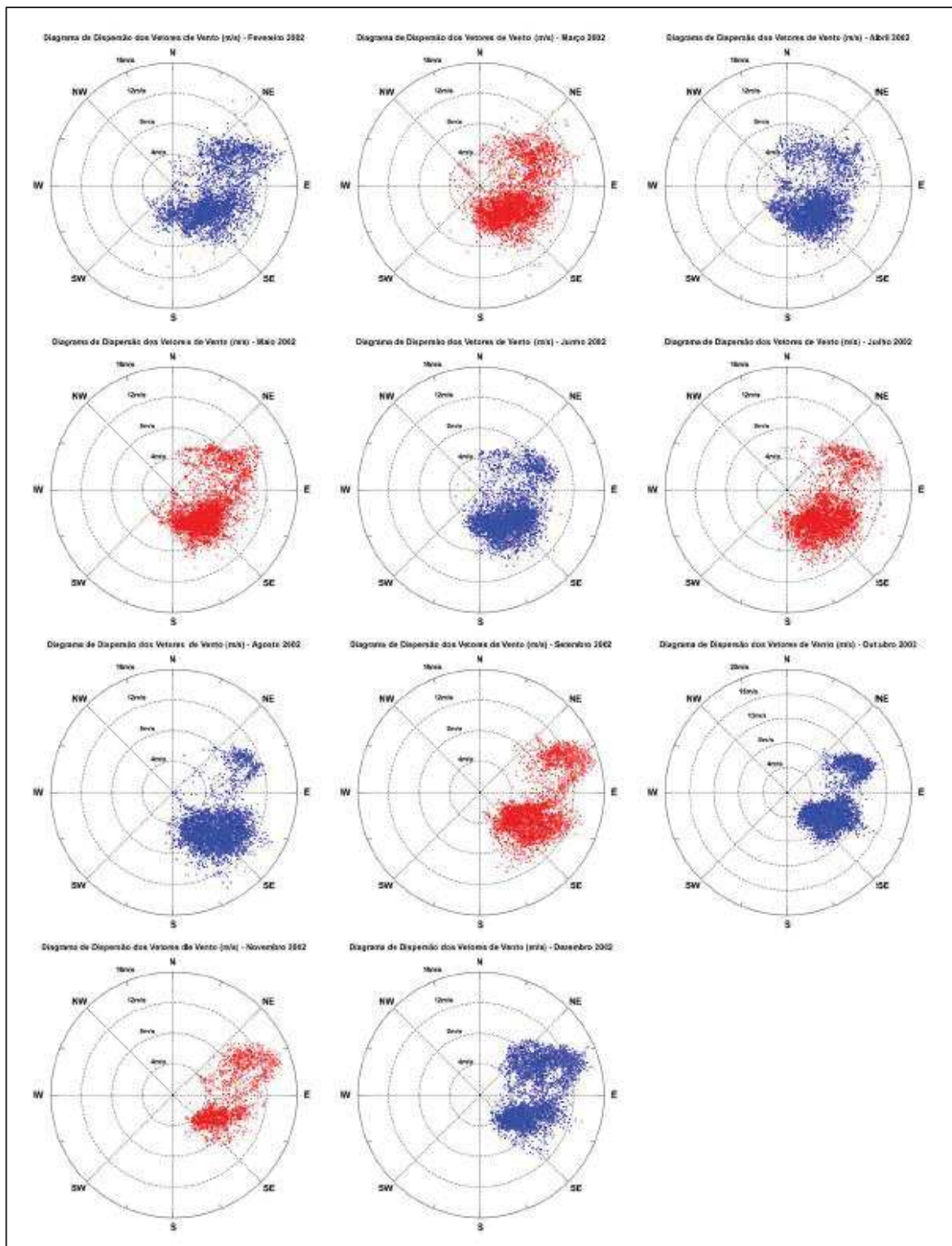


Figura V.1.1.4-9 - Diagrama de dispersão diária dos ventos para o período de fevereiro a dezembro de 2002, para a estação meteorológica do Campo Serra-Macau (Estação-A).

Fonte: PETROBRAS (2006).

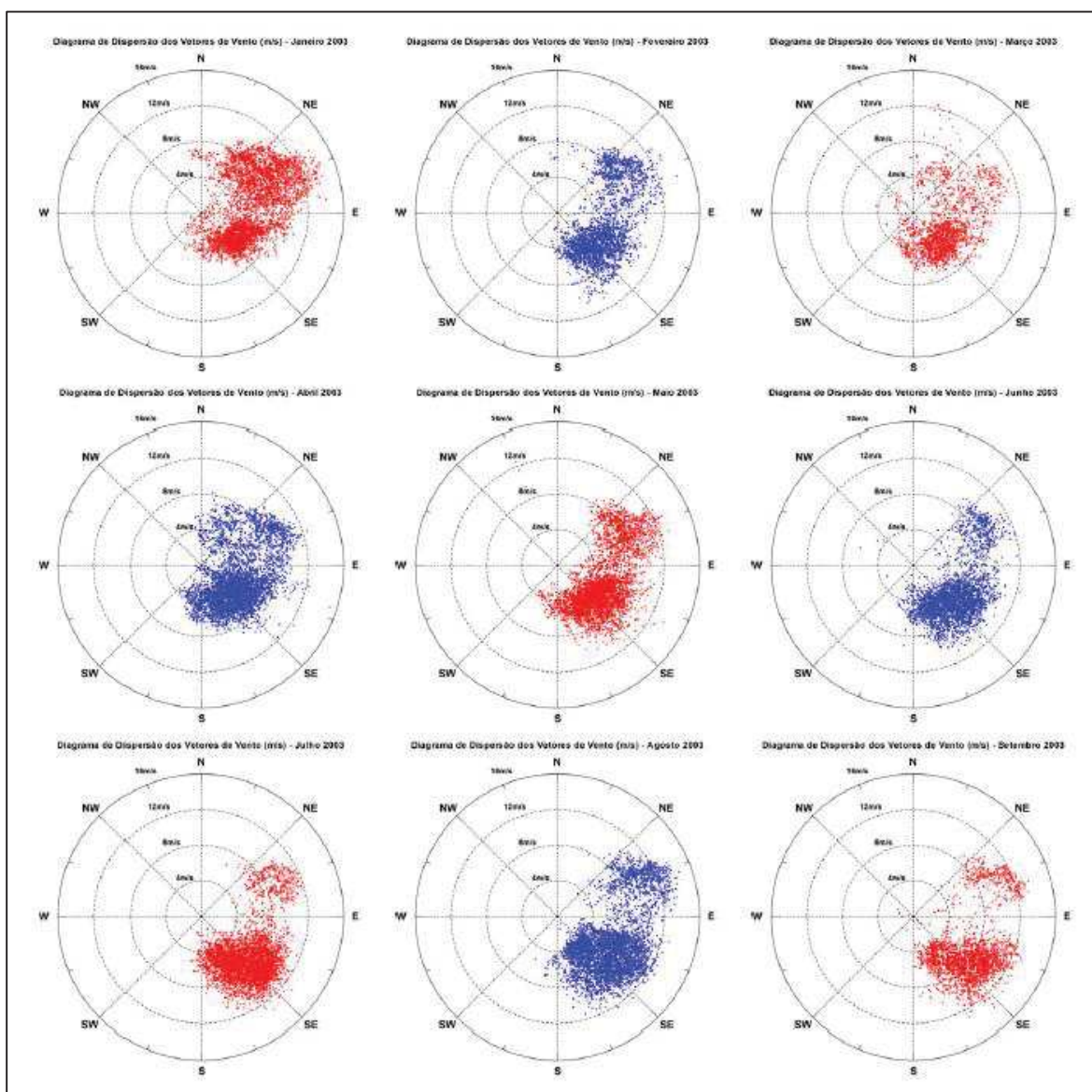


Figura V.1.1.4-10 - Diagrama de dispersão diária dos ventos para o período de janeiro a setembro de 2003, para a estação meteorológica do Campo Serra Macau (Estação-A).

Fonte: PETROBRAS (2006).

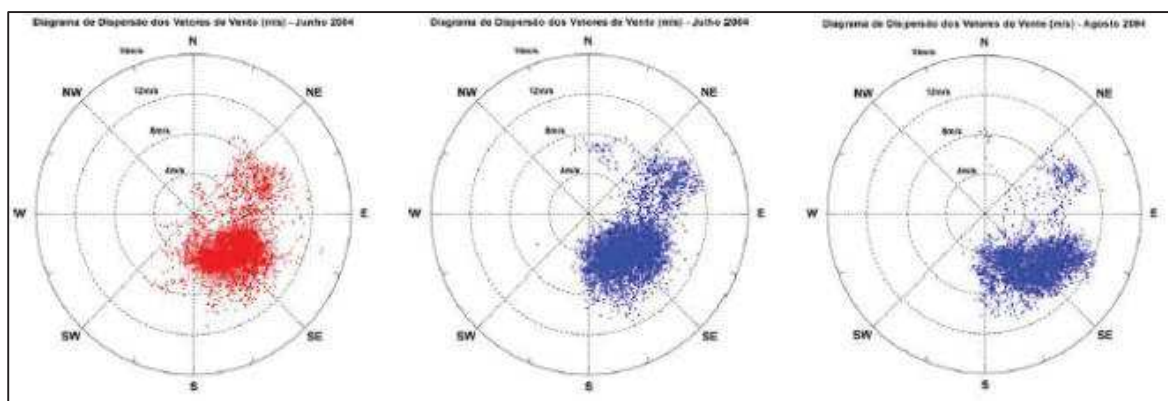


Figura V.1.1.4-11- Diagrama de dispersão diária dos ventos para o período de junho a agosto de 2004, para a Estação Meteorológica do Campo Serra-Macau (Estação A).

Fonte: PETROBRAS (2006).

Nota-se também o predomínio dos ventos de origem de Sudeste, com exceção ao mês de novembro, quando dominam os ventos de origem nos quadrantes Leste e Nordeste. Esta mudança pode estar associada a uma intensificação dos ventos alísios de Nordeste com a proximidade do verão (PETROBRAS, 2006).

De acordo com a frequência de ocorrência conjunta entre intensidade e direção dos ventos, durante o período de 2001 a 2005, para os dados provenientes das estações meteorológicas A e B da PETROBRAS e com anemômetro a 40 e 46 m de altitude, os ventos mais frequentes vieram de Este-Sudeste (39,7%) e Sudeste (36,8%). Na estação A, foram registradas velocidades médias do vento em torno de 7,2 m/s de Este-Nordeste, assim como ventos mais intensos com 16,3 m/s soprando de Este-Nordeste e ventos menos intensos de 0,4 m/s provenientes de Sudeste, durante o período de 2001 a 2004.

Para a estação B, os ventos com velocidade máxima sopraram de Este-Nordeste com cerca de 17,6 m/s e os ventos com intensidade menor de 0,1 m/s provenientes de Este-Sudeste, além de médias mensais de 7,7 m/s de Este-Sudeste, com base nos dados dos diagramas de dispersão e direção dos ventos (Figuras V.1.1.4-12 a V.1.1.4-14), durante os períodos de 2003 a 2005 (PETROBRAS, 2006).

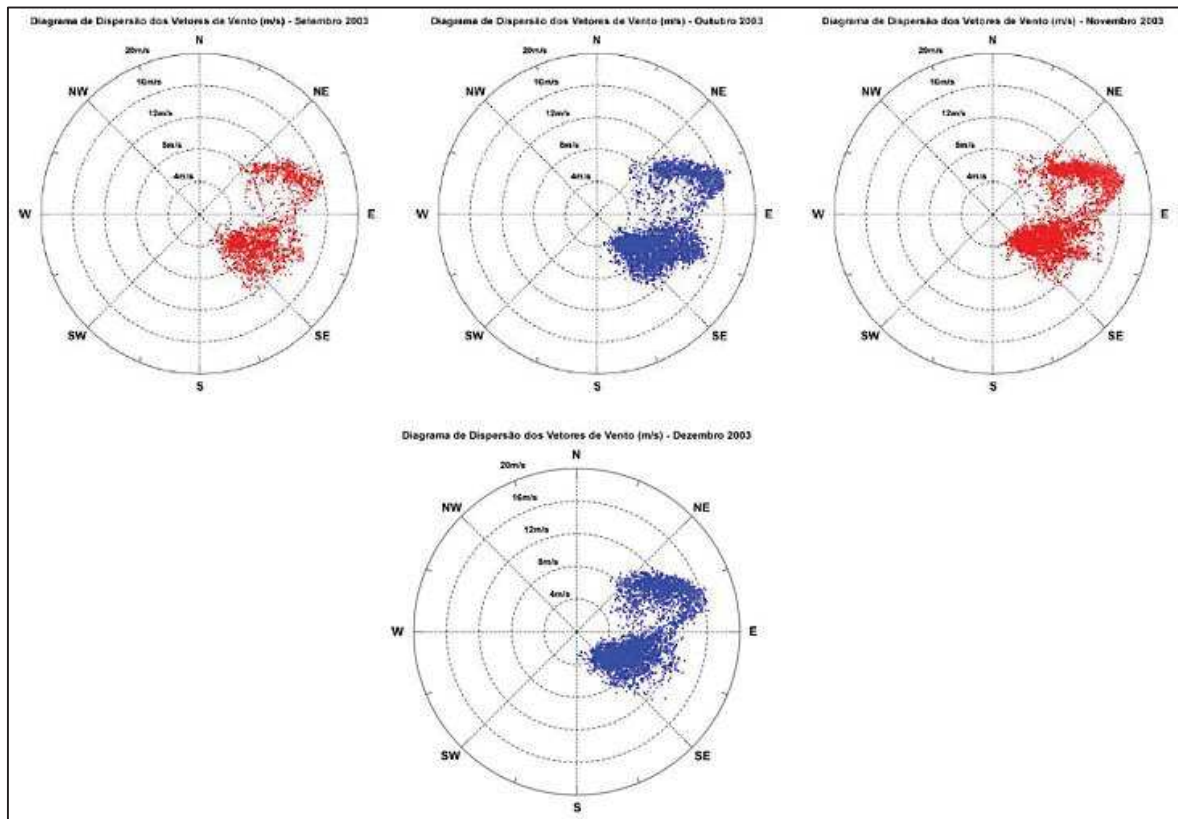


Figura V.1.1.4-12 - Diagrama de dispersão diária dos ventos para o período de setembro a dezembro de 2003, para a estação meteorológica da Praia do MInhoto (Estação-B).

Fonte: PETROBRAS (2006).

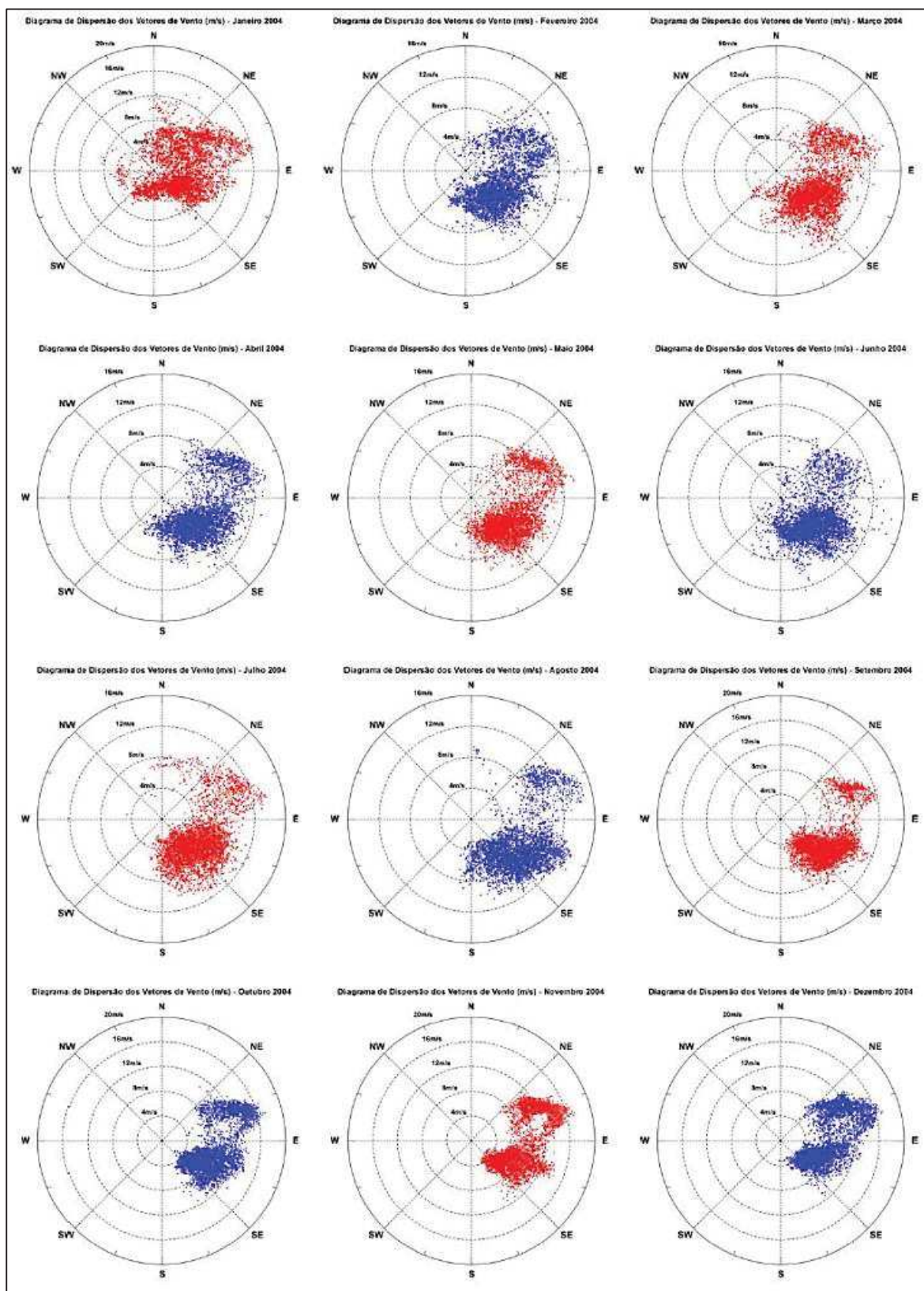


Figura V.1.1.4-13 - Diagrama de dispersão diária dos ventos para o período de janeiro a dezembro de 2004, para a estação meteorológica da Praia do Minhoto (Estação-B).

Fonte: PETROBRAS (2006)

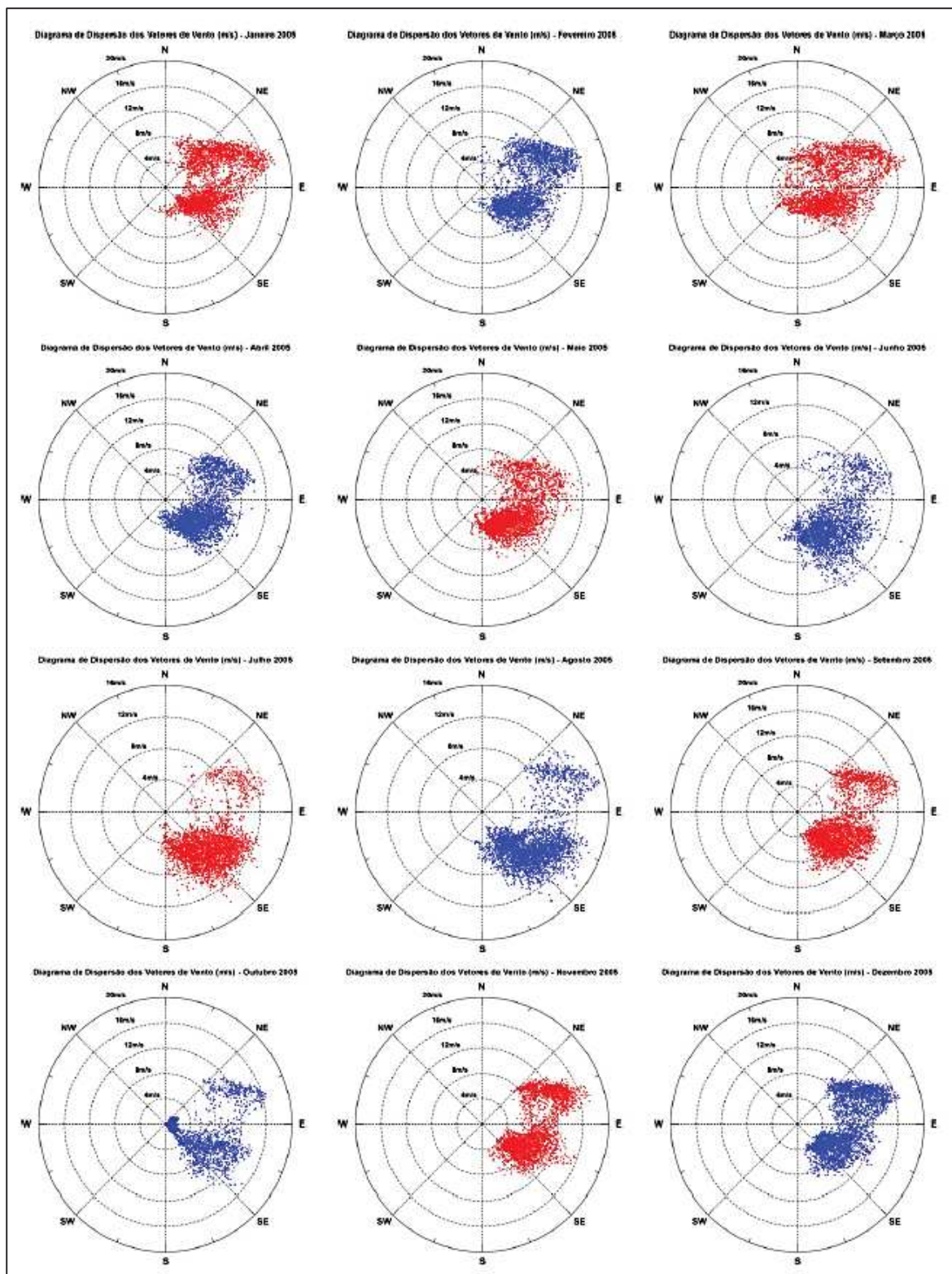


Figura V.1.1.4-14 - Diagrama de dispersão diária dos ventos para o período de janeiro a dezembro de 2005, para a estação meteorológica da Praia do Minhoto (Estação-B).

Fonte: PETROBRAS (2006)

Dados recentes do Relatório Anual de Monitoramento da Morfodinâmica Costeira da Praia do Minhoto, Guamaré-RN (PETROBRAS, 2019), das campanhas ocorridas de 2010 a 2018 na PUB-2, próxima a localização da Planta Piloto de Geração Eólica Offshore, revelam diferenças significativas em relação aos ventos da estação meteorológica do INMET, porém, muito similar as condições de ventos apresentados pela estação meteorológica da PETROBRAS localizada na praia de Minhoto. Os dados meteorológicos de direção e intensidade do vento são apresentados para 10m de altura e somente nos horários semi-sinóticos.

Com base nesses dados, a Figura V.1.1.4-15 apresenta a rosa dos ventos da série temporal completa de setembro de 2010 a dezembro de 2018. Conforme pode ser observado, ao longo da série, os ventos apresentam velocidades máximas próximas a 15 m/s, com padrões direcionais variando de ENE (Leste-Nordeste) para SE (Sudeste), sendo sua maior magnitude de ESE (Leste-Sudeste).

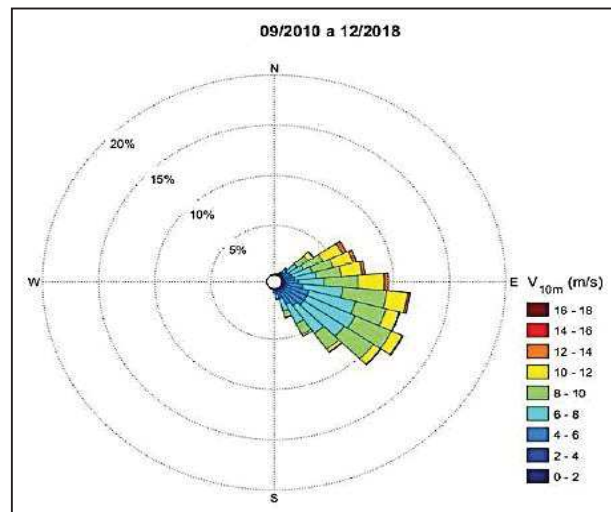


Figura V.1.1.4-15 - Características dos padrões de ventos na região da PUB-2, para os ventos a 10 m para todo o período, de setembro de 2010 a dezembro de 2018.

Quanto as velocidades e direções segmentadas por períodos (setembro a abril e maio a agosto), a Figura V.1.1.4-16 mostra que nos meses de setembro a abril os ventos provêm dos setores E/ESE a NE. Nestes meses, as intensidades média e máxima variam de 6,3 a 8,7 m/s e 12,4 a 14,8 m/s, respectivamente. Nos meses de maio a agosto, os

ventos predominam de SE/ESE com intensidades médias e máximas entre 6,8 e 8,4 m/s e 12,4 e 15,7 m/s, respectivamente. Os dados medidos confirmam que para os meses de maio a agosto os ventos predominantes seriam de SE e de setembro a abril os ventos predominantes seriam de E, seguido das direções SE e NE, conforme influência do Anticiclone do Atlântico Sul na região.

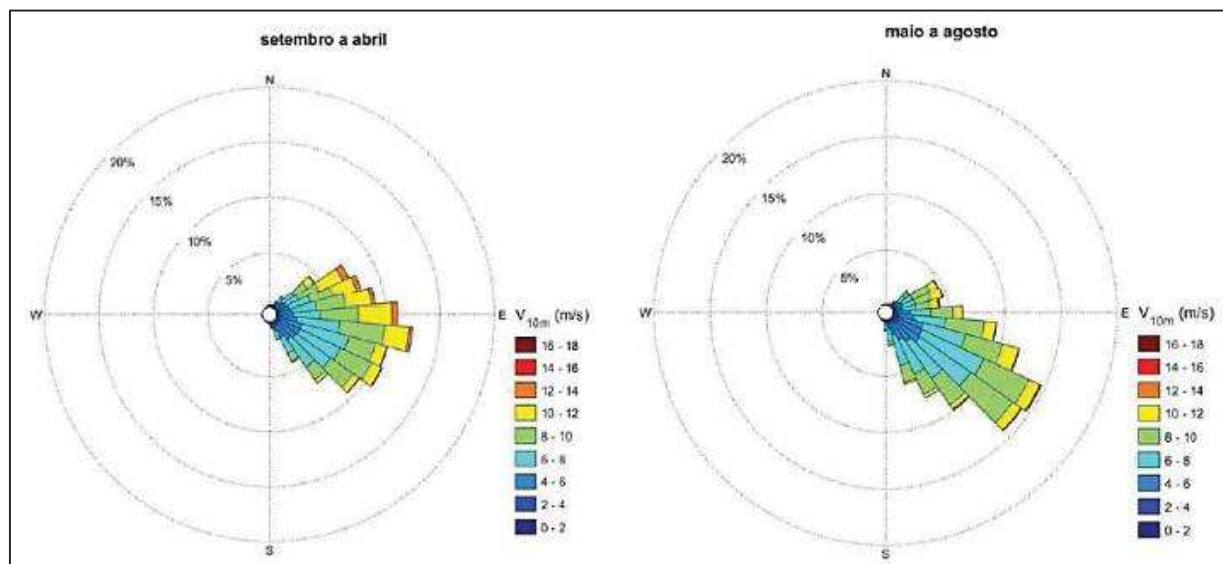


Figura V.1.1.4-16 - Características dos padrões de ventos da PUB-2, para os ventos a 10 m, nos períodos de setembro a abril e maio a agosto (PETROBRAS, 2019).

Para completar os estudos com informações mais recentes a respeito das características e padrões dos ventos, foram incorporados dados obtidos da reanálise do modelo de circulação global, o ERA-Interim do *European Center for Medium-Range Weather Forecasts - ECMWF* (Dee et al., 2011) para um ponto de grade em mar e nas proximidades da região do Campo de Ubarana (Figura V.1.1.4-17). Os dados de ventos, intensidade (m/s) e direção (°) foram gerados para o ano de 2018, com resolução dos dados diária com informações a cada ciclo de 6 h ao longo de 24 horas.

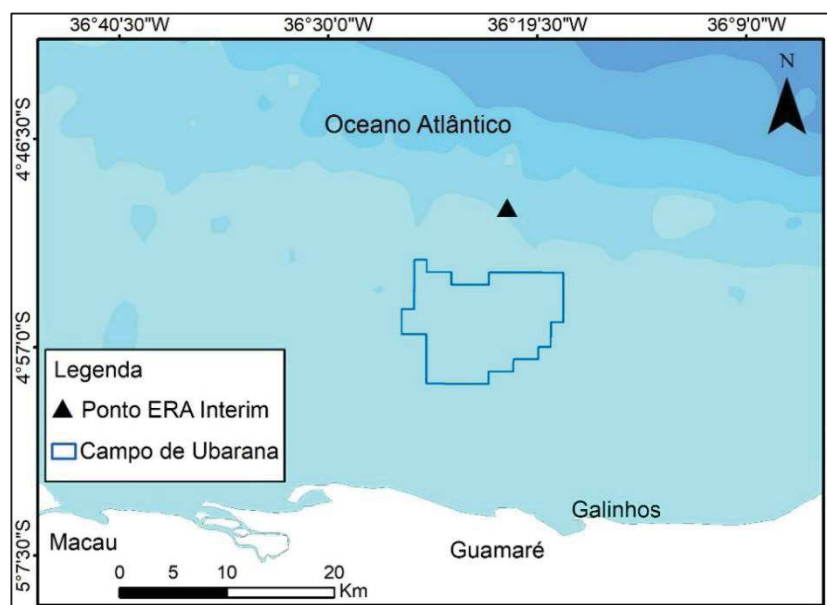


Figura V.1.1.4-17 - Localização do ponto de grade dos dados das componentes de ventos U e V10 do modelo global ERA-Interim (2019). Fonte: Batimetria da Plataforma Continental Brasileira (CPRM, 2017), shapefile do Campo de Ubarana (ANP, 2019)

Com base nos dados do ERA-Interim, a Figura V.1.1.4-18 demonstra a evolução da intensidade dos ventos no ano de 2018. Nota-se que nos meses de fevereiro a abril as velocidades são as mais baixas. De junho a novembro são as maiores velocidades registradas. A intensidade média anual é de 7,1 m/s, sendo que as velocidades variam de 7 a 9 m/s.

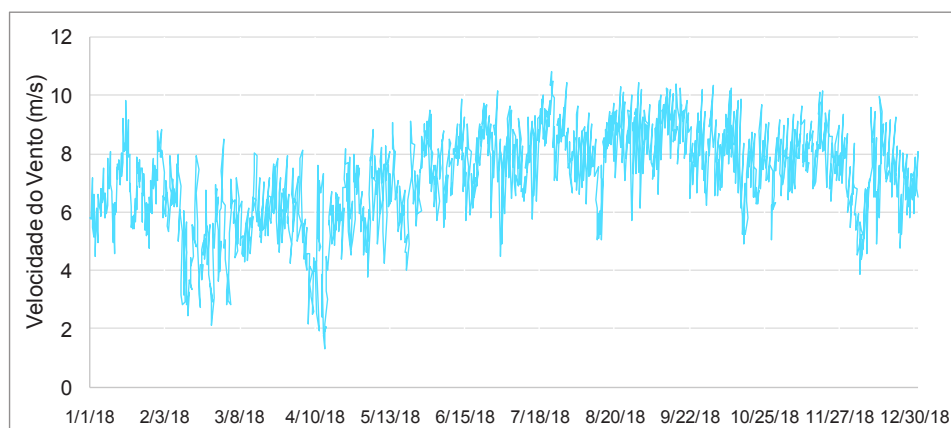


Figura V.1.1.4-18 - Comportamento mensal da intensidade dos ventos em mar (U10) durante o ano de 2018 (ERA-Interim, 2019)

A Tabela V.1.1.4-1 mostra que as velocidades máximas, acima de 10 m/s, atingem os meses de junho a setembro, sendo julho o mês das maiores intensidades. As mais baixas velocidades foram observadas em abril, com mínimos de 1,3 m/s.

Tabela V.1.1.4-1 - Estatística descritiva da série temporal de 2011 a 2018 da temperatura do ar na estação meteorológica INMET-Macau.

ESTATÍSTICAS	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
Máxima	9,8	8,8	8,0	8,1	9,4	10,1	10,8	10,4	10,3	10,3	10,1	9,9
Média	6,7	5,4	5,7	5,4	6,8	7,8	8,3	8,1	8,6	7,7	8,0	6,9
Mínima	4,4	2,1	2,8	1,3	3,7	4,5	4,9	5,0	6,2	4,8	6,3	3,8

Em termos de ocorrência, de janeiro a maio, as velocidades de 6 a 7 m/s são mais frequentes (Figura V.1.1.4-19). De junho a dezembro as velocidades mais frequentes são de 8 a 10 m/s.

Os padrões direcionais obtidos pelo ERA-Interim não foram tão diferentes em relação aos dados apresentados pela PETROBRAS anteriormente. Verifica-se que ao longo do ano o comportamento dos ventos varia entre os gradientes ENE (Leste-Nordeste) e SE (Sudeste). Nos primeiros meses, até março, os ventos sopram provenientes de ENE. A partir de abril, até novembro os ventos são provenientes de ESE (Leste-Sudeste) e SE, voltando a soprar de ENE em dezembro (Figura V.1.1.4-20).

Verifica-se também que as maiores velocidades, a partir de 10 m/s estão associadas aos ventos provenientes de ESE e SE de junho a novembro e alguns períodos de SSE (Sul-Sudeste).

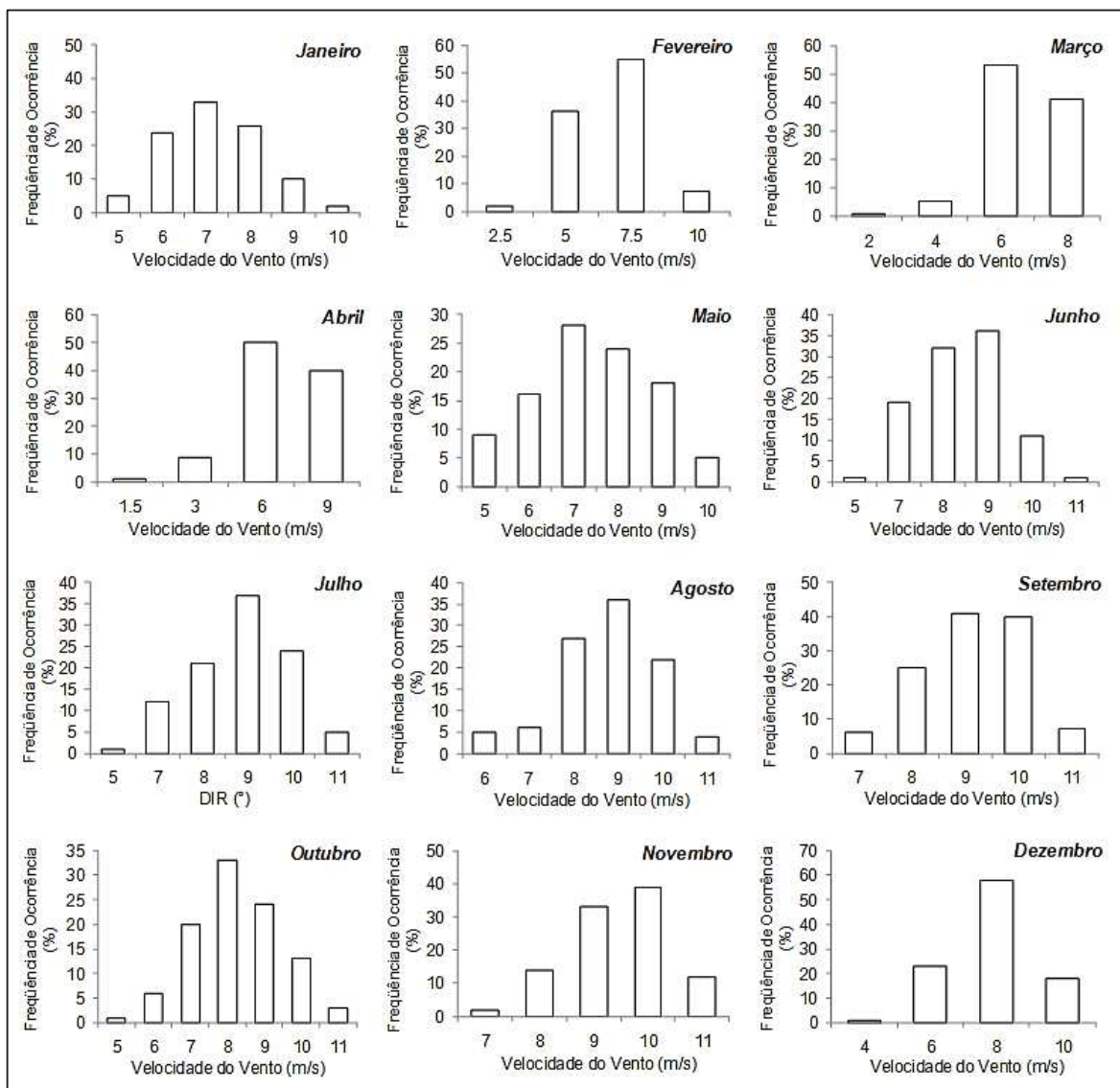


Figura V.1.1.4-19 - Frequência de ocorrência mensal (%) da intensidade dos ventos (m/s) para o ponto de grade em mar para o ano de 2018 (ERA-Interim, 2019).

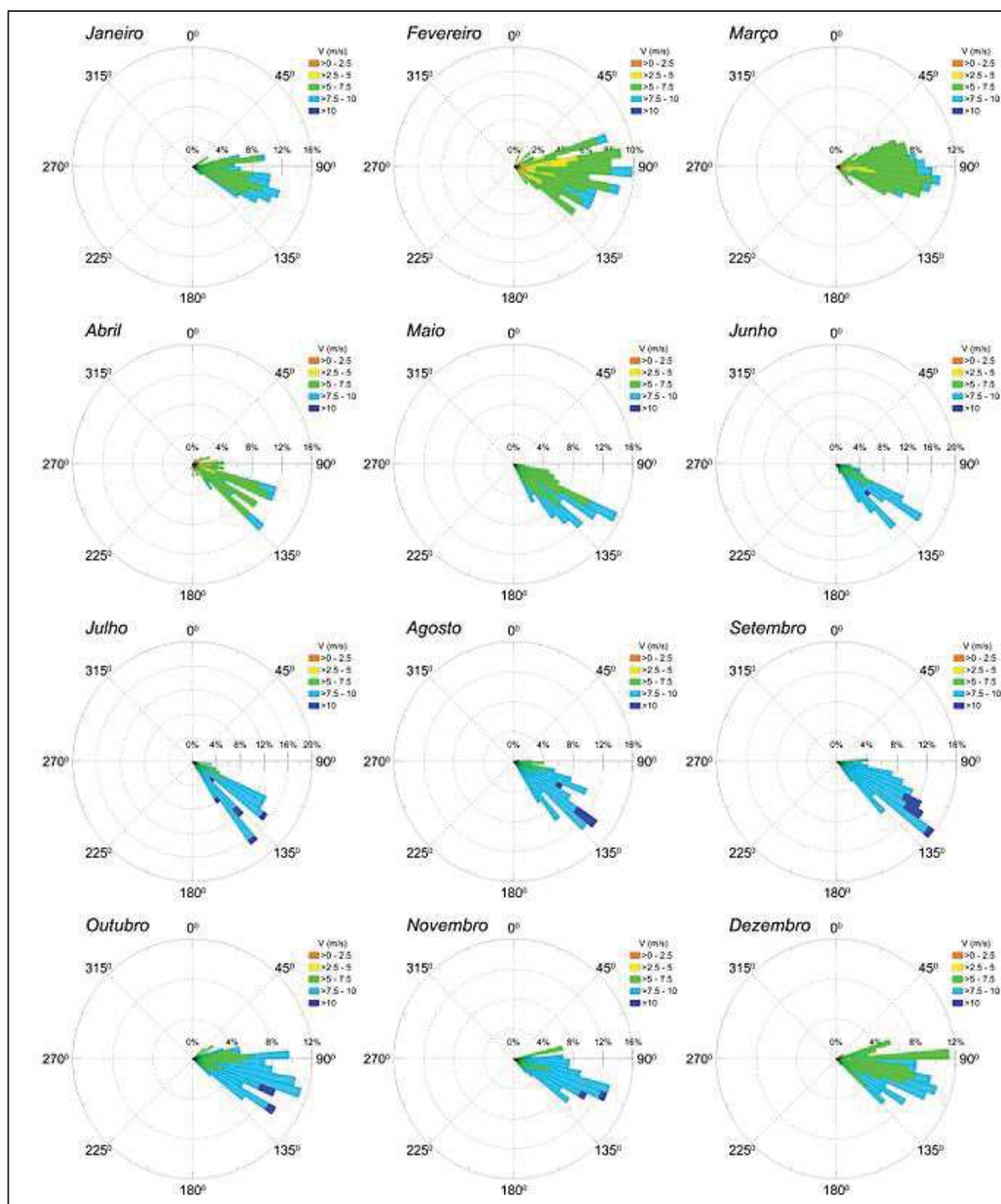


Figura V.1.1.4-20 - Distribuição do padrão das direções médias ao longo do ano de 2018 (ERA-Interim, 2019).

Em termos de ocorrências (Figura V.1.1.4-21), pode-se observar com mais detalhe os padrões direcionais e nota-se que de janeiro a abril, as direções mais frequentes são de 120° a 140°. De maio a setembro as direções mais frequentes variam entre 130° a 160°, e de outubro a dezembro, de 110° a 120°.

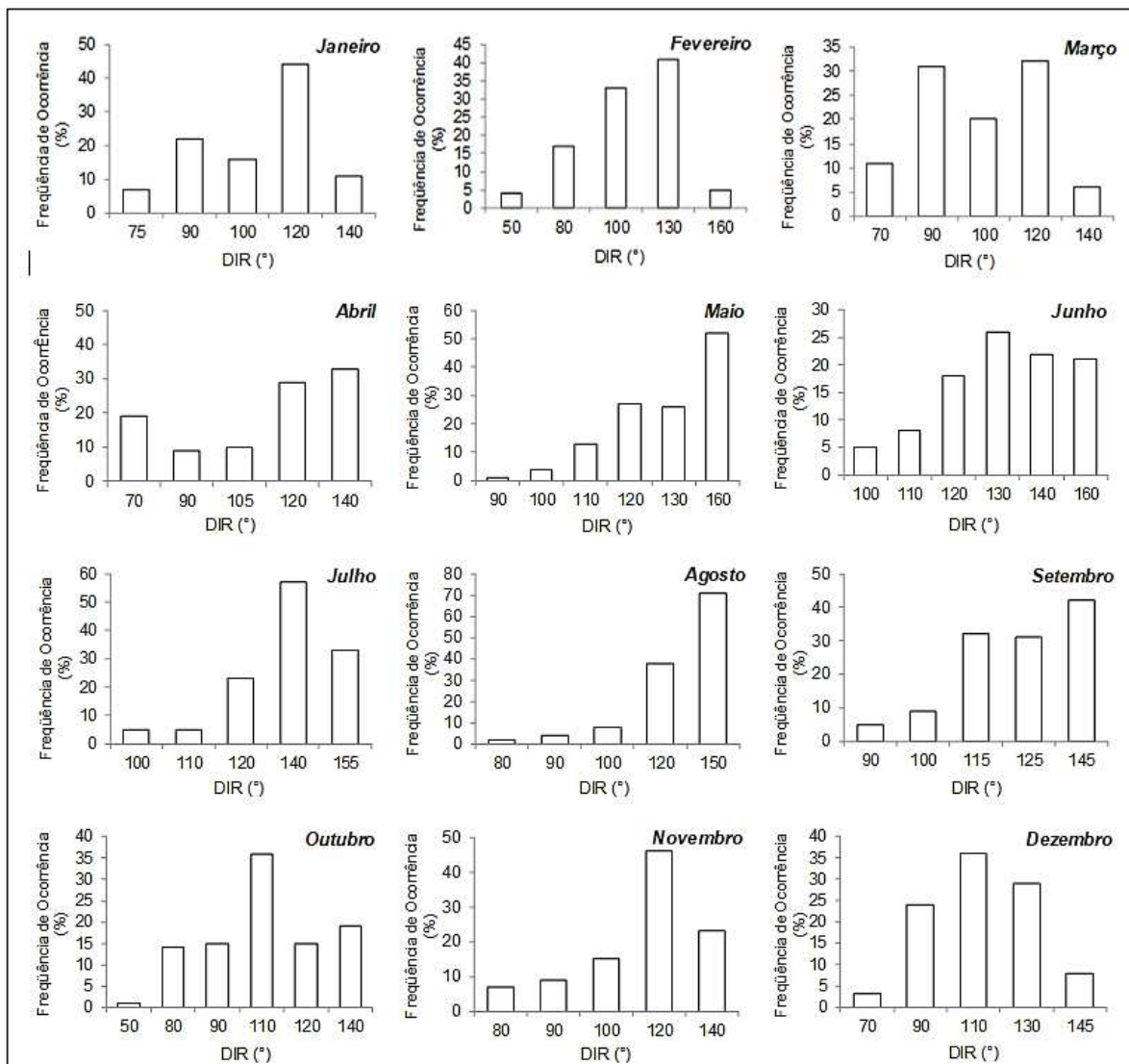


Figura V.1.1.4-21 - Frequência de ocorrência mensal (%) das direções média dos ventos (°) para o ponto de grade em mar para o ano de 2018 (ERA-Interim, 2019).

V.1.2 - Oceanografia

Neste item são apresentados os resultados das características oceanográficas (especificamente os parâmetros físicos), com base em dados secundários de relatórios técnicos fornecidos pela PETROBRAS, relatórios acadêmicos e artigos científicos de domínio público.

Os dados utilizados nesta caracterização são oriundos, principalmente, do Projeto de Caracterização e Monitoramento Ambiental da Baía Potiguar (PETROBRAS, 2006), do Estudo de Impacto Ambiental para Ampliação do Sistema de Injeção de Água do Campo de Ubarana, Baía Potiguar (PETROBRAS, 2007) e do Relatório Anual – Monitoramento da Morfodinâmica Costeira da Praia do Minhoto, Guamaré/RN (PETROBRAS, 2019). Além desses relatórios internos, foram consultadas bases públicas de dados oceanográficos derivadas de imagens de sensores remotos e de informações disponíveis em literatura científica de acesso livre.

Inicialmente, os dados descritos foram obtidos nas campanhas de monitoramento realizadas pela PETROBRAS, em sua maioria entre os anos de 2002 a 2004, conforme localização apresentada na Tabela V.1.2-1 e Figura V.1.2-1. Também foram descritos dados de outras campanhas, realizadas entre os anos de 2009 a 2010, em 2014, e mais recentemente, entre 2010 a 2019.

Tabela V.1.2-1 – Localização e profundidade dos pontos de monitoramento de campanhas realizadas entre 2003 a 2004 para parâmetros oceanográficos da área

Campanha	Coordenadas	Profundidade	Período
C2	05°01,333'S e 36°25,925'W	4,5 m	13/05/2003 - 30/05/2003
C2	05°04,278'S e 36°22,865'W	2,0 m	13/05/2003 - 19/05/2003
C2	05°03,187'S e 36°22,498'W	3,0 m	19/05/2003 - 23/05/2003
C3	04°51,861'S e 36°22,473'W	10 m	13/11/2003 - 30/11/2003
C3	05°04,323'S e 36°22,857'W	2,0 m	14/11/2003 - 29/11/2003
C4	05°01,312'S e 36°26,025'W	4,5 m	19/05/2004 - 30/05/2004
C4	05°04,318'S e 36°22,856'W	2,5 m	30/05/2004 - 02/05/2004

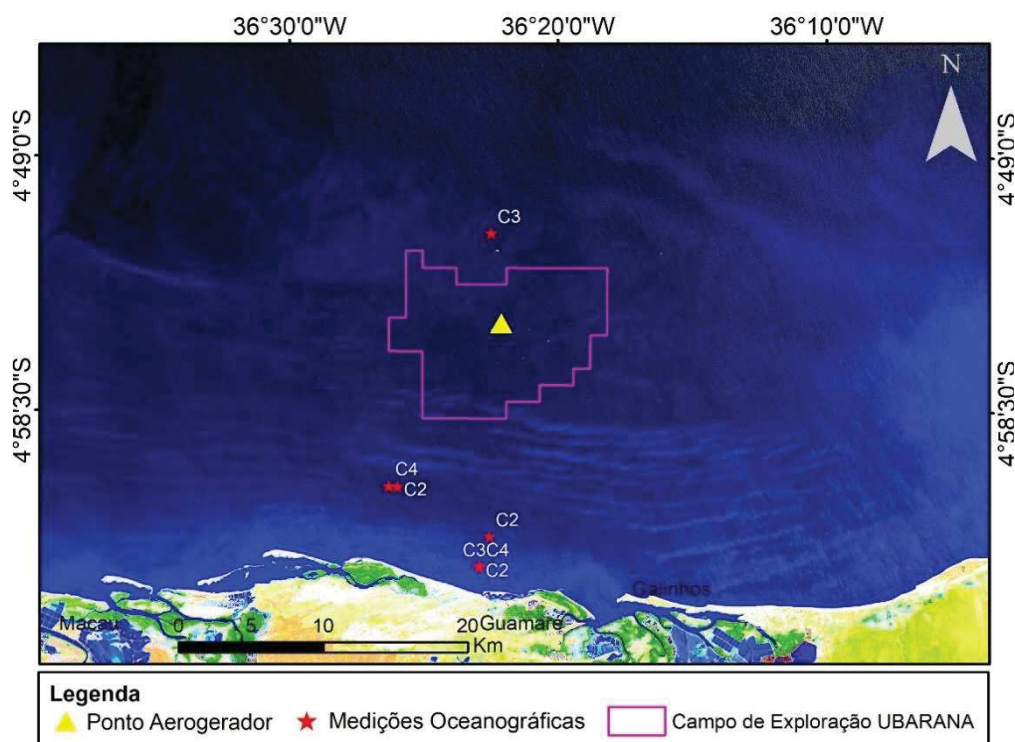


Figura V.1.2-1 - Localização dos pontos de monitoramento de campanhas realizadas entre 2003 a 2004 para parâmetros oceanográficos da área adjacente ao projeto piloto para geração eólica offshore.

V.1.2.1 - Temperatura de Superfície do Mar (TSM)

Temperatura da Superfície do Mar de 2002 a 2004

Os valores de TSM na área de estudo ao longo das campanhas oceanográfica realizadas entre 2002 a 2004, apresentam-se para todos os períodos com uma amplitude de variação térmica de 2,7°C (mínima de 26,3°C em julho de 2002; e máxima de 29,0°C em maio de 2003), em uma mediana de 27,8°C (Figura V.1.2.1-1).

A Tabela V.1.2.1-1 apresenta os valores de mediana, máximo e mínimo de temperatura superficial verificado ao longo das quatro campanhas oceanográficas realizadas na Baía Potiguar.

Na Figura V.1.2.1-2 são apresentados os valores de mediana, mínimo e máximo para a temperatura próximo à superfície, de acordo com os agrupamentos de estações Costeira, Plataforma Interna, Borda de Talude e Talude da Baía Potiguar. A partir desta figura verifica-se a presença de águas costeiras ligeiramente mais frias na Baía Potiguar,

quando comparadas às águas da plataforma interna e borda/talude, sobretudo, durante a campanha C2. Igualmente, é possível também constatar que, no geral, a mesma evolução da TSM observada a partir da Tabela 2, com valores mais elevados durante as campanhas C2 e C4, e menores durante as campanhas C1 e C3 (PETROBRAS, 2007).

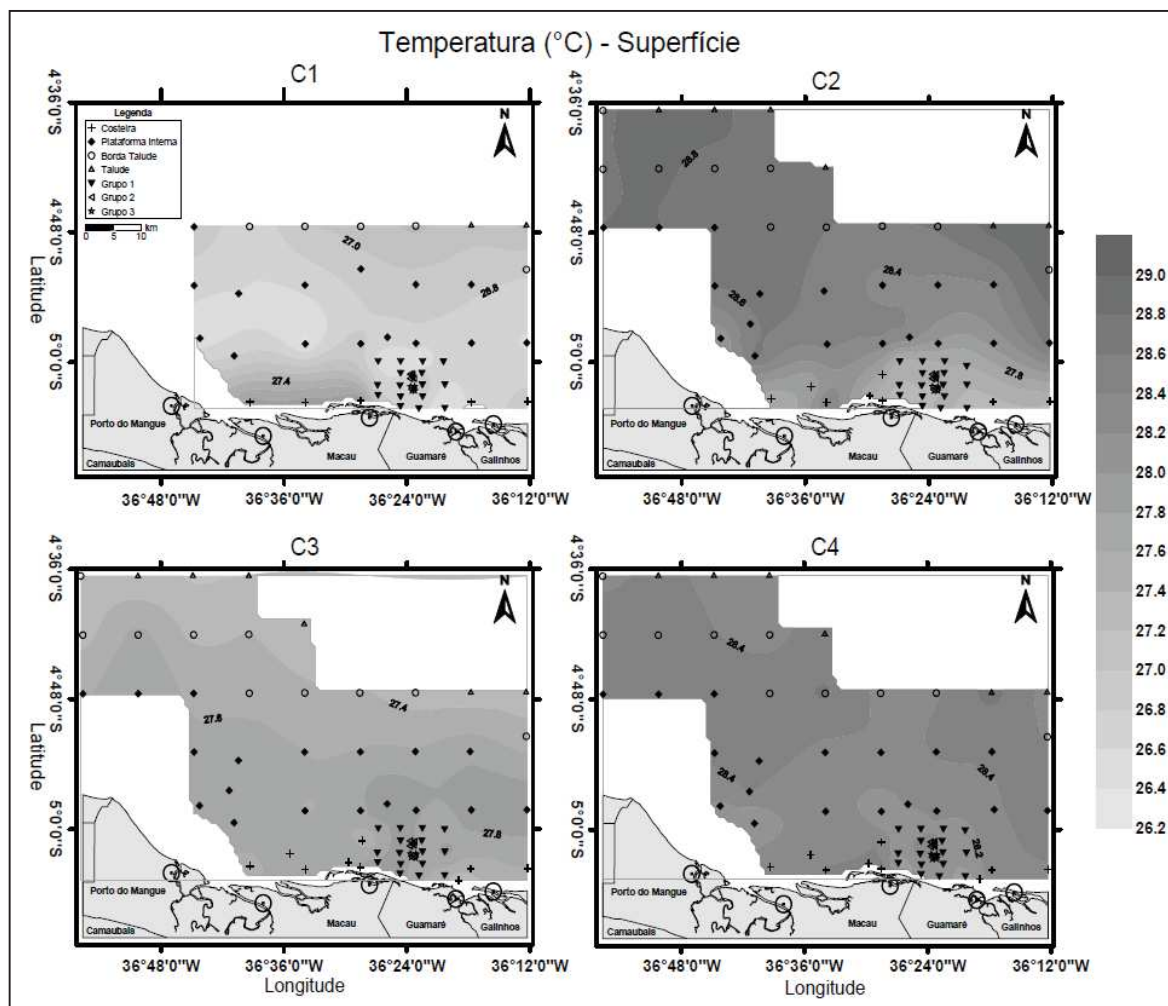


Figura V.1.2.1-1 - Distribuições horizontais de temperatura superficial na Baía Potiguar ao longo das quatro campanhas amostrais: C1 = 1ª campanha amostral (julho de 2002), C2 = 2ª campanha amostral (maio de 2003), C3 = 3ª campanha amostral (novembro de 2003), C4 = 4ª campanha amostral (maio de 2004).

Fonte: PETROBRAS (2007).

Tabela V.1.2.1-1 - Temperatura superficial na Baía Potiguar ao longo das quatro campanhas amostrais. C1 = 1ª campanha amostral (julho de 2002), C2 = 2ª campanha amostral (maio de 2003), C3 = 3ª campanha amostral (novembro de 2003), C4 = 4ª campanha amostral (maio de 2004).

Campanha	Mínimo	Mediana	Máximo
C1	26,3	26,7	27,1
C2	27,2	27,8	29,0
C3	27,2	27,6	28,0
C4	27,9	28,3	28,6

C1 = 1ª campanha amostral (julho de 2002); C2 = 2ª campanha amostral (maio de 2003); C3 = 3ª campanha amostral (novembro de 2003); C4 = 4ª campanha amostral (maio de 2004).

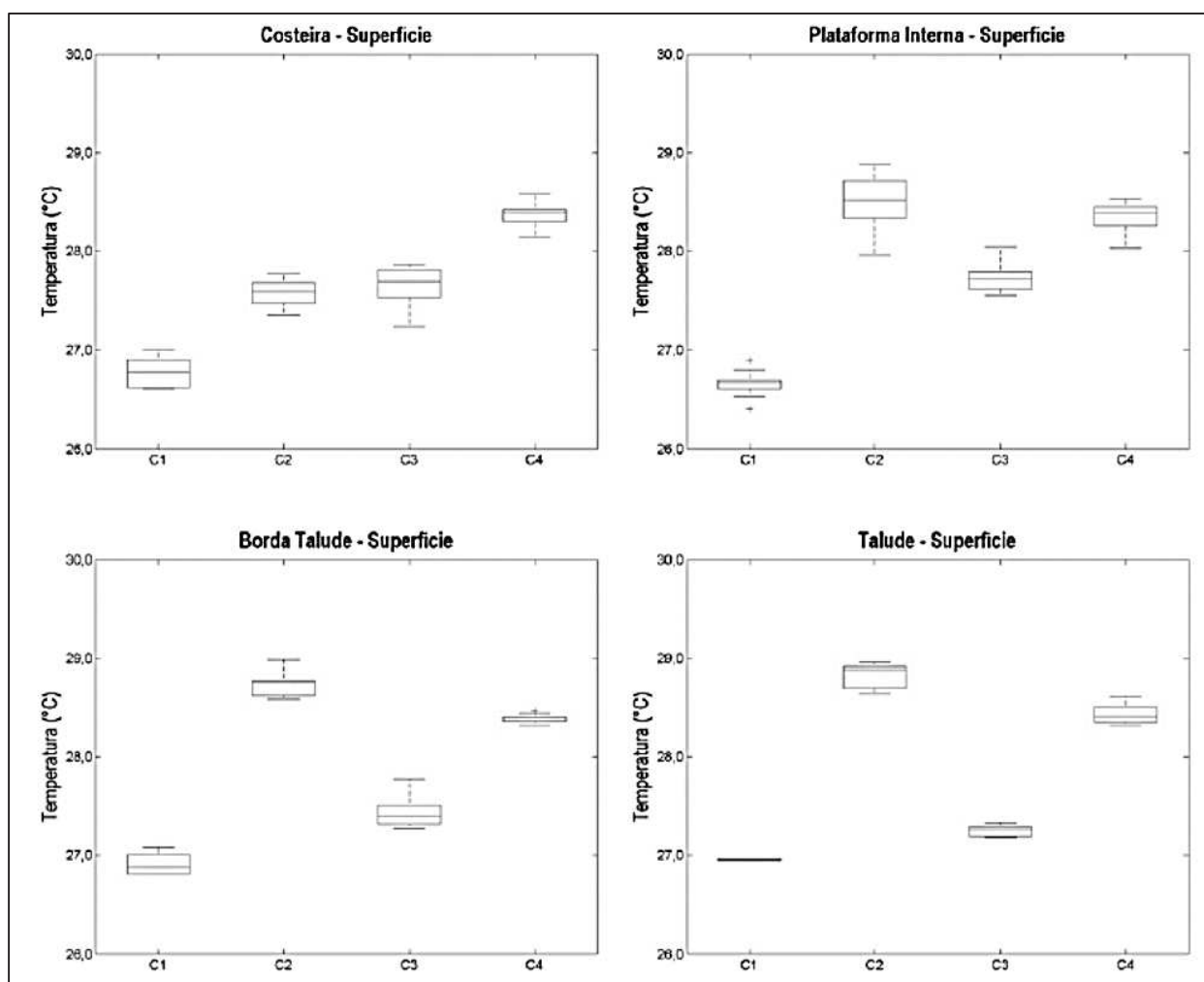


Figura V.1.2.1-2 - Temperatura superficial para os agrupamentos de estações da malha de caracterização (Costeira, Plataforma Interna, Borda de Talude e Talude) da Baía Potiguar, ao longo das quatro campanhas amostrais: C1 = 1ª campanha amostral (julho de 2002), C2 = 2ª campanha amostral (maio de 2003), C3 = 3ª campanha amostral (novembro de 2003), C4 = 4ª campanha amostral (maio de 2004). Fonte: PETROBRAS (2007).

Os valores de mediana, mínimo e máximo para a temperatura próximo à superfície, medidos nas estações da malha de monitoramento, agrupadas de acordo com a distância dos pontos de lançamento dos emissários (Grupo 1, Grupo 2 e Grupo 3), são apresentados na Figura V.1.2.1-3. De acordo com os dados, verifica-se que não existe diferença significativa de temperatura superficial entre os três grupos, registrando-se nos três casos, um aumento progressivo de temperatura ao longo das campanhas oceanográficas.

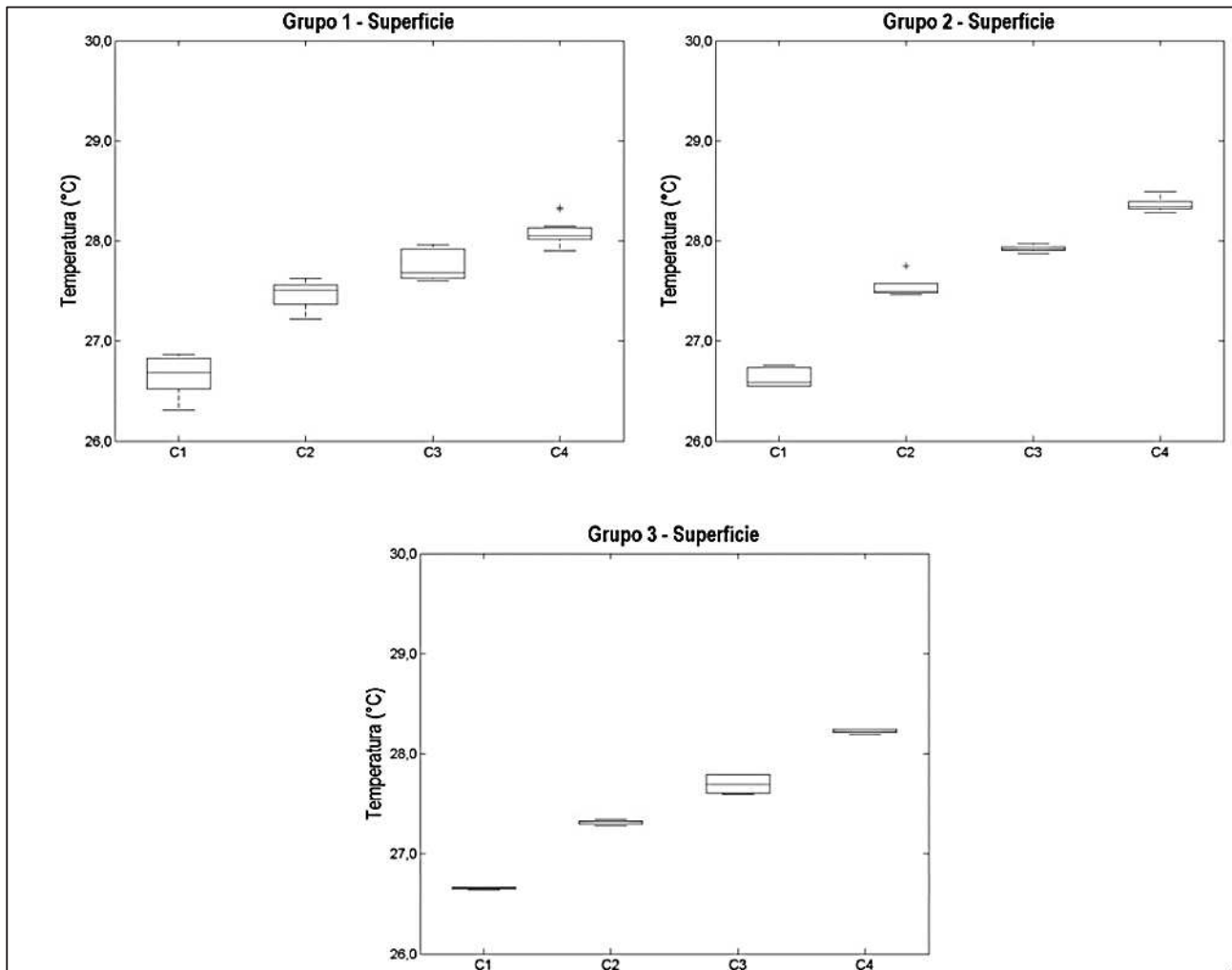


Figura V.1.2.1-3 - Mediana, mínimo e máximo para a temperatura próximo à superfície, medidos nas estações da malha de monitoramento, agrupadas de acordo com a distância dos pontos de lançamento dos emissários (Grupo 1, Grupo 2 e Grupo 3).

A Figura V.1.2.1-4 apresenta as distribuições horizontais de temperatura próximo ao fundo da área de estudo ao longo das campanhas oceanográficas realizadas. Nesse caso, verificou-se uma temperatura mediana de 27,6 °C, com valores registrados situando-se entre o máximo de 28,8 °C, e o mínimo de 2,4 °C, na estação BPot03 em maio de 2003 e na estação BPot04 em maio de 2004, respectivamente. Da mesma forma que para a

superfície, a Tabela V.1.2.1-2 traz os valores de temperatura próxima ao fundo na Baía Potiguar ao longo das quatro campanhas amostrais (PETROBRAS, 2007).

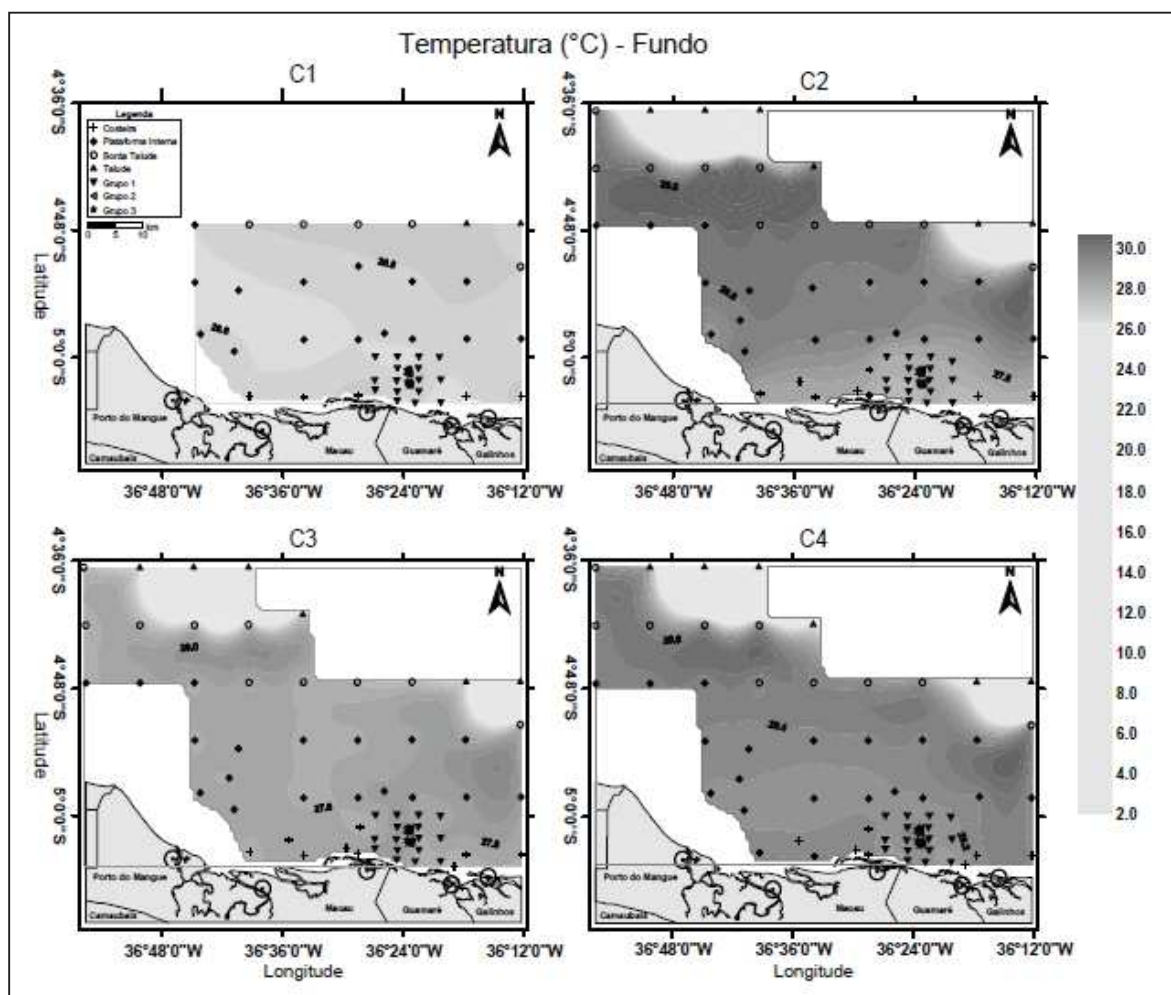


Figura V.1.2.1-4 - Distribuições horizontais de temperatura próxima ao fundo na Baía Potiguar ao longo das quatro campanhas amostrais: C1 = 1ª campanha amostral (julho de 2002), C2 = 2ª campanha amostral (maio de 2003), C3 = 3ª campanha amostral (novembro de 2003), C4 = 4ª campanha amostral (maio de 2004). Fonte: PETROBRAS (2007).

Tabela V.1.2.1-2 - Temperatura de fundo na Baía Potiguar ao longo das quatro campanhas amostrais.

Campanha	Mínimo	Mediana	Máximo
C1	26,3	26,6	27,0
C2	5,7	17,2	28,8
C3	3,9	15,8	28,0
C4	2,4	15,4	28,5

C1 = 1ª campanha amostral (julho de 2002); C2 = 2ª campanha amostral (maio de 2003); C3 = 3ª campanha amostral (novembro de 2003); C4 = 4ª campanha amostral (maio de 2004). Fonte: PETROBRAS (2007).

As distribuições de temperatura de fundo ao longo das quatro campanhas oceanográficas na Baía Potiguar, agrupadas de acordo com a profundidade (malha de caracterização), e com a distância dos emissários (malha de monitoramento) apresentaram evoluções muito parecidas àquelas verificadas próximas à superfície para os agrupamentos de estações costeira, plataforma interna e borda de talude. Neste caso, mantém-se a tendência de águas com valores mais elevados de temperatura durante as campanhas C2 e C4, e menores durante as campanhas C1 e C3. Para as estações situadas no talude da plataforma continental, verificam-se valores de temperatura de fundo com ordem de grandeza inferiores, uma vez que se tratam de estações localizadas em profundidades bem maiores do que àquelas das estações pertencentes aos outros agrupamentos (Figura V.1.2.1-5).

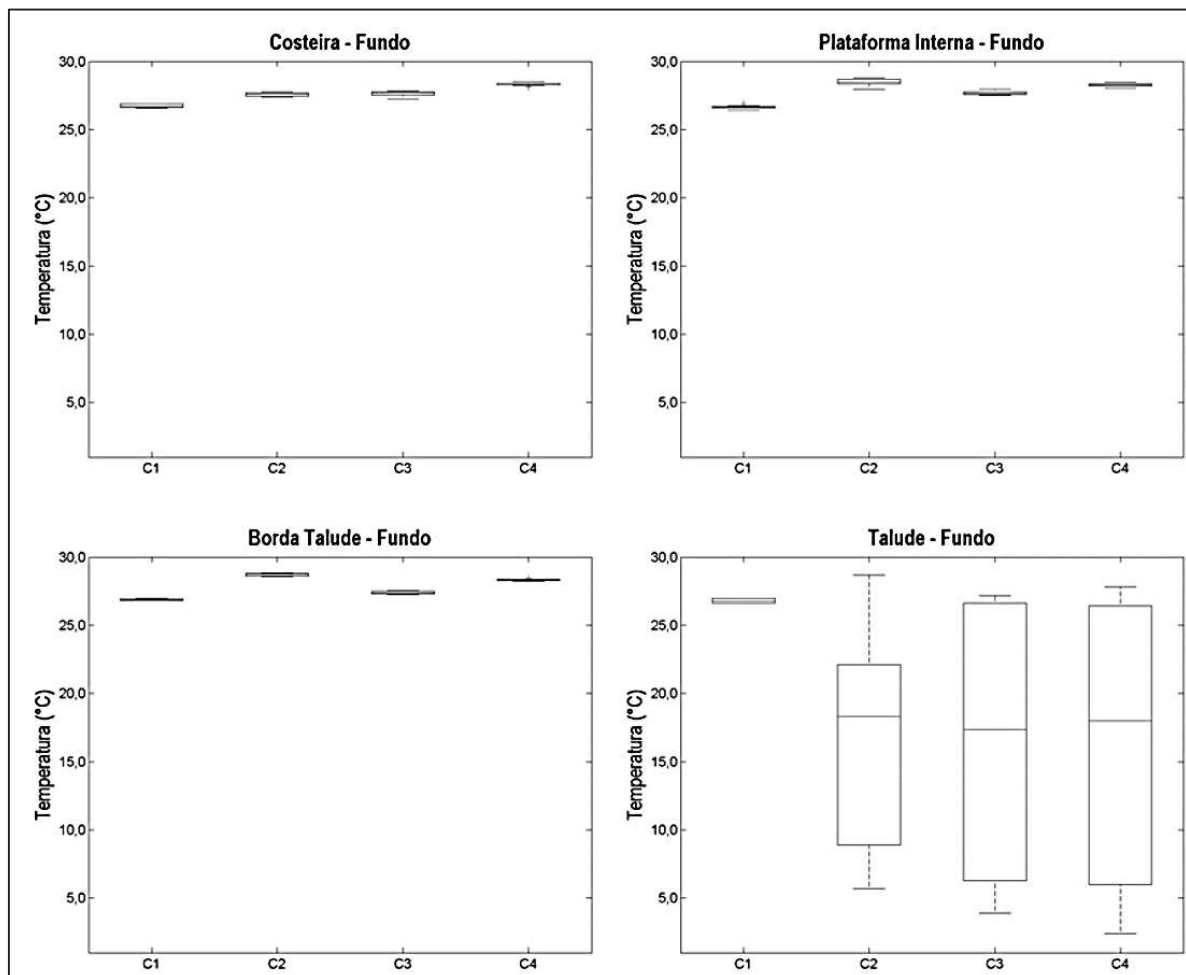


Figura V.1.2.1-5 - Temperatura próxima ao fundo nos agrupamentos de estações da malha de caracterização (Costeira, Plataforma Interna, Borda de Talude e Talude) da Baía Potiguar, ao longo das quatro campanhas amostrais: C1 = 1ª campanha amostral (julho de 2002), C2 = 2ª campanha amostra (maio de 2003), C3 = 3ª campanha amostral (novembro de 2003), C4 = 4ª campanha amostral (maio de 2004). Fonte: PETROBRAS (2007).

Os valores de temperatura próxima ao fundo para os três grupos de estações na malha de monitoramento (da mesma forma que para a superfície) indicam que não existe diferença significativa, mantendo ainda um aumento progressivo de temperatura ao longo das campanhas oceanográficas (Figura V.1.2.1-6).

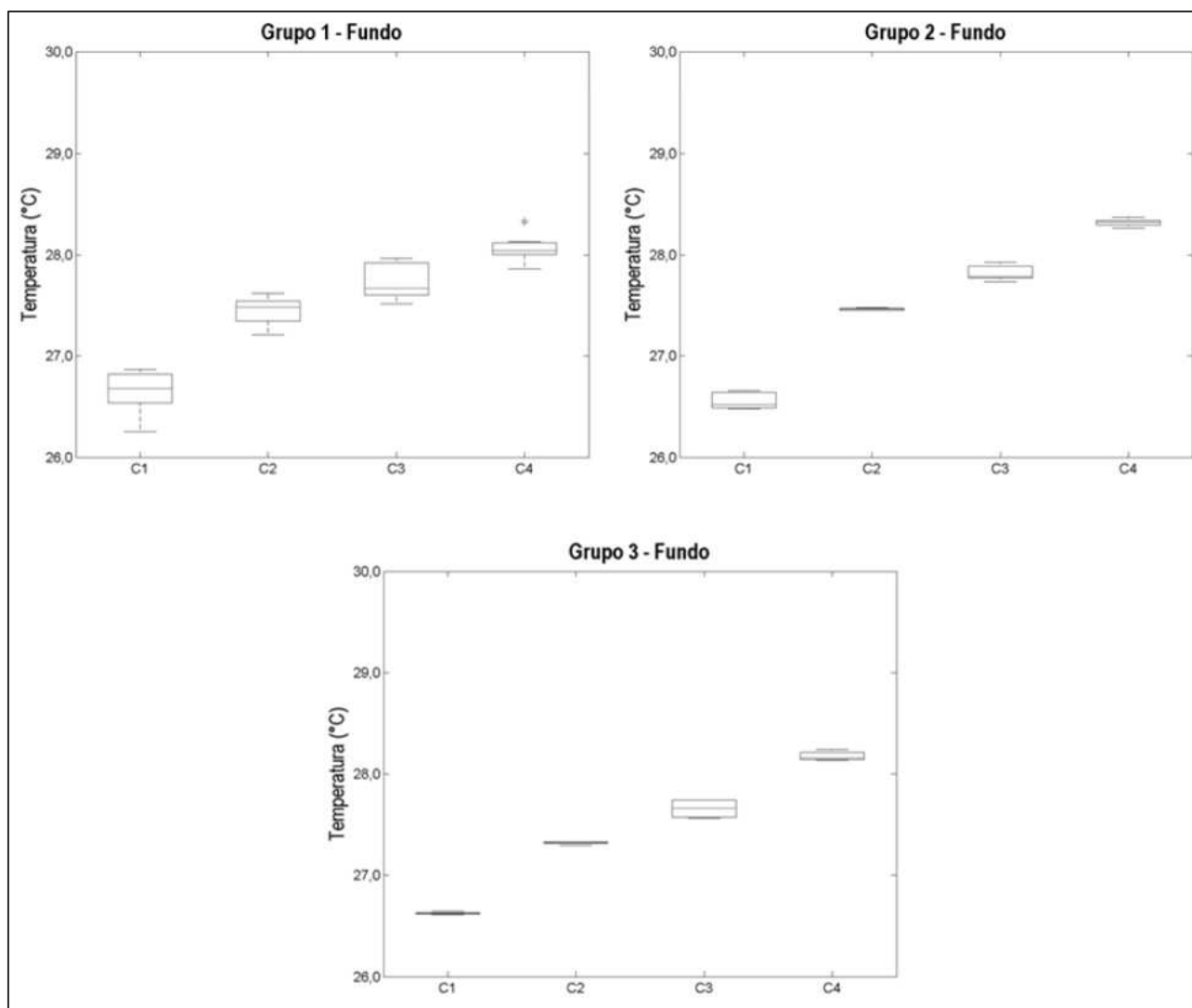


Figura V.1.2.1-6 - Temperatura próxima ao fundo para os agrupamentos de estações da malha de monitoramento (Grupos 1 – estações de coleta mais distantes dos difusores dos emissários I e II, 2 -- estações de coleta localizadas no entorno (até 500 m) do difusor do emissário I e 3 - estações de coleta localizadas no entorno (até 500 m) do difusor do emissário II) da Baía Potiguar, ao longo das quatro campanhas amostrais: C1 = 1ª campanha amostral (julho de 2002), C2 = 2ª campanha amostral (maio de 2003), C3 = 3ª campanha amostral (novembro de 2003), C4 = 4ª campanha amostral (maio de 2004). Fonte: PETROBRAS (2007).

Temperatura da Superfície do Mar de 2009 a 2010

Dados obtidos através do sensor AQUA-MODIS, para toda a plataforma continental, apontam TSM média de aproximadamente 28,4°C durante os anos de 2009 e 2010 (Figura V.1.2.1-7), com máxima de 32,4°C no mês de março/2010 e mínima de 26,2°C no mês de agosto do mesmo ano (PETROBRAS, 2011).

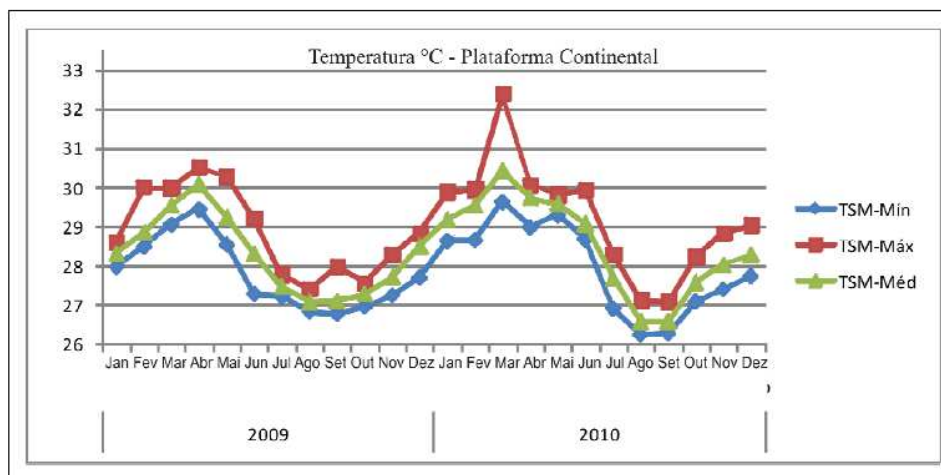


Figura V.1.2.1-7 - Valores mensais mínimos, máximos e médios de TSM para os anos de 2009 e 2010, para toda a área da plataforma continental (isóbatas de 0-60m). dados obtidos diretamente da análise estatística do conjunto de imagens mensais do AQUA-MODIS para os anos de 2009 e 2010.

Fonte: PETROBRAS (2011)

A Figura V.1.2.1-8, mostra que as maiores frequências de observações de TSM estiveram em torno de 28°C em média para toda a região da plataforma continental nos anos de 2009 e 2010 (PETROBRAS, 2011).

As imagens da Figura V.1.2.1-9 mostraram uma diferença média de 0,2°C entre as imagens dos anos de 2009 e 2010, para a região da plataforma continental. As mesmas mostraram que as águas mais frias (marcadas na imagem por cores em tons azulados na Figura V.1.2.1-9A) estiveram presentes principalmente no ano de 2009, enquanto que águas quentes (cores em tons amarelados na Figura V.1.2.1-9B) dominam o ano de 2010. Valores de TSM de 29°C aparecem em cores de tons avermelhados na Figura V.1.2.1-9B, provavelmente influenciadas pela pluma de sedimentos provenientes dos estuários dos rios Apodi-Mossoró, Piranha-Açu e de Galinhos (setas azul, verde e rosa, respectivamente, na Figura V.1.2.1-9B).

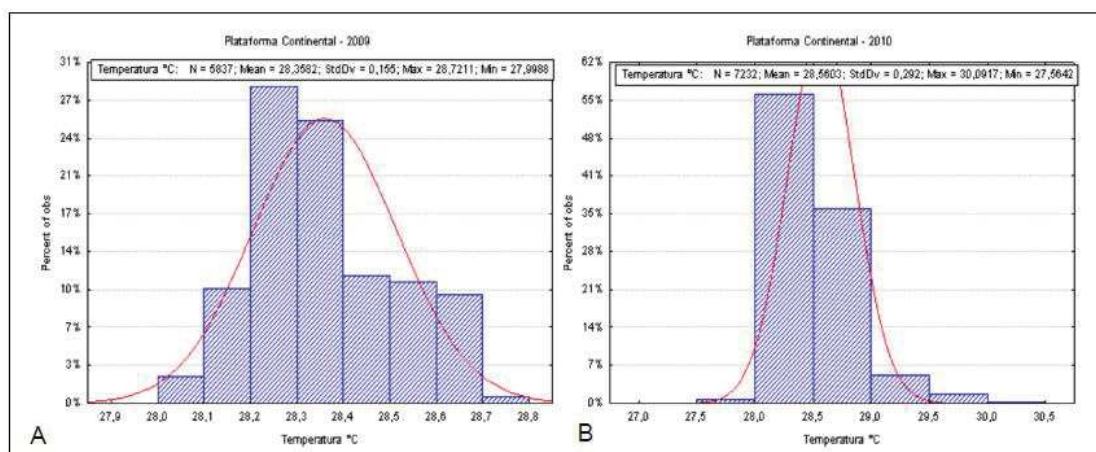


Figura V.1.2.1-8 - Histograma de frequências dos valores médios de TSM adquiridos pelo sensor AQUA-MODIS para a região da plataforma continental nos anos de 2009 (A) e 2010 (B).

Fonte: PETROBRAS (2011)

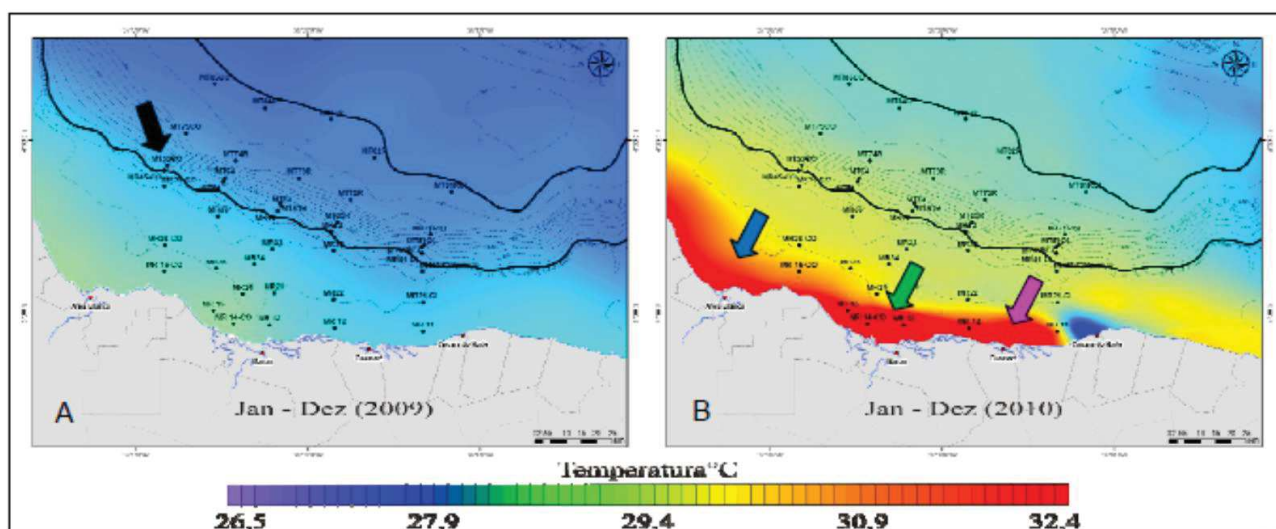


Figura V.1.2.1-9 - Imagem do sensor AQUA-MODIS das médias diárias de TSM para os anos de 2009 (A) e 2010 (B). As linhas mais espessas em preto demarcam os limites entre a plataforma e o talude continental aproximadamente entre a isóbatas de 0 – 60 m, como também com o oceano aberto aproximadamente entre a isóbatas de 60 - 2000 m. Fonte: PETROBRAS (2011).

Temperatura da Superfície do Mar em 2014

A partir de levantamentos realizados no ano de 2014, a TSM média ficou em torno de 27,7°C, e as maiores temperaturas com cerca de 28°C (cores em tons de vermelho na Figura V.1.2.1-10). Estas TSM foram verificadas próximas às desembocaduras dos rios Mossoró e Açu, respectivamente adjacentes à Areia Branca e Macau.

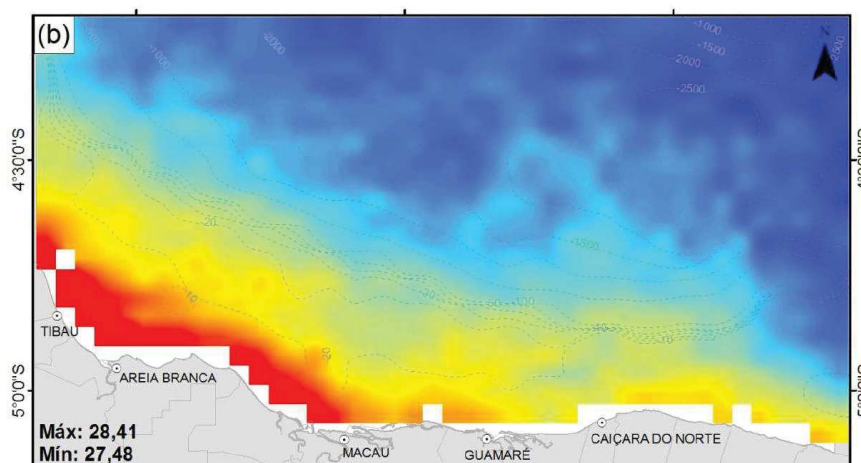


Figura V.1.2.1-10 - Média da TSM em 2014, obtidas diretamente do sensor AQUA-MODIS para a plataforma continental setentrional do Rio Grande do Norte.

Fonte: PETROBRAS (2015)

Analisando os dados de TSM em 2014, verificou-se que as maiores temperaturas, da ordem de 29°C ocorrem próximas à foz do rio Mossoró (cores em tons vermelho na Figura 11B, período chuvoso), e as temperaturas próximas à 27°C são observadas por toda a plataforma continental (cores em tons amarelo na Figura V.1.2.1-11A, período seco).

A Figura V.1.2.1-12 apresenta as imagens derivadas do sensor MODIS de médias mensais de concentração de Clorofila-a, TSM e Produtividade Primária para todos os meses de 2014, espacializadas para toda a zona eutrófica da plataforma continental. O comportamento da TSM mostra que ao longo do ano as águas estão mais aquecidas no período do outono, especificamente no mês de abril. As médias das temperaturas influenciam diretamente na atividade enzimática, pois TSM entre 0°C e 29°C promovem um aumento gradual da taxa fotossintética máxima específica da clorofila, enquanto que águas com temperaturas acima de 29°C ocasionam um decaimento na taxa fotossintética máxima específica da clorofila. Assim, os meses de agosto a outubro, a produção primária é influenciada em maior proporção pela TSM que nos meses de abril a junho (PETROBRAS, 2015).

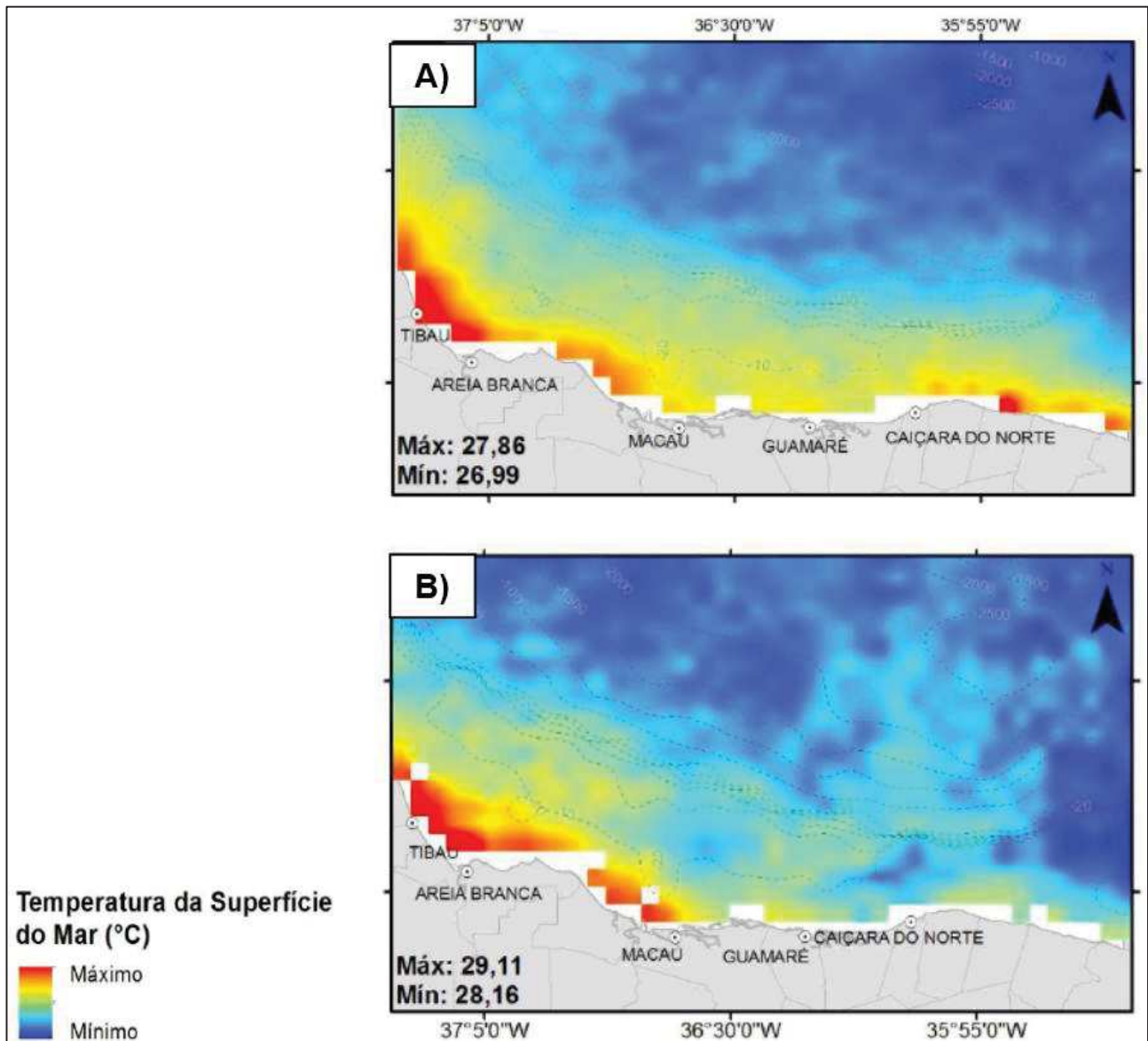
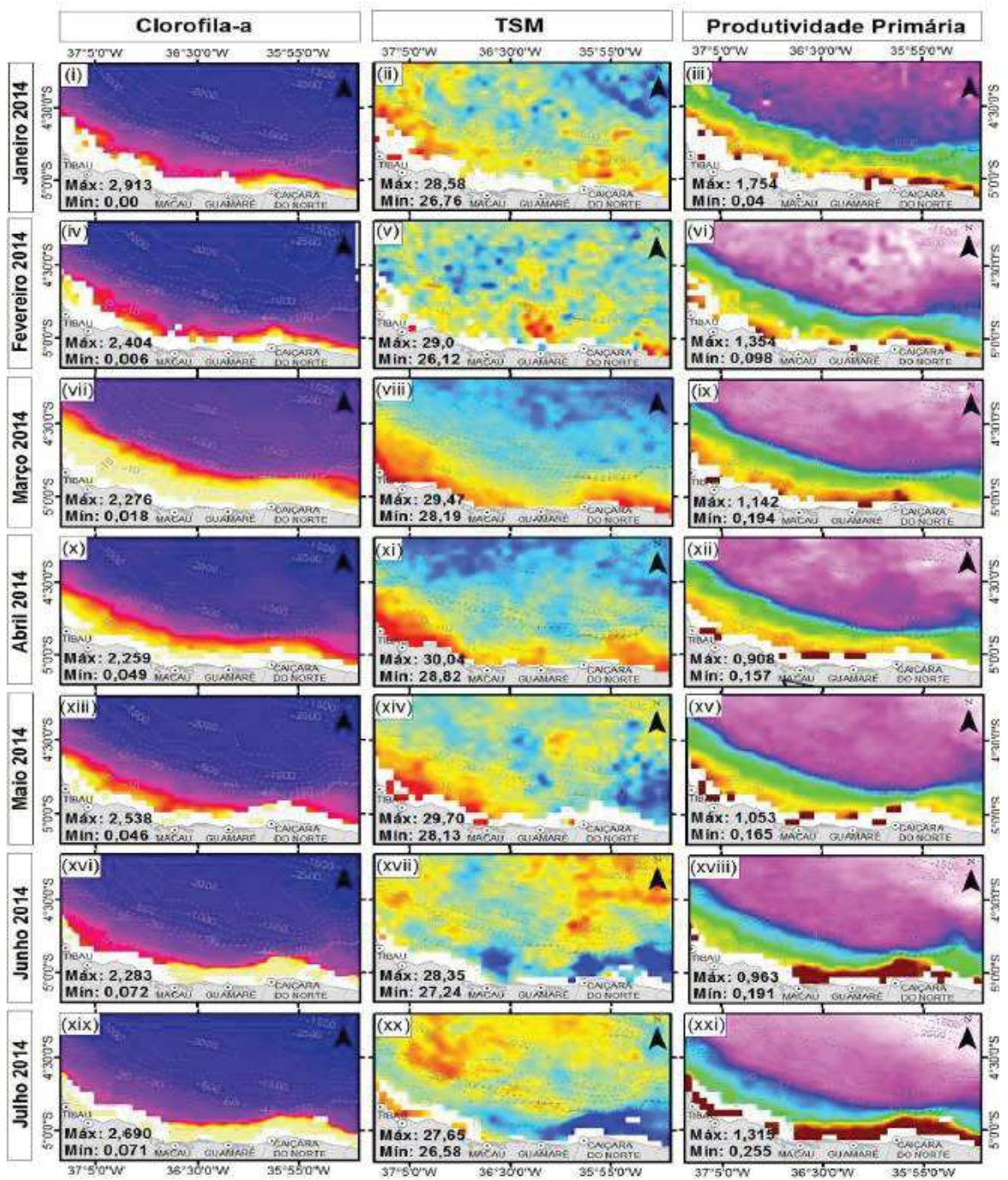


Figura V.1.2.1-11- *Imagens AQUA-MODIS com as médias semestrais (A, B) de TSM na região da plataforma continental setentrional do Rio Grande do Norte.*

Fonte: PETROBRAS (2015).



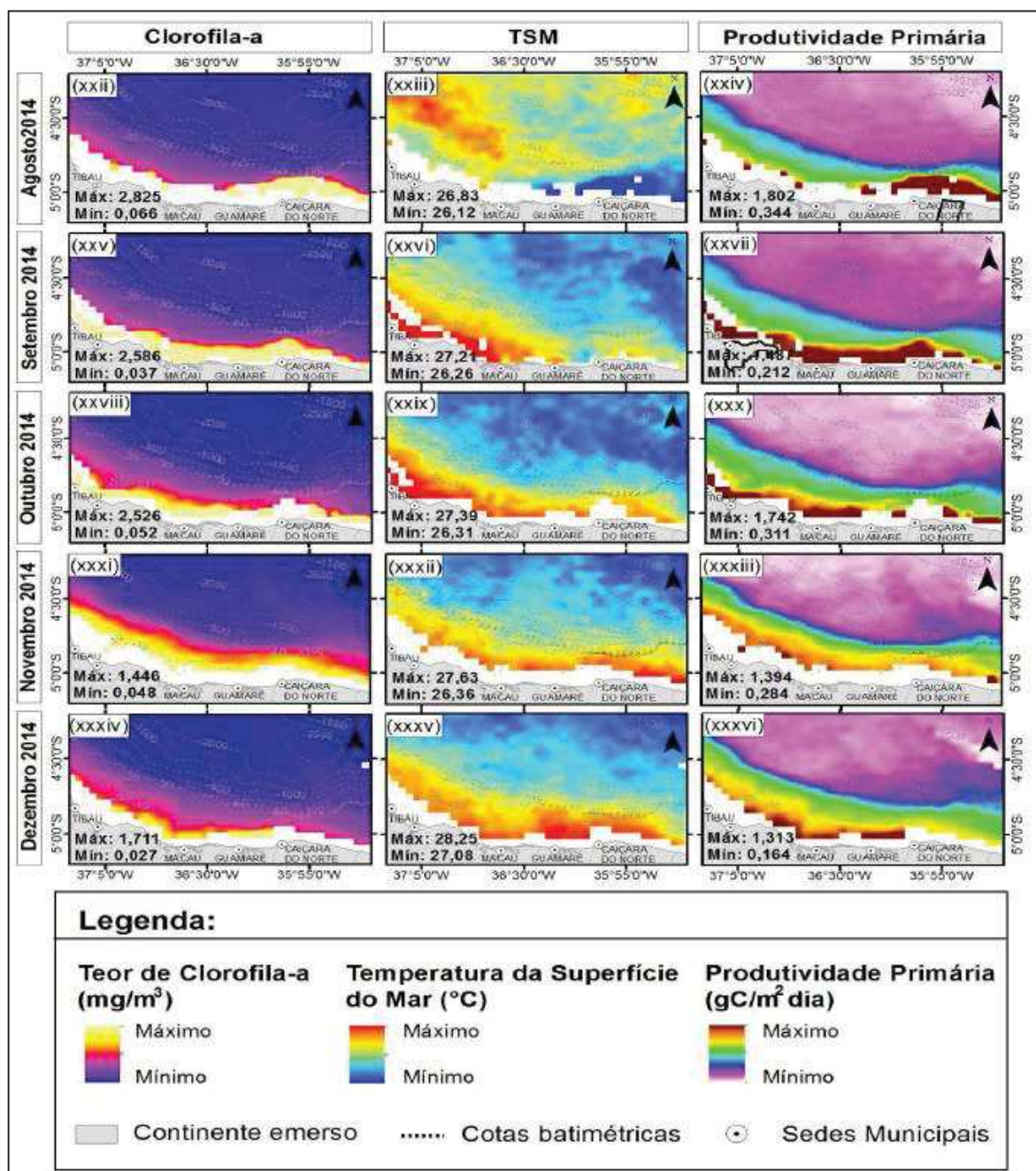


Figura V.1.2.1-12 - Imagens do AQUA-MODIS com as médias mensais da concentração de clorofila-a, TSM e Produtividade Primária integrada na zona eutrófica para o ano de 2014, na região da plataforma continental setentrional do Rio Grande do Norte.

V.1.2.2 - Salinidade da Superfície do Mar

Dados de salinidade da superfície do mar também foram medidos durante as primeiras campanhas realizadas entre 2002 e 2004 para os locais de medição, conforme Figura V.1.2.2-1.

Nesses pontos, as distribuições superficiais da salinidade ao longo das quatro campanhas amostrais apresentaram valor mediano de 36,1 ups, um mínimo de 35,0 ups (em julho de 2002) e um valor máximo de 38,1 ups (estação E15, em novembro de 2003).

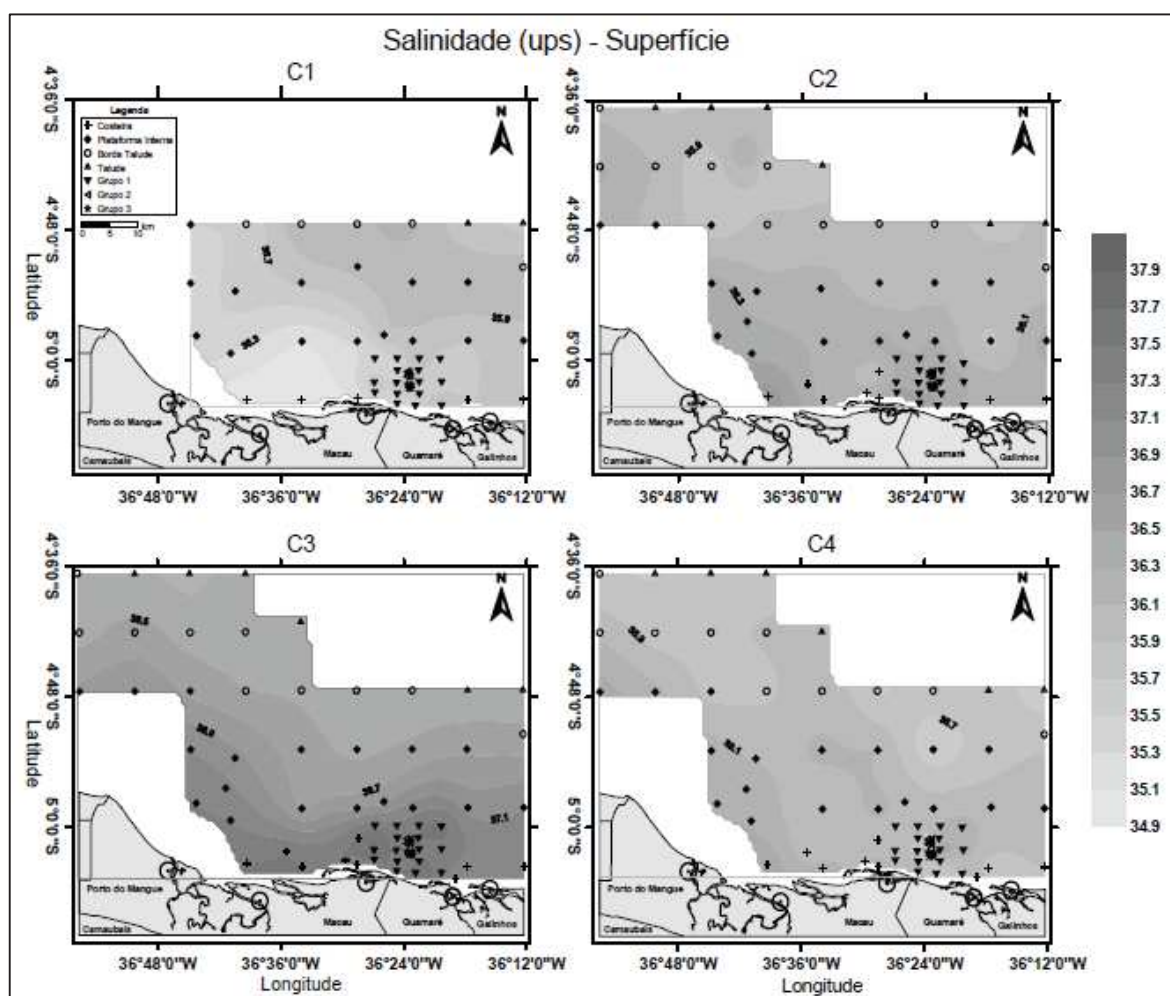


Figura V.1.2.2-1 - Distribuições horizontais de salinidade superficial na Baía Potiguar ao longo das quatro campanhas amostrais: C1 = 1ª campanha amostral (julho de 2002), C2 = 2ª campanha amostral (maio de 2003), C3 = 3ª campanha amostral (novembro de 2003), C4 = 4ª campanha amostral (maio de 2004).

Fonte: PETROBRAS (2015).

A Tabela V.1.2.2-1 apresenta os valores da salinidade superficial, mediana, máximo e mínimo registrados a partir das medidas de campo em cada uma das campanhas oceanográficas. Nela, é possível verificar uma maior salinidade superficial durante a campanha C3, enquanto que valores inferiores foram observados nas campanhas C1, C2 e C4 (PETROBRAS, 2007).

Tabela V.1.2.2-1 - Salinidade superficial na Baía Potiguar ao longo das campanhas amostrais. C1 = 1ª campanha amostral (julho de 2002), C2 = 2ª campanha amostral (maio de 2003), C3 = 3ª campanha amostral (novembro de 2003), C4 = 4ª campanha amostral (maio de 2004).

Campanha	Mínimo	Mediana	Máximo
C1	35,0	35,7	36,7
C2	25,2	36,3	37,1
C3	36,2	37,1	38,1
C4	35,4	35,9	36,7

Estes padrões são igualmente reproduzidos quando se analisam as estações oceanográficas agrupadas, tanto aquelas pertencentes à malha de caracterização (Figura V.1.2.2-2), quanto àquelas que fazem parte da malha de monitoramento. Conforme os relatórios da PETROBRAS (2006; 2007), pode-se observar que os valores de salinidade superficial do C3 foram sempre mais elevados em todas regiões: costeira, plataforma interna, borda do talude e talude. Igualmente, também pode ser observado que os valores foram mais elevados nos resultados por agrupamento da campanha C3, indicando assim, que no verão a salinidade da superfície é mais elevada (Figura V.1.2.2-3).

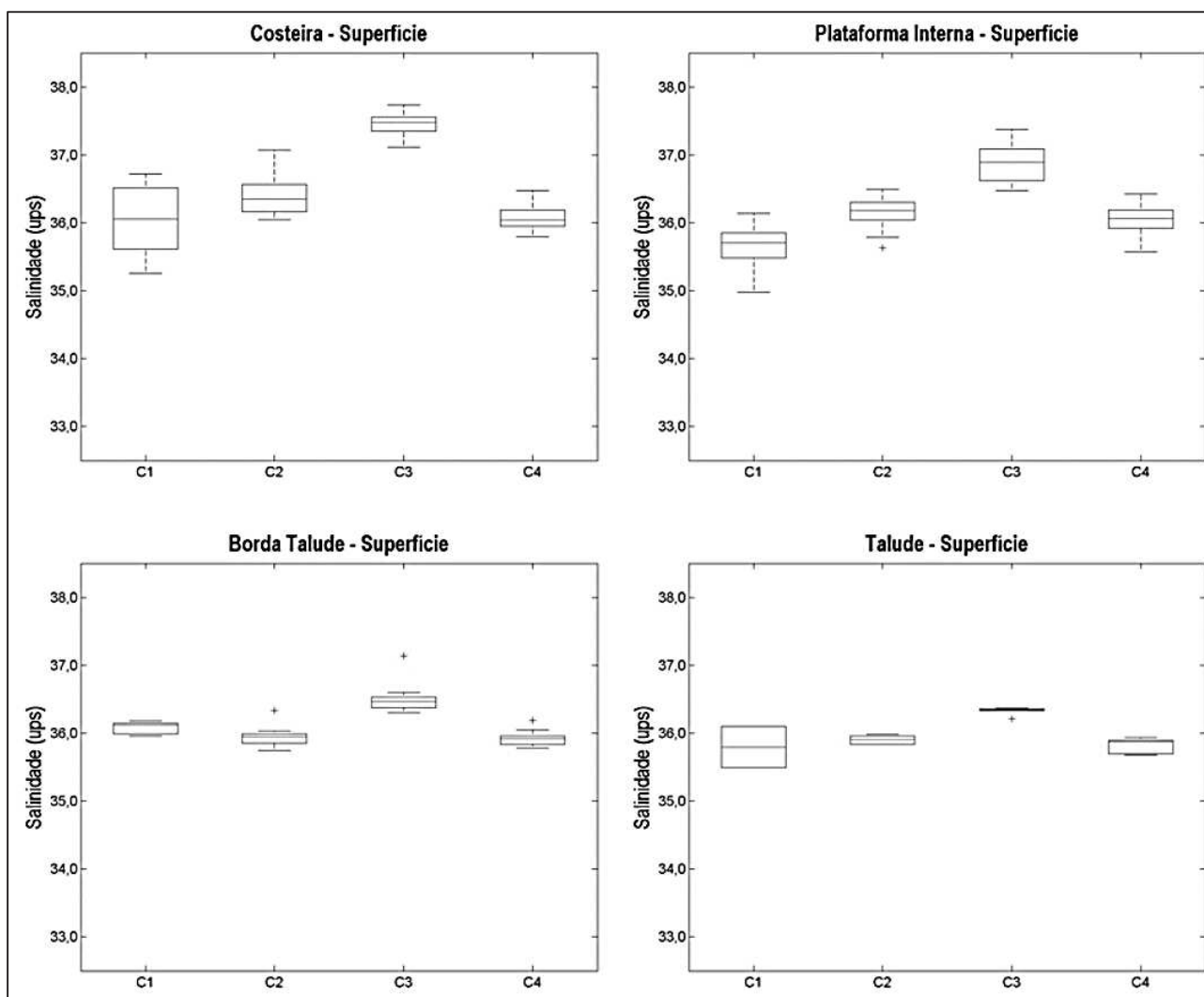


Figura V.1.2.2-2 - Salinidade superficial nos agrupamentos de estações da malha de caracterização (Costeira, Plataforma Interna, Borda de Talude e Talude) da Baía Potiguar, ao longo das quatro campanhas amostrais: C1 = 1ª campanha amostral (julho de 2002), C2 = 2ª campanha amostral (maio de 2003), C3 = 3ª campanha amostral (novembro de 2003), C4 = 4ª campanha amostral (maio de 2004).

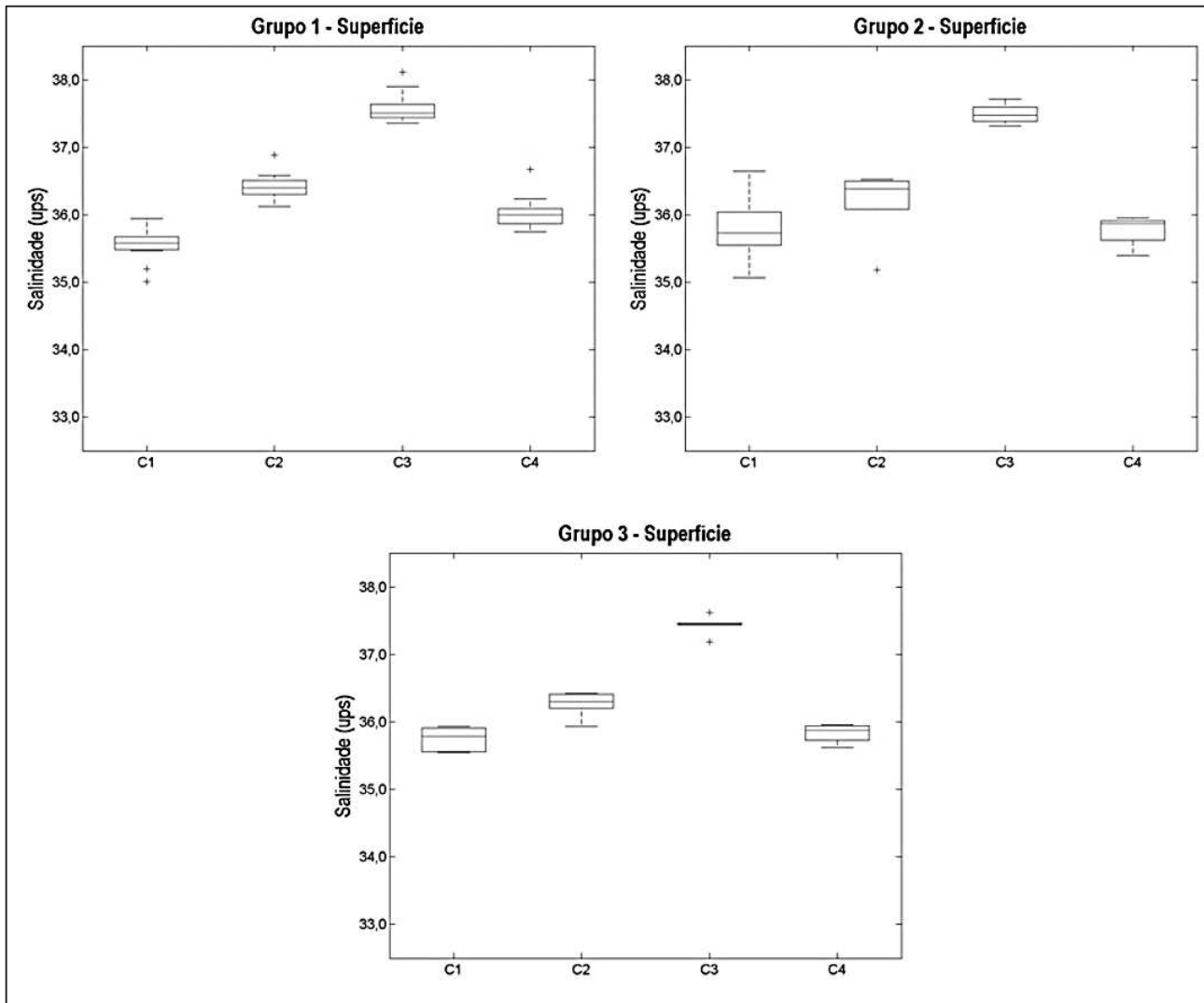


Figura V.1.2.2-3 - Salinidade superficial para os agrupamentos de estações da malha de monitoramento (Grupos 1 – estações de coleta mais distantes dos difusores dos emissários I e II, 2 -- estações de coleta localizadas no entorno (até 500 m) do difusor do emissário I e 3 - estações de coleta localizadas no entorno (até 500 m) do difusor do emissário II) da Baía Potiguar, ao longo das quatro campanhas amostrais: C1 = 1ª campanha amostral (julho de 2002), C2 = 2ª campanha amostral (maio de 2003), C3 = 3ª campanha amostral (novembro de 2003), C4 = 4ª campanha amostral (maio de 2004).

Próximo ao fundo a salinidade na Baía Potiguar apresentou um valor mediano de 36,2 ups, máximo de 37,9 ups na estação BPot05 (maio de 2004) e mínimo de 33,0 ups na estação BPot32 (novembro de 2003), como indica a Figura V.1.2.2-4.

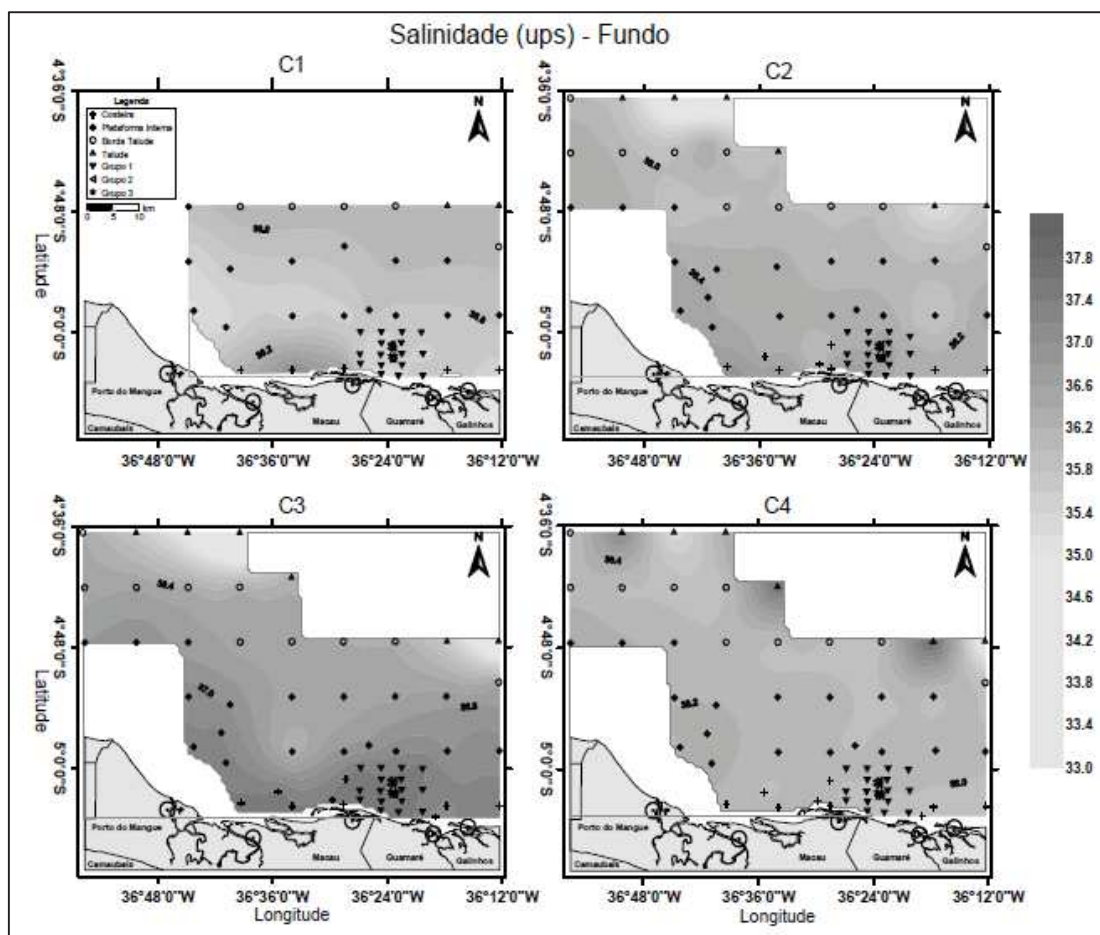


Figura V.1.2.2-4 - Distribuições horizontais de salinidade próxima ao fundo na Baía Potiguar, ao longo das quatro campanhas amostrais: C1 = 1ª campanha amostral (julho de 2002), C2 = 2ª campanha amostral (maio de 2003), C3 = 3ª campanha amostral (novembro de 2003), C4 = 4ª campanha amostral (maio de 2004).

Da mesma forma que na superfície, verificam-se valores mais elevados durante a campanha C3 (período seco), quando comparados aos valores das demais campanhas realizadas (C1, C2 e C4, períodos de transição e chuvosos), principalmente na região costeira (Figura V.1.2.1-5). No caso das estações da malha de monitoramento, Figura V.1.2.2-6, não foi possível identificar diferenças significativas entre os Grupos 1, 2 e 3, que seguiram igualmente os padrões verificados na superfície.

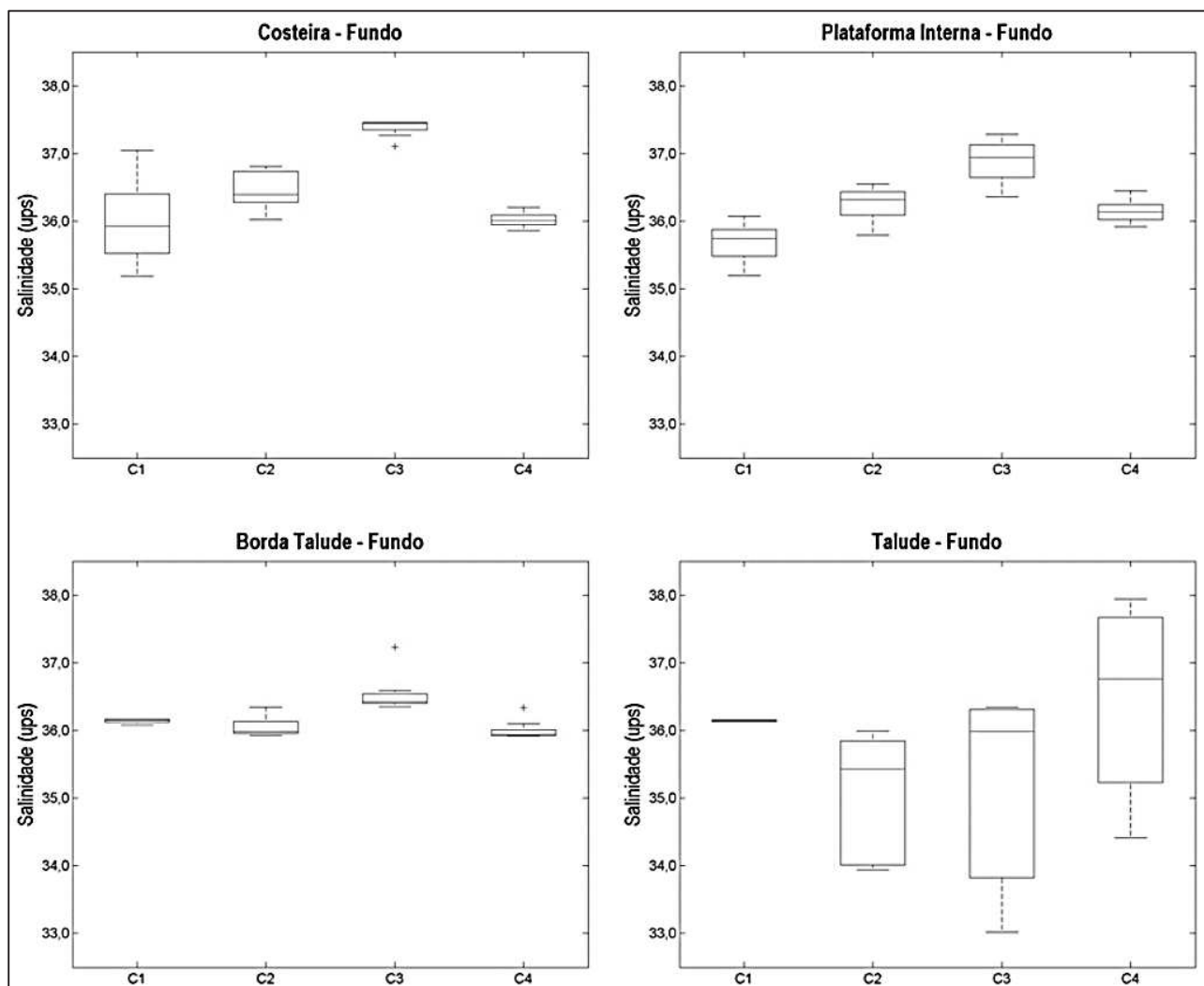


Figura V.1.2.2-5 - Salinidade próxima ao fundo nos agrupamentos de estações da malha de caracterização (Costeira, Plataforma Interna, Borda de Talude e Talude) da Baía Potiguar, ao longo das quatro campanhas amostrais: C1 = 1ª campanha amostral (julho de 2002), C2 = 2ª campanha amostral (maio de 2003), C3 = 3ª campanha amostral (novembro de 2003), C4 = 4ª campanha amostral (maio de 2004).

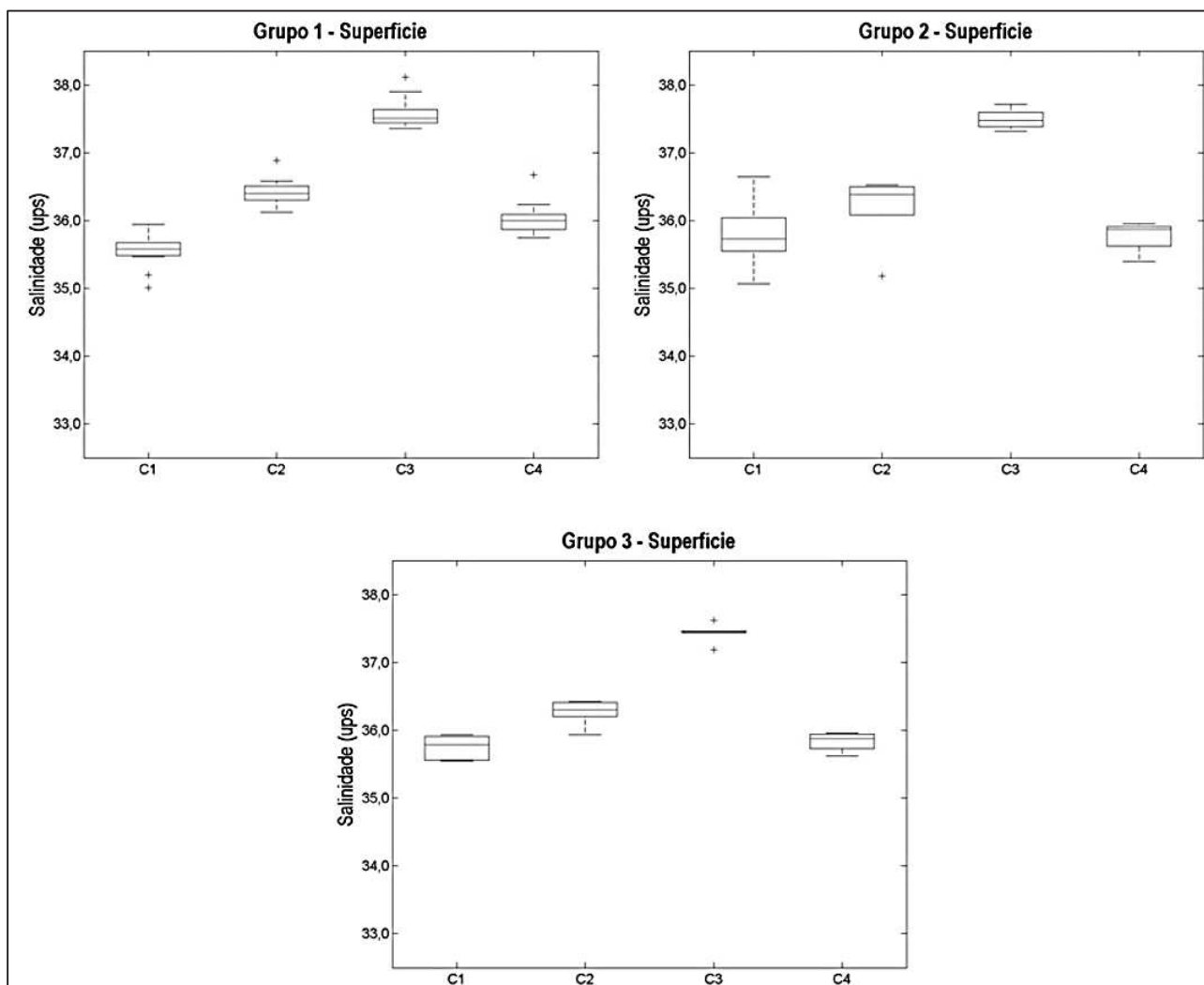


Figura V.1.2.2-6 - Salinidade próxima ao fundo para os agrupamentos de estações da malha de monitoramento (Grupos 1 – estações de coleta mais distantes dos difusores dos emissários I e II, 2 -- estações de coleta localizadas no entorno (até 500 m) do difusor do emissário I e 3 - estações de coleta localizadas no entorno (até 500 m) do difusor do emissário II) da Baía Potiguar, ao longo das quatro campanhas amostrais: C1 = 1ª campanha amostral (julho de 2002), C2 = 2ª campanha amostral (maio de 2003), C3 = 3ª campanha amostral (novembro de 2003), C4 = 4ª campanha amostral (maio de 2004).

V.1.2.3 - Massas d'Água

Os dados relativos às massas d'água foram obtidos através dos relatórios técnicos de monitoramentos da PETROBRAS (2006; 2007) realizados durante as campanhas de 2002 a 2004 para a região da plataforma continental da Baía Potiguar.

Normalmente, a temperatura e a salinidade, e conseqüentemente a densidade, são os principais parâmetros utilizados como indicadores das massas d'água, pelo fato que os mesmos só apresentam alterações significativas através da difusão ou mistura com outras massas d'água, além da camada limite oceânica, sendo assim, caracterizados com parâmetros conservativos (Miranda, 1982; Freitas, 2003).

Os valores de temperatura e salinidade obtido no campo, com as campanhas realizadas na Baía Potiguar (PETROBRAS, 2006) permitiram a elaboração do diagrama T-S, assim como a identificação e caracterização das principais massas d'água presente na área estuda (PETROBRAS, 2007).

De acordo com a Figura V.1.2.3-1, as massas d'água identificadas na região da plataforma continental da Baía Potiguar, durante as campanhas de monitoramento de 2002 a 2004, foram:

- ✓ Água Tropical Superficial (AT), caracterizada por valores de $\sigma_t < 24,500$, esteve presente em todas as colunas d'água das estações de coleta compreendidas entre a superfície e a profundidade de 70 m;
- ✓ Água Central do Atlântico Sul (ACAS), caracterizada por valores de $24,500 < \sigma_t < 27,125$, estendendo-se até cerca de 450 m de profundidade;
- ✓ Água Intermediária Antártica (AIA), limitada pelo intervalo de $27,125 < \sigma_t < 27,450$, em profundidades superiores a 450 m.

Essas massas d'água foram encontradas anteriormente nos trabalhos de Medeiros et al. (1998), Barnier et al. (2001), Freitas (2003) e Stramma e Schott (1999).

Em profundidades compreendidas entre 70 m e 150 m, encontra-se também a Água de Máxima Salinidade (AMS), com temperaturas variando de 18,0°C a 26,0°C e salinidade próxima ou superior a 37,0 ups. Esta é transportada pelo oceano Atlântico Sul para a região de fronteira oeste pelo sistema Corrente Sul Equatorial (CSE)/Corrente Norte do Brasil (CNB)/Sub-Corrente Norte do Brasil (SCNB) (Schott et al., 1998; Ferreira, 2001; Freitas, 2003; Silva, 2006).

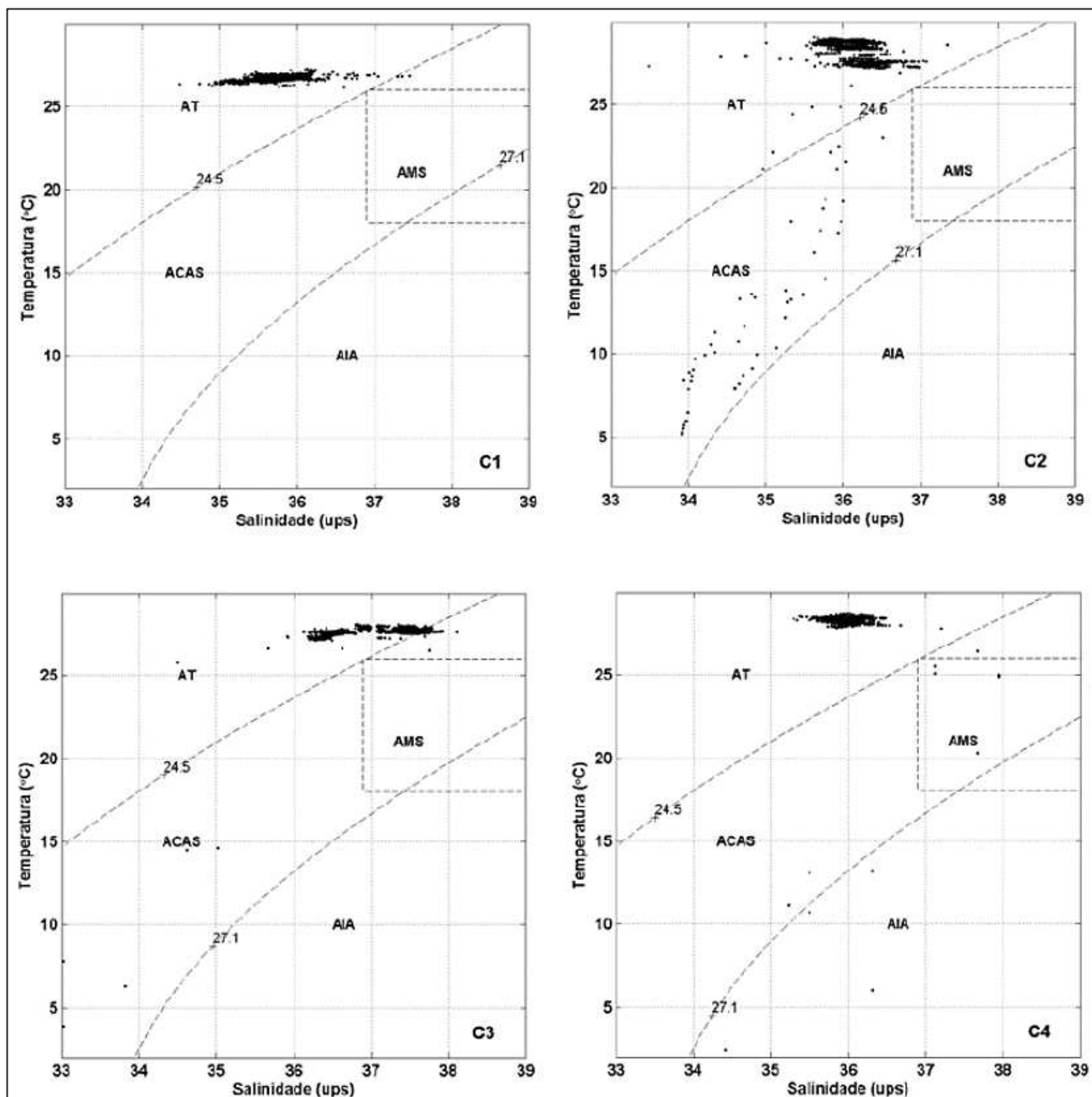


Figura V.1.2.3-1 - Diagrama T-S esquemático, mostrando a presença da Água Tropical (AT), da Água Central do Atlântico Sul (ACAS), da Água de Máxima Salinidade (AMS) e da Água Intermediária Antártica (AIA), na Baía Potiguar ao longo das quatro campanhas amostrais: C1 = 1ª campanha amostral (julho de 2002), C2 = 2ª campanha amostral (maio de 2003), C3 = 3ª campanha amostral (novembro de 2003), C4 = 4ª campanha amostral (maio de 2004)

Fonte: (PETROBRAS, 2006).

V.1.2.4 - Correntes

A costa norte da região NEB apresenta um regime de correntes controlado por três agentes principais: a circulação de larga-escala do Oceano Atlântico Sul, através do fluxo unidirecional da Corrente Norte do Brasil (CNB); o ciclo de marés, gerado nos oceanos pelas forças gravitacionais astronômicas; e, a ação conjunta dos ventos locais, do atrito na interface oceano-atmosfera, das características do substrato marinho e da geometria da linha de costa que, interagindo, produzem a chamada corrente de deriva litorânea (PETROBRAS, 2007).

A distância da costa faz com que, em geral, a influência de cada um dos agentes principais seja maior ou menor. Enquanto regiões costeiras são dominadas pelas correntes de maré e de deriva litorânea, há um progressivo aumento da influência da CNB com o afastamento da costa.

Levantamento das Correntes de 2002 a 2003

Entre 2002 e 2003, a PETROBRAS realizou três fundeios (descritos na Tabela V.1.2.4-1) com perfilhadores acústicos distribuídos na plataforma continental da Baía Potiguar, em região adjacente ao Campo de Exploração de Ubarana, conforme localização apresentada na Figura V.1.2.4-1.

Tabela V.1.2.4-1 - Características dos fundeios e perfilhadores (Acoustic Doppler Current Profiler, ADCP) na Baía Potiguar.

Fundei	Localização	Profundidade (m)	Período de Aquisição
Fundei 4	-04°51'54"S / -36°22'24"W	20	04/05 a 03/06/2002
Fundei 5	-05°04'16,7"S / -36°22'52"W	6	19 a 23/05/2003
Fundei 6	-04°03'11,2"S / -36°22'30"W	5	14 a 19/05/2003



Figura V.1.2.4-1 - Localização dos fundeios realizados pela PETROBRAS a partir de 2001, com destaque para os fundeios: 4, 5 e 6 nas proximidades do Campo de Ubarana e área do projeto piloto para geração eólica offshore.

No Fundeio 4 evidencia-se a predominância do sinal bipolar nos registros de correntes. Os registros revelam significativa assimetria entre as correntes de enchente e de vazante, com máximos em torno de 40 cm/s e 35 cm/s, respectivamente, e um desvio do eixo de oscilação, indicando a ação de uma corrente de deriva de componente zonal. As maiores frequências de dados ocorrem entre 15 a 30 cm/s na enchente e 20 cm/s na vazante, conforme Figura V.1.2.4-2.

Nos Fundeios 5 e 6 há maior predominância de fluxo zonal, caracterizando a deriva litorânea. No Fundeio 5 existem correntes para ESE na enchente e para ENE na vazante, com intensidade de 5 a 10 cm/s. A análise da direção mostra o domínio da corrente de maré juntamente com a deriva litorânea. No fundeio 6 nota-se a predominância do fluxo para oeste devido ao predomínio da deriva litorânea, com intensidade de 5 a 10 cm/s. Em ambos os fundeios as intensidades não ultrapassaram 15 cm/s (Figura V.1.2.4-2).

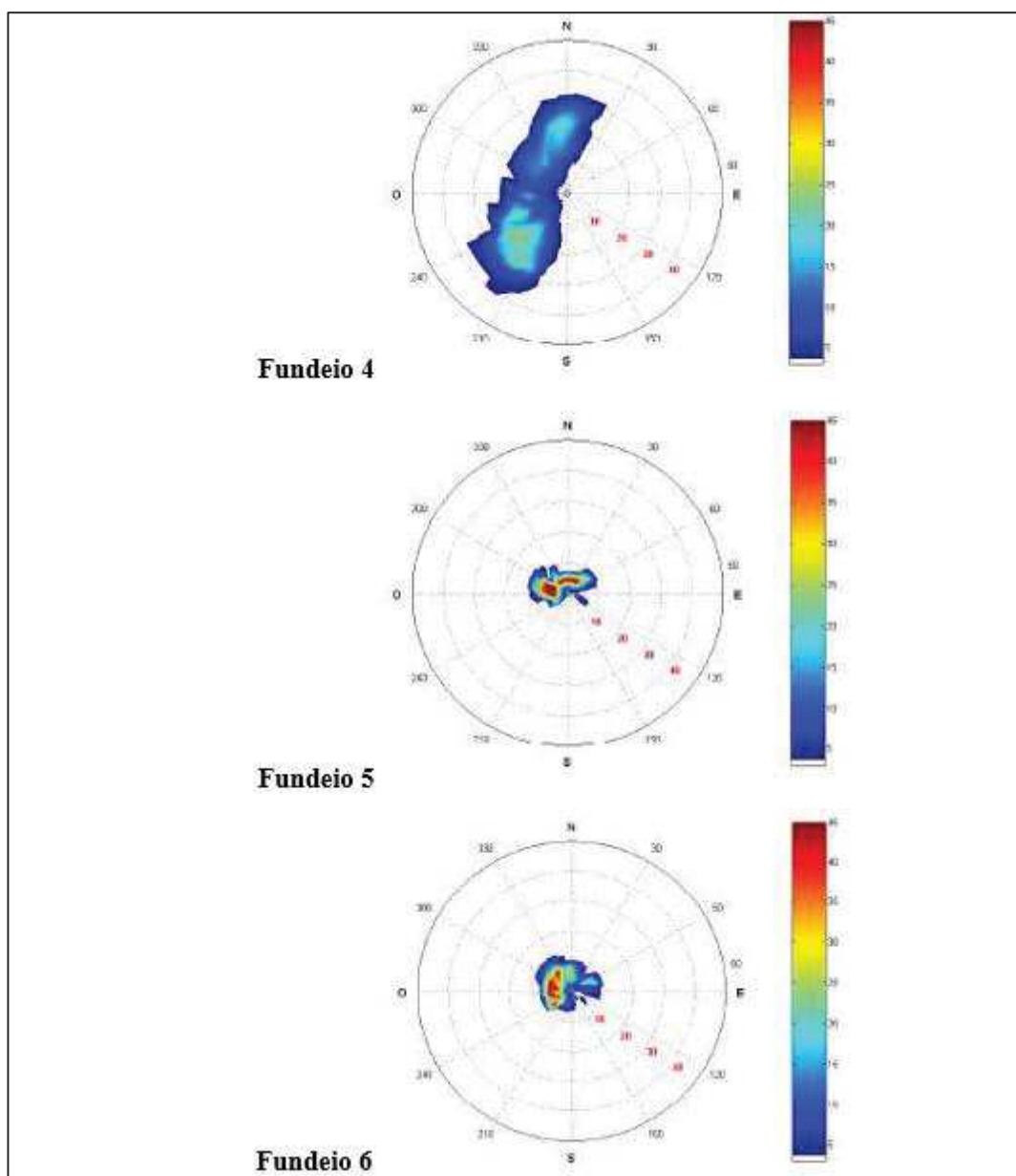


Figura V.1.2.4-2 - Histograma direcionais das séries temporais de intensidade e direção de correntes superficial registradas pelos ADCPs nos fundeios 4, 5 e 6. As escalas de cores indicam as frequências em relação ao número total de observações de cada série (em %). A intensidade de corrente é representada pelos círculos tracejados concêntricos, com valores indicados em vermelho (em cm/s).

Levantamento das Correntes de 2003 a 2004

Outro levantamento realizado pela PETROBRAS durante as campanhas de monitoramento da Baía Potiguar nos anos de 2003 e 2004, obteve dados de intensidade e direção

de correntes com o auxílio de 02 Correntômetros Sensoredata a/s Bergen, modelos SD-30 e SD-6000, e 02 Correntômetros InterOcean Systems Inc., modelos S4 e S4A. Estas campanhas foram efetuadas para a Boia do Campo Siri e na zona frontal à Praia do Minhoto.

Os registros do correntômetro ancorado nas proximidades da Praia do Minhoto revelaram intensidades de corrente entre 0,6 a 11 cm.s⁻¹, com mediana de 4,4 cm.s⁻¹. A tendência indicou direções preferenciais para Oeste, entretanto, verificou-se uma maior quantidade relativa de registros situado a Leste da direção SO-NE.

No que se refere à direção do vetor corrente, uma análise mais detalhada da Figura V.1.2.4-3 permite constatar que as correntes medidas na região costeira da Baía Potiguar apresentam características associadas aos diferentes tipos e estágios de maré. Nestes gráficos, verificam-se velocidades com intensidades maiores que 5 cm. s⁻¹ entre as direções SO e NE (PETROBRAS, 2007).

Os registros do vetor de velocidade de corrente agrupados de acordo com as suas direções e com os estágios de maré (Figura V.1.2.4-3) mostram que o estágio de maré EM foi caracterizado por velocidades predominantemente direcionadas para SO, enquanto que as direções no estágio de maré VZ são significativamente encontradas em duas situações características, mais evidenciadas pelo fundeio de Siri: (a) uma primeira condição de vazante ficou caracterizada no intervalo de medidas entre os dias 13 a 23 de maio de 2003, período marcado entre o final da maré de sizígia e o auge da maré de quadratura, quando as velocidades tenderam preferencialmente para os sentidos N e NE; (b) para as medidas realizadas entre os dias 23 e 30 de maio de 2003, entre o final da quadratura e início da sizígia, observa-se que as velocidades apontaram preferencialmente no sentido NO (PETROBRAS, 2007).

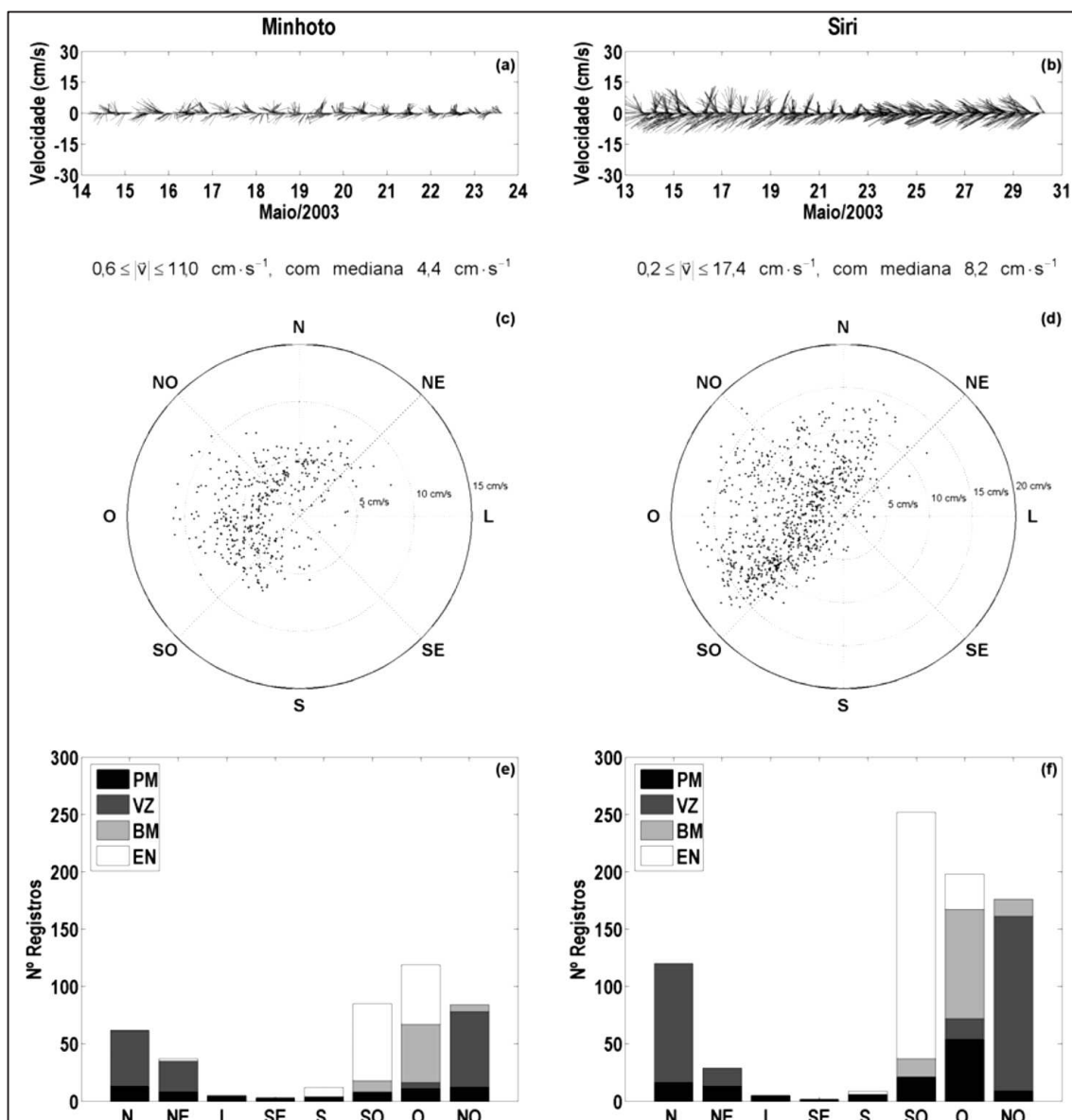


Figura V.1.2.4-3 - Diagramas de barra/direção do vetor velocidade de corrente (a, b), diagrama de dispersão (c, d), e frequência de ocorrência da direção do vetor corrente em função dos estágios de maré (PM = Preamar, VZ = Vazante, BM = Baixa-mar, e EN = Enchente) (e, f) na Baía Potiguar, durante a campanha oceanográfica C2, maio de 2003 (período chuvoso)

Fonte: (PETROBRAS, 2007).

Na Figura V.1.2.4-4 são apresentados os diagramas de barras/direção das intensidades e direções das correntes durante a campanha C3, ocorrida em novembro de 2003 (período seco). Nesta figura as direções da corrente também foram agrupadas de acordo com os estágios da maré durante as medições. A Figura V.1.2.4-4 indica que no período seco as correntes na Baía Potiguar, tanto na praia do Minhoto quanto nas proximidades

das boias, se situam preferencialmente no quadrante limitado pela direção SO-NO. Observa-se ainda que estas são direcionalmente mais dispersas e cerca de duas vezes mais intensas na área das boias (1,8 a 38 cm.s-1, mediana 19,8 cm.s-1) do que na região frontal à Praia do Minhoto (0,2 a 24,4 cm.s-1, mediana 7,9 cm.s-1).

Quanto à variabilidade da forçante astronômica, verifica-se que nas marés de quadratura as intensidades máximas oscilaram em torno de 12 cm.s-1, enquanto que na maré de sizígia, as máximas velocidades atingiram valores próximos à 40 cm.s-1 (PETROBRAS, 2007). Através dos diagramas de frequência foi possível verificar que as correntes apontam principalmente para O-SO no estágio de maré Enchente (EN) e, sobretudo, para NO durante a maré Vazante (VZ).

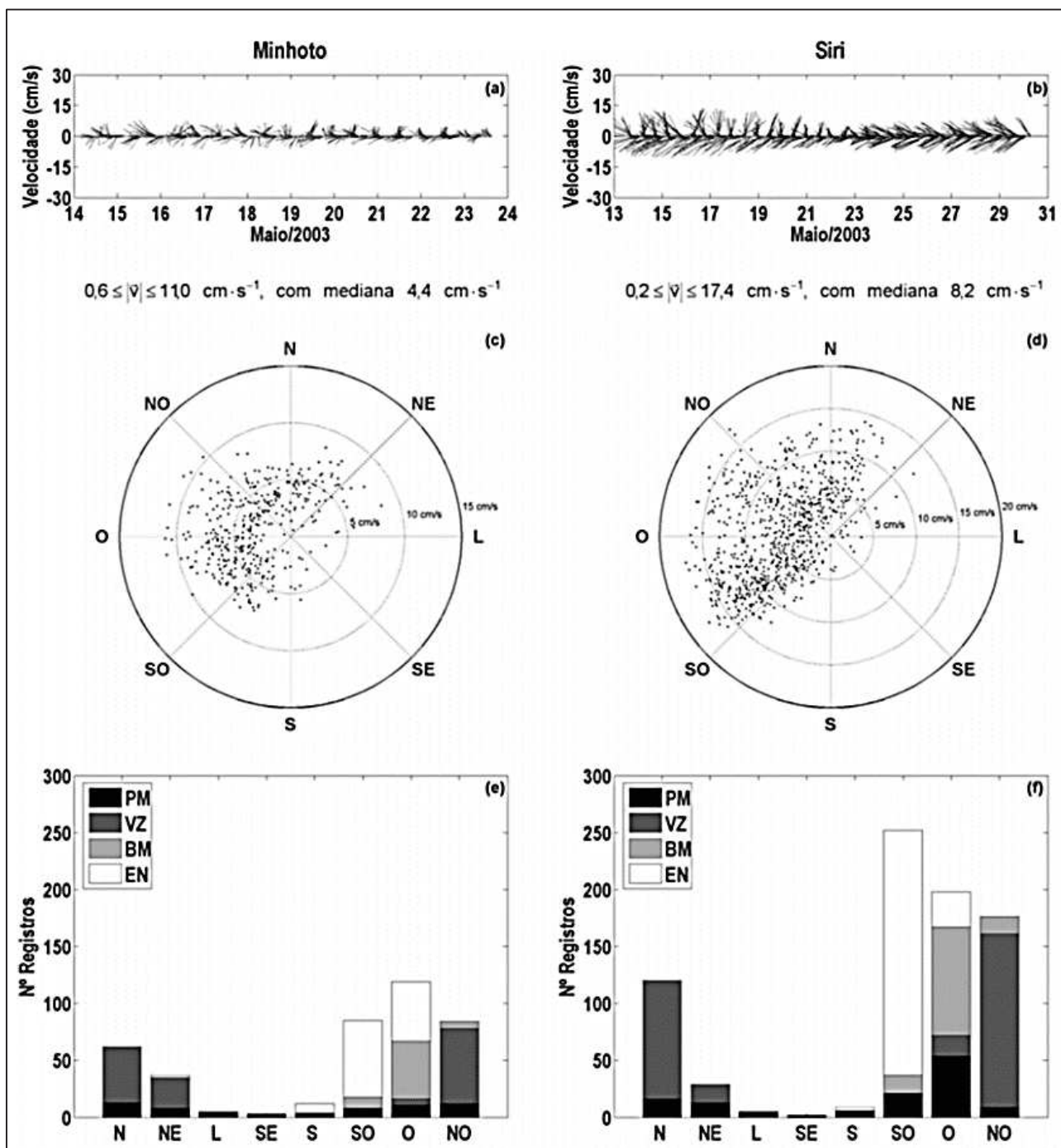


Figura V.1.2.4-4 - Diagramas de barra/direção do vetor velocidade de corrente (a, b), diagrama de dispersão (c, d), e frequência de ocorrência da direção do vetor corrente em função dos estágios de maré (PM = Preamar, VZ = Vazante, BM = Baixa-mar, e EN = Enchente) (e, f) na Baía Potiguar, durante a campanha oceanográfica C4, maio de 2004 (período chuvoso).

Fonte:(PETROBRAS, 2007).

Levantamento das Correntes 2010 a 2017

Para o levantamento das correntes no período entre 2010 e 2017, foram analisados dados das campanhas ocorridas em quatro pontos distribuídos na plataforma continental interna e intermediária, de acordo com a localização apontada na Figura V.1.2.4-5 (PETROBRAS, 2019).

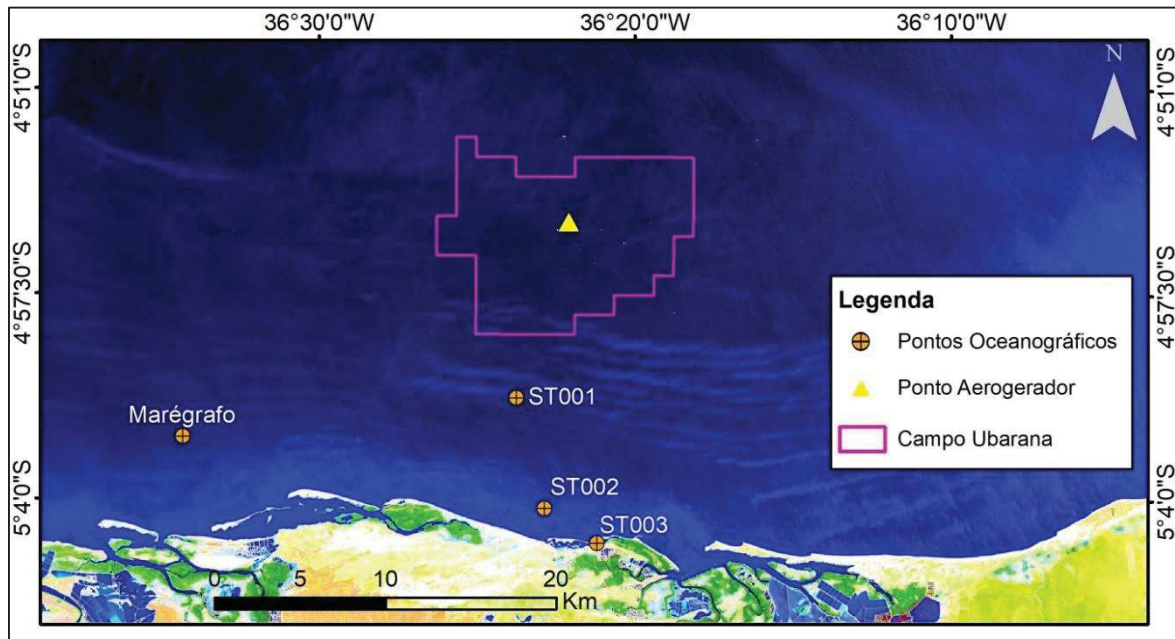


Figura V.1.2.4-5 - Localização das estações de medições para os parâmetros oceanográficos: correntes, ondas e marés da área adjacente ao projeto piloto para geração eólica offshore.

Nas Figuras V.1.2.4-6 (meia-água) e V.1.2.4-7 (fundo), referidas a estação ST001, os dados indicam dois padrões direcionais ao longo da série temporal, um sentido predominante de SE (Sudeste) para NW (Noroeste) e outro sentido predominante de NE (Nordeste) para SW (Sudoeste), ao longo de toda a coluna d'água, confirmando a influência dos ventos na circulação costeira local (PETROBRAS, 2019).

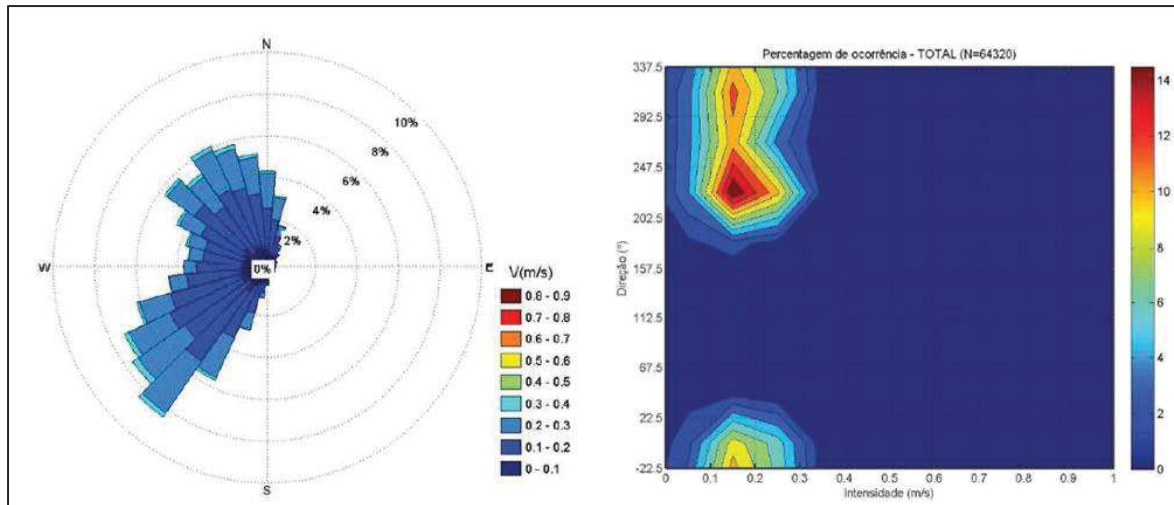


Figura V.1.2.4-6 - Rosa de correntes (dados horários) à meia água para horários sinóticos e diagrama de frequência de ocorrência, intensidade (m/s) x direção (°), em % nos horários semisinóticos das campanhas de 2010 a 2017 para a estação ST001.

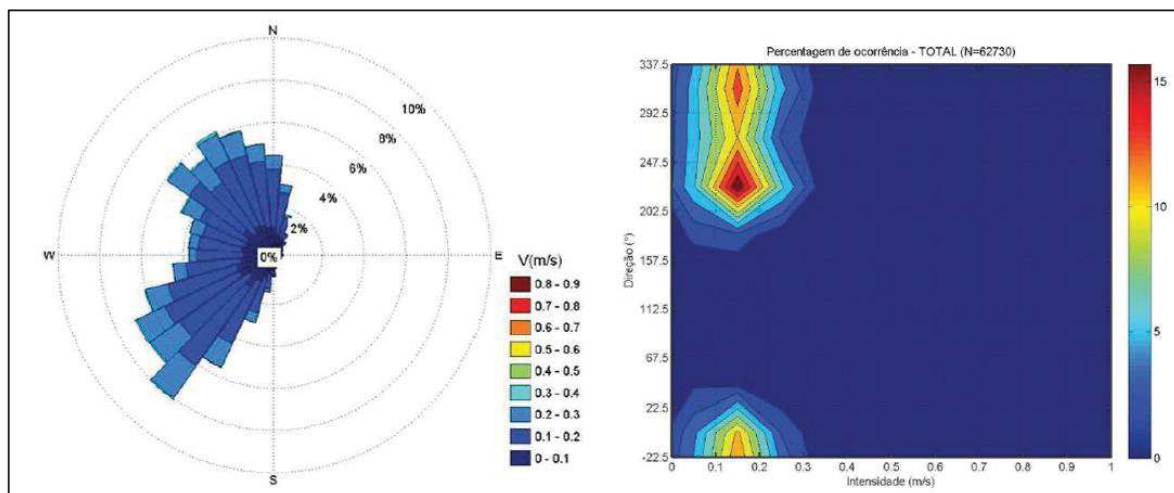


Figura V.1.2.4-7 - Rosa de correntes (dados horários) próximo ao fundo para horários sinóticos e diagrama de frequência de ocorrência, intensidade (m/s) x direção (°), em % nos horários semisinóticos das campanhas de 2010 a 2017 para a estação ST001.

Na Figura V.1.2.4-8, referidos a estação ST002, os resultados mostram uma predominância para o sentido WSW (Oeste-Sudoste) e, em seguida, para WNW (Oeste-Noroeste).

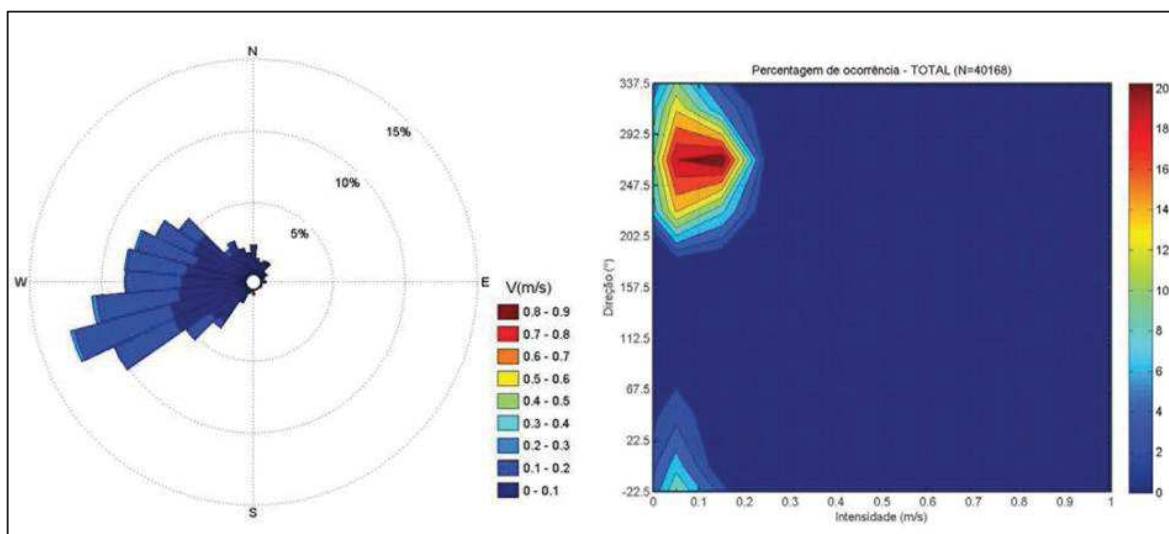


Figura V.1.2.4-8 - Rosa de correntes (dados horários) para horários sinóticos e diagrama de frequência de ocorrência, intensidade (m/s) x direção (°), em % nos horários semisinóticos das campanhas de 2011 a 2017 para a estação ST002.

Os parâmetros estatísticos derivados dos dados nas estações ST001 (Tabela V.1.2.4-2 e Tabela V.1.2.4-3 para meia-água e fundo, respectivamente) e ST002 (Tabela V.1.2.4-4) confirmam esta predominância da direção da corrente, com uma baixa variabilidade da média vetorial da direção e valor de persistência (em termos direcionais) relativamente alto (quando comparada a locais com escoamento alternante como, por exemplo, canais de maré) para as duas localidades.

A persistência (direcional) da corrente é definida aqui pela razão entre a média vetorial e a média escalar da intensidade da corrente. Os valores máximos de corrente registrados foram de 0,43 m/s e 0,39 m/s na localização ST001 em meia-água e no fundo, respectivamente, e de 0,30 m/s na localização ST002.

Tabela V.1.2.4-2 - Parâmetros estatísticos extraídos a partir dos dados de corrente para o período de setembro de 2010 a dezembro de 2017 (campanhas 4 a 14, 16 a 22, 24 a 36, 40 a 47) na locação ST001 (meia-água)

Meses	No. de Obs.	Vmax (m/s)	Vmed (m/s)	Std (m/s)	Resultante da soma vetorial: velocidade (m/s)	Resultante da soma vetorial: direção (°)	Persistência (direcional)
Janeiro	5836	0,37	0,16	0,06	0,09	284	0,57
Fevereiro	6107	0,36	0,16	0,07	0,08	282	0,51
Março	5734	0,42	0,16	0,07	0,08	281	0,48
Abril	4108	0,38	0,15	0,07	0,07	283	0,46
Mai	5134	0,36	0,15	0,06	0,08	281	0,49
Junho	4442	0,37	0,15	0,06	0,07	277	0,49
Julho	3854	0,37	0,15	0,06	0,08	278	0,49
Agosto	4234	0,42	0,17	0,07	0,11	282	0,62
Setembro	5575	0,41	0,18	0,07	0,12	283	0,67
Outubro	6427	0,43	0,19	0,07	0,14	279	0,71
Novembro	6390	0,40	0,19	0,06	0,14	278	0,72
Dezembro	6479	0,39	0,17	0,06	0,11	283	0,62
Todo o período	64320	0,43	0,17	0,07	0,10	281	0,59

Tabela V.1.2.4-3 Parâmetros estatísticos extraídos a partir dos dados de corrente para o período de setembro de 2010 a dezembro de 2017 (campanhas 4 a 14, 16 a 22, 24 a 36, 40 e 47) na locação ST001 (fundo)

Meses	No. de Obs.	Vmax (m/s)	Vmed (m/s)	Std (m/s)	Resultante da soma vetorial: velocidade (m/s)	Resultante da soma vetorial: direção (°)	Persistência (direcional)
Janeiro	5685	0,36	0,14	0,06	0,09	284	0,58
Fevereiro	5407	0,37	0,13	0,06	0,08	280	0,56
Março	5003	0,33	0,13	0,06	0,08	280	0,52
Abril	4111	0,33	0,13	0,06	0,07	281	0,47
Mai	5138	0,36	0,13	0,05	0,08	281	0,50
Junho	4438	0,3	0,13	0,05	0,07	275	0,50
Julho	3852	0,33	0,14	0,06	0,08	276	0,50
Agosto	4225	0,35	0,15	0,06	0,11	281	0,60
Setembro	5574	0,36	0,16	0,06	0,12	282	0,66
Outubro	6429	0,39	0,17	0,06	0,14	279	0,72
Novembro	6391	0,39	0,17	0,06	0,14	279	0,72
Dezembro	6477	0,36	0,15	0,06	0,11	283	0,64
Todo o período	62730	0,39	0,14	0,06	0,10	280	0,60

Tabela V.1.2.4-4 - Parâmetros estatísticos extraídos a partir dos dados horários de corrente para o período de setembro de 2010 a dezembro de 2017 (campanhas 9 a 13, 15 a 22 e 25 a 41) na locação ST002.

Meses	No. de Obs.	Vmax (m/s)	Vmed (m/s)	Std (m/s)	Resultante da soma vetorial: velocidade (m/s)	Resultante da soma vetorial: direção (°)	Persistência (direcional)
Janeiro	3710	0,24	0,08	0,04	0,06	278	0,77
Fevereiro	3397	0,23	0,09	0,04	0,07	274	0,78
Março	3609	0,28	0,08	0,04	0,06	272	0,75
Abril	3541	0,25	0,08	0,04	0,05	282	0,72
Maio	3018	0,20	0,07	0,03	0,05	278	0,70
Junho	2865	0,23	0,07	0,03	0,05	271	0,73
Julho	2458	0,20	0,08	0,04	0,06	265	0,76
Agosto	2225	0,21	0,10	0,04	0,08	260	0,88
Setembro	2724	0,25	0,11	0,04	0,10	261	0,90
Outubro	4235	0,29	0,12	0,04	0,11	268	0,90
Novembro	4208	0,30	0,12	0,05	0,11	270	0,91
Dezembro	4178	0,24	0,09	0,04	0,07	276	0,81
Todo o período	40168	0,30	0,09	0,04	0,07	271	0,81

Na estação ST003 (Figura V.1.2.4-9 e Figura V.1.2.4-10) há reversão da direção de corrente ao longo de toda a série temporal, indicando influência predominante da maré e, inclusive, intensificação da corrente em um sentido predominante, variando entre enchente e vazante, conforme localização em canal de maré.

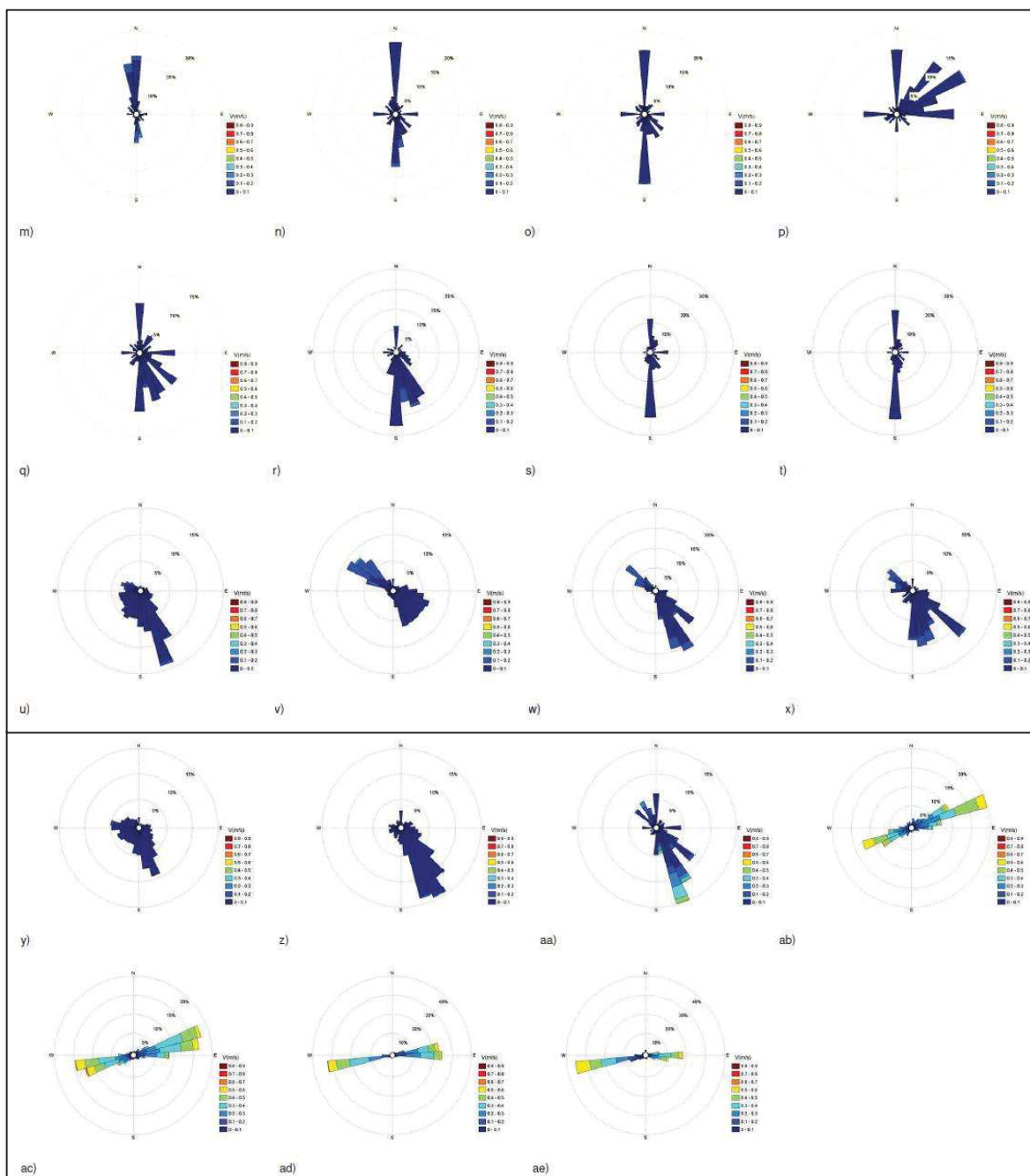
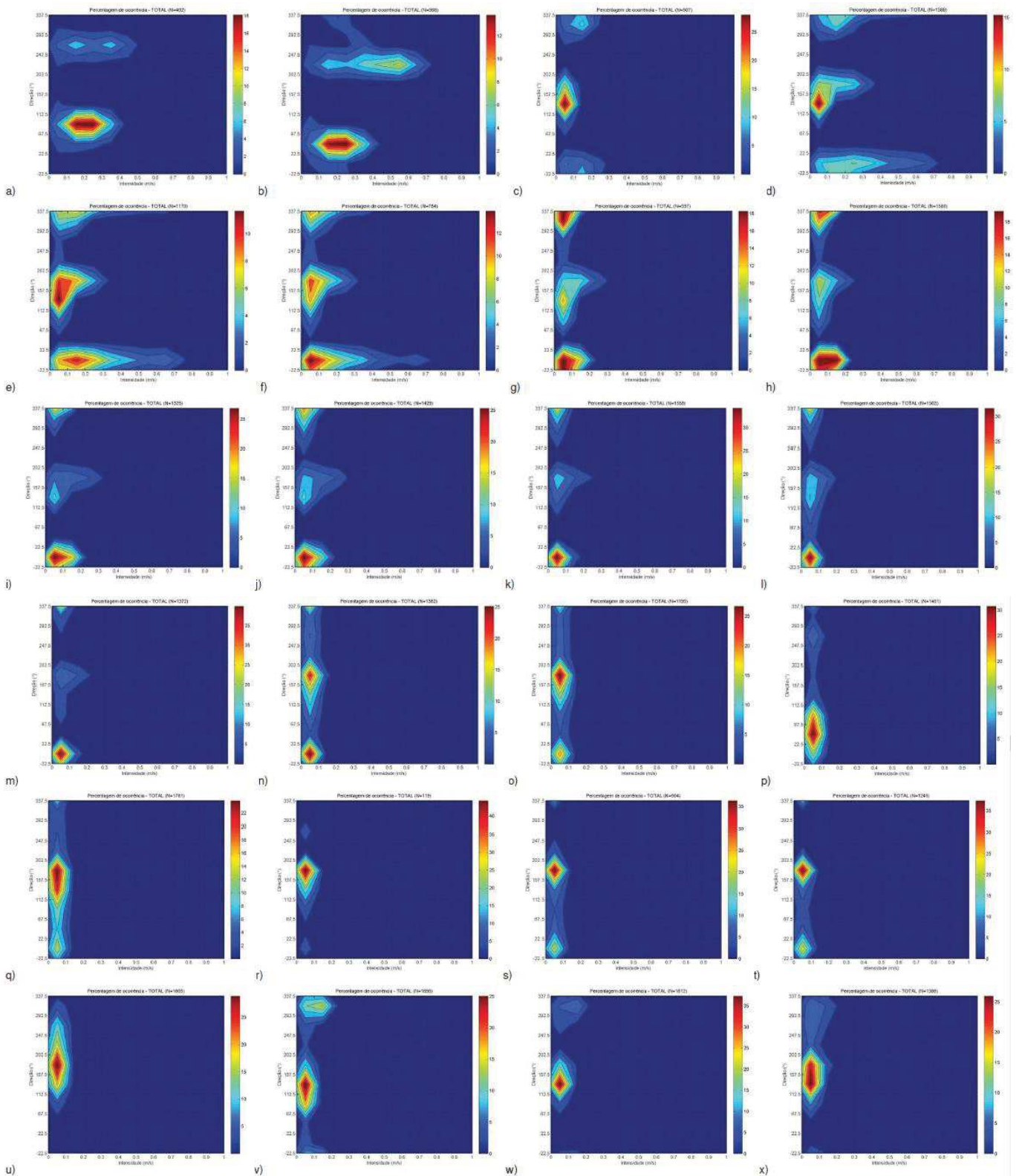


Figura V.1.2.4-9 - Rosa de correntes para valores horários da estação ST003 para todas as campanhas realizadas no período de 2011 a 2017).

Fonte: (PETROBRAS, 2019).



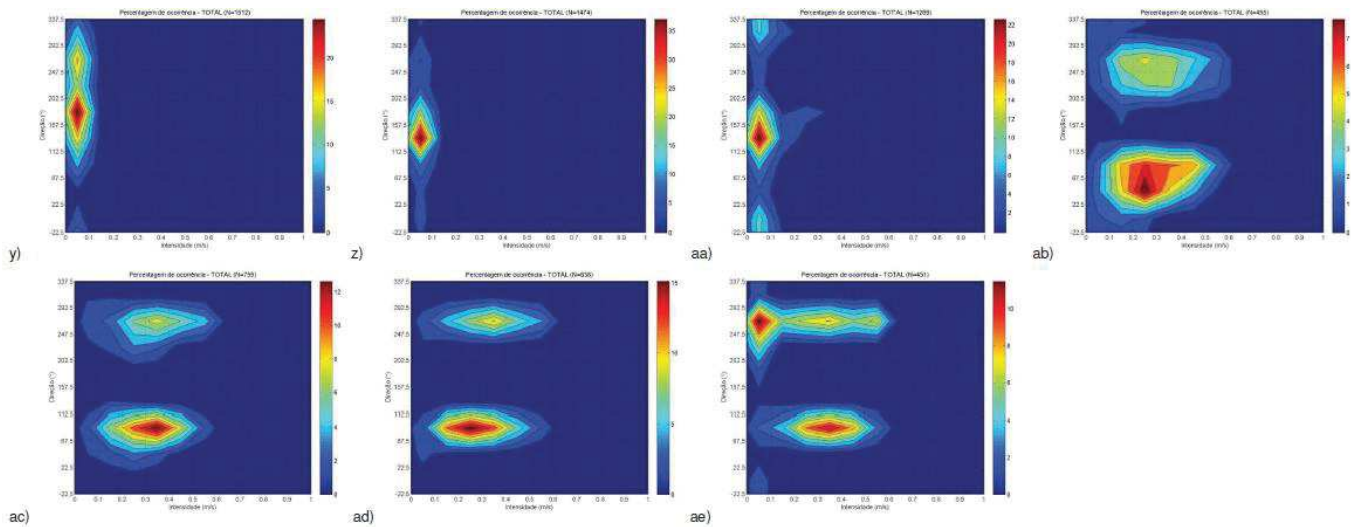


Figura V.1.2.4-10 - Diagrama de frequência de ocorrência, intensidade (m/s) x direção (°), em % para valores horários da estação ST003 para todas as campanhas realizadas no período de 2011 a 2017

Fonte: (PETROBRAS, 2019).

Os parâmetros estatísticos derivados dos dados medidos da estação ST003 (Tabela V.1.2.4-5 a Tabela V.1.2.4-9) indicam que ocorre variação das direções, velocidades médias (0,05 a 0,28 m/s) e máximas (0,37 a 0,88 m/s) registradas, conforme a localização e estágio de assoreamento do canal de maré e altura do sensor com relação ao fundo. Os valores de persistência direcional mensal também variam bastante, de 0,03 a 0,64 (PETROBRAS, 2019).

Tabela V.1.2.4-5 - Parâmetros estatísticos extraídos a partir dos dados horários de corrente para as campanhas de 2012, 2013 e 2015 na estação ST003

Meses	No. de Obs.	Vmax (m/s)	Vmed (m/s)	Std (m/s)	Resultante da soma vetorial: velocidade (m/s)	Resultante da soma vetorial: direção (°)	Persistência (direcional)
Janeiro	-	-	-	-	-	-	-
Fevereiro	-	-	-	-	-	-	-
Março	-	-	-	-	-	-	-
Abril	-	-	-	-	-	-	-
Maio	154	0,52	0,20	0,11	0,05	76	0,26
Junho	157	0,49	0,20	0,10	0,06	91	0,29
Julho	253	0,61	0,23	0,13	0,03	258	0,14
Agosto	415	0,83	0,29	0,17	0,08	244	0,30
Setembro	391	0,88	0,31	0,19	0,10	243	0,32
Outubro	-	-	-	-	-	-	-
Novembro	-	-	-	-	-	-	-
Dezembro	-	-	-	-	-	-	-
Todo o período	1370	0,88	0,26	0,16	0,05	240	0,18

Tabela V.1.2.4-6- Parâmetros estatísticos extraídos a partir dos dados horários de corrente para as campanhas de 2011 a 2012 na estação ST003

Meses	No. de Obs.	Vmax (m/s)	Vmed (m/s)	Std (m/s)	Resultante da soma vetorial: velocidade (m/s)	Resultante da soma vetorial: direção (°)	Persistência (direcional)
Janeiro	694	0,72	0,18	0,16	0,09	354	0,48
Fevereiro	583	0,73	0,18	0,16	0,10	359	0,55
Março	705	0,77	0,18	0,17	0,10	359	0,57
Abril	493	0,75	0,12	0,13	0,05	358	0,43
Maio	-	-	-	-	-	-	-
Junho	-	-	-	-	-	-	-
Julho	-	-	-	-	-	-	-
Agosto	-	-	-	-	-	-	-
Setembro	4	0,16	0,10	0,05	0,02	126	0,21
Outubro	279	0,31	0,09	0,06	0,02	341	0,29
Novembro	391	0,85	0,16	0,18	0,08	351	0,53
Dezembro	701	0,76	0,19	0,17	0,09	352	0,49
Todo o período	3850	0,85	0,16	0,16	0,08	355	0,50

Tabela V.1.2.4-7- Parâmetros estatísticos extraídos a partir dos dados horários de corrente para as campanhas de 2012, 2013 e 2015 na estação ST003.

Meses	No. de Obs.	Vmax (m/s)	Vmed (m/s)	Std (m/s)	Resultante da soma vetorial: velocidade (m/s)	Resultante da soma vetorial: direção (°)	Persistência (direcional)
Janeiro	1892	0,33	0,04	0,04	0,01	146	0,21
Fevereiro	1964	0,27	0,05	0,04	0,00	6	0,03
Março	1680	0,28	0,05	0,04	0,01	3	0,10
Abril	1367	0,37	0,06	0,05	0,01	93	0,10
Mai	1482	0,34	0,06	0,06	0,00	141	0,07
Junho	1423	0,31	0,06	0,05	0,02	41	0,26
Julho	1467	0,33	0,06	0,05	0,01	87	0,11
Agosto	1482	0,37	0,06	0,05	0,01	149	0,23
Setembro	1433	0,33	0,05	0,04	0,00	102	0,03
Outubro	1014	0,33	0,06	0,05	0,00	119	0,05
Novembro	712	0,25	0,06	0,04	0,01	3	0,10
Dezembro	1439	0,31	0,05	0,04	0,00	100	0,08
Todo o período	17355	0,37	0,05	0,05	0,00	96	0,07

Tabela V.1.2.4-8- Parâmetros estatísticos extraídos a partir dos dados horários de corrente para as campanhas de 2015 a 2016 na estação ST003.

Meses	No. de Obs.	Vmax (m/s)	Vmed (m/s)	Std (m/s)	Resultante da soma vetorial: velocidade (m/s)	Resultante da soma vetorial: direção (°)	Persistência (direcional)
Janeiro	744	0,21	0,06	0,04	0,01	293	0,16
Fevereiro	696	0,18	0,07	0,03	0,03	176	0,34
Março	744	0,23	0,07	0,04	0,02	177	0,23
Abril	720	0,24	0,08	0,04	0,02	172	0,32
Mai	743	0,17	0,04	0,03	0,02	182	0,48
Junho	720	0,13	0,04	0,02	0,01	201	0,38
Julho	743	0,12	0,04	0,02	0,02	196	0,42
Agosto	739	0,15	0,04	0,02	0,02	151	0,64
Setembro	1250	0,19	0,04	0,02	0,03	159	0,59
Outubro	1480	0,42	0,05	0,04	0,03	164	0,62
Novembro	1215	0,55	0,08	0,09	0,01	192	0,18
Dezembro	742	0,22	0,06	0,05	0,01	300	0,23
Todo o período	10536	0,55	0,06	0,05	0,02	177	0,31

Tabela V.1.2.4-9- Parâmetros estatísticos extraídos a partir dos dados horários de corrente para as campanhas de 2017 na estação ST003.

Meses	No. de Obs.	Vmax (m/s)	Vmed (m/s)	Std (m/s)	Resultante da soma vetorial: velocidade (m/s)	Resultante da soma vetorial: direção (°)	Persistência (direcional)
Janeiro	92	0,55	0,28	0,13	0,07	57	0,26
Fevereiro	233	0,60	0,28	0,14	0,05	76	0,16
Março	335	0,60	0,27	0,14	0,03	66	0,11
Abril	422	0,60	0,30	0,14	0,03	99	0,11
Mai	322	0,60	0,31	0,13	0,04	85	0,14
Junho	265	0,60	0,29	0,13	0,02	127	0,07
Julho	263	0,60	0,27	0,15	0,02	117	0,06
Agosto	-	-	-	-	-	-	-
Setembro	-	-	-	-	-	-	-
Outubro	-	-	-	-	-	-	-
Novembro	60	0,60	0,25	0,18	0,02	191	0,07
Dezembro	391	0,60	0,26	0,18	0,03	183	0,11
Todo o período	2383	0,60	0,28	0,15	0,03	97	0,09

A análise espectral das componentes Leste-Oeste (V_e) e Norte-Sul (V_n) da corrente para as estações ST001, ST002 e ST003 (Figura V.1.2.4-11, Figura V.1.2.4-12 e Figura V.1.2.4-13, respectivamente) indicou a presença do sinal de constantes harmônicas, em especial as componentes de 1 cpd (diurna) e 0,5 cpd da maré nas estações ST001 e ST002 e 1 cpd (diurna) e 2 cpd (semidiurna) no canal de maré (estação ST003).

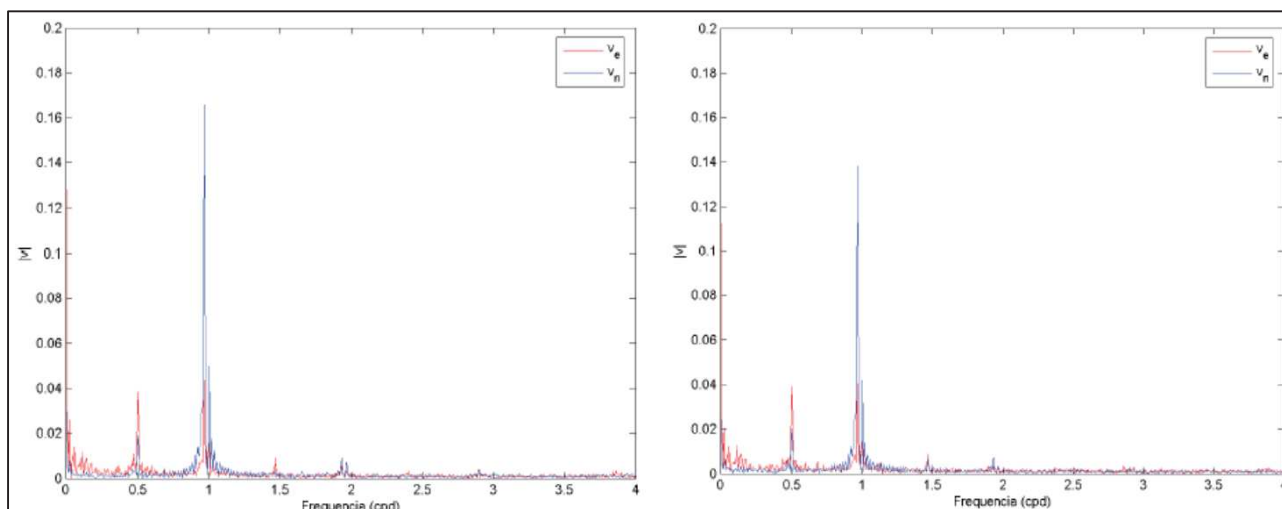


Figura V.1.2.4-11 - Espectro de frequência das componentes Leste-Oeste (V_e) e Norte-Sul (V_n) para corrente à meia água (direito) e próxima ao fundo (esquerdo) na estação ST001, com base nos dados de novembro de 2011 a janeiro de 2012.

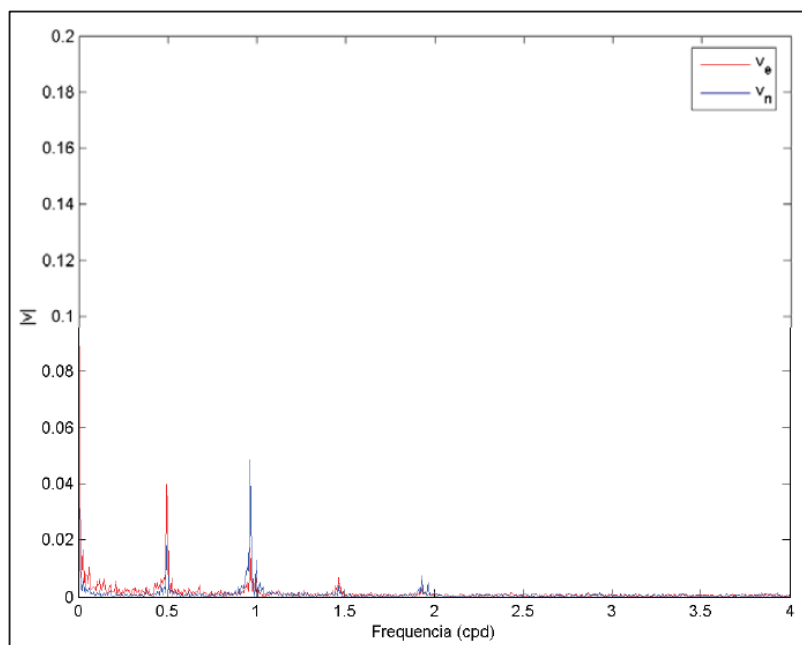


Figura V.1.2.4-12 - Espectro de frequência das componentes Leste-Oeste (V_e) e Norte-Sul (V_n) da corrente na estação ST002, com base nos dados de novembro de 2011 a janeiro de 2012.

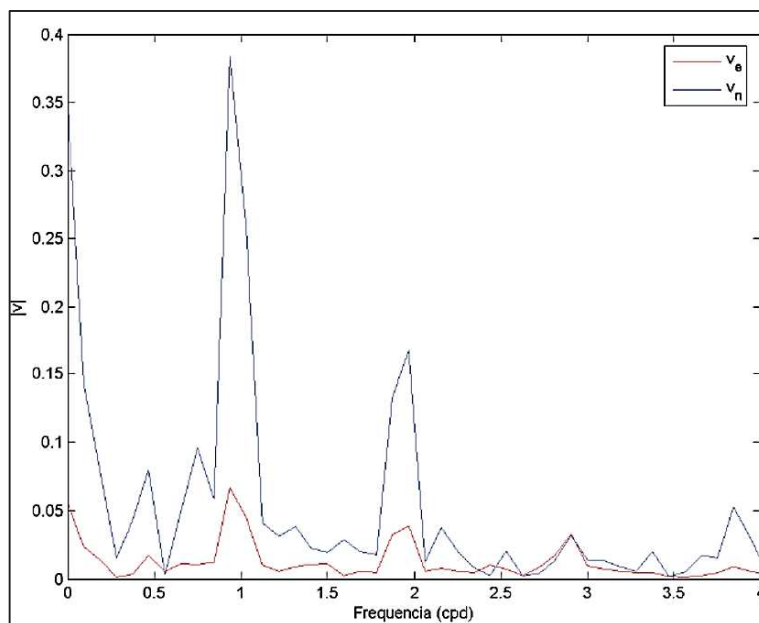


Figura V.1.2.4-13 - Espectro de frequência das componentes Leste-Oeste (V_e) e Norte-Sul (V_n) da corrente na estação ST003, com base nos dados de novembro de 2011 a janeiro de 2012.

V.1.2.5 - Regime de Ondas

Para as análises do clima de ondas, vários dados obtidos dos relatórios técnicos da PETROBRAS, tais como o Projeto de Caracterização e Monitoramento Ambiental da Baía Potiguar (PETROBRAS, 2006), Estudo de Impacto Ambiental para Ampliação do Sistema de Injeção de água no Campo Marítimo de Ubarana (PETROBRAS, 2007), Relatório Anual de Monitoramento da Morfodinâmica Costeira da Praia do Minhoto, Guamaré-RN (PETROBRAS, 2019), foram integrados ao estudo e complementados com informações disponíveis na literatura científica para a região da plataforma setentrional do Rio Grande do Norte.

As ondas oceânicas são de grande interesse para o estabelecimento ou implantação de projetos de engenharia tanto em áreas costeiras, quanto *nearshore* e *offshore* (Teena et al., 2012). Conhecer o clima das ondas do mar é essencialmente necessário para prevenir desastres costeiros, inundações, assim como também, o conhecimento das mudanças nas condições das ondas próximas à costa torna-se essencial para o desenvolvimento de medidas de adaptações apropriadas para as construções e obras de engenharias que estão ou virão a ser instaladas (Dreier et al., 2015; Matos et al., 2019).

Estudos realizados no litoral do Brasil mostram que a origem, desenvolvimento e modificações de feições morfológicas costeiras ocorrem a partir da ação de processos físicos que controlam sua dinâmica, envolvendo a interação entre as ondas, as correntes, as marés e a topografia da plataforma continental (Morton, 1991; Cuchiara et al., 2006; Matos et al., 2017).

Levantamento de Dados de Ondas em 2004

Neste período, os dados foram levantados a partir das campanhas realizadas em 2004 no ponto C4, frontal à praia do Minhoto, e completadas com modelagens numéricas através do Modelo STWAVE – *Steady-state spectral Wave Model* (Smith et al., 2001), para a região da plataforma continental, obtidas através dos dados contidos no Projeto de Caracterização e Monitoramento Ambiental da Baía Potiguar (PETROBRAS, 2006) e do EIA para Ampliação do Sistema de Injeção de água no Campo Marítimo de Ubarana (PETROBRAS, 2007).

Os resultados das simulações indicaram, para o período seco e de ventos mais intensos, que a altura de onda mediana foi da ordem de 1,3 m. O período de onda médio calculado nesta época do ano para a área de estudo foi de 7,0 s. Já para os resultados das

simulações utilizando-se as características de período chuvoso, com ventos menos intensos, obteve-se uma altura de onda média da ordem de 1,9 m, e um período de onda médio de 8,3 s.

Ao mesmo tempo, a análise dos registros de variação do nível d'água, com a aplicação da técnica de Transformada de Fourier Rápida (FFT), possibilitaram identificar para os horários matutino e vespertino os três períodos de onda (T) mais comuns e as alturas significativas das ondas de alta frequência se propagando nas proximidades da boia do Campo de Siri. As Figura V.1.2.5-1 e Figura V.1.2.5-2 apresentam exemplos de espectros de frequência de onda obtidos às 8 hrs. e às 16 hrs do dia 28/05/2004, respectivamente, nas proximidades da boia do Campo de Siri (PETROBRAS, 2007).

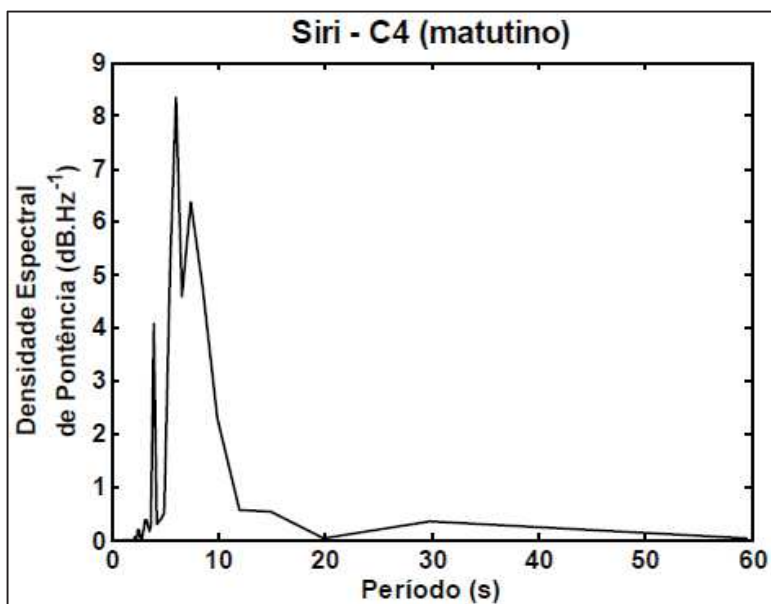


Figura V.1.2.5- 1 - Periodograma de onda matutino (8 hrs) típico da estação Siri, obtido no dia 28/05/2004, durante a campanha C4 (PETROBRAS, 2007).

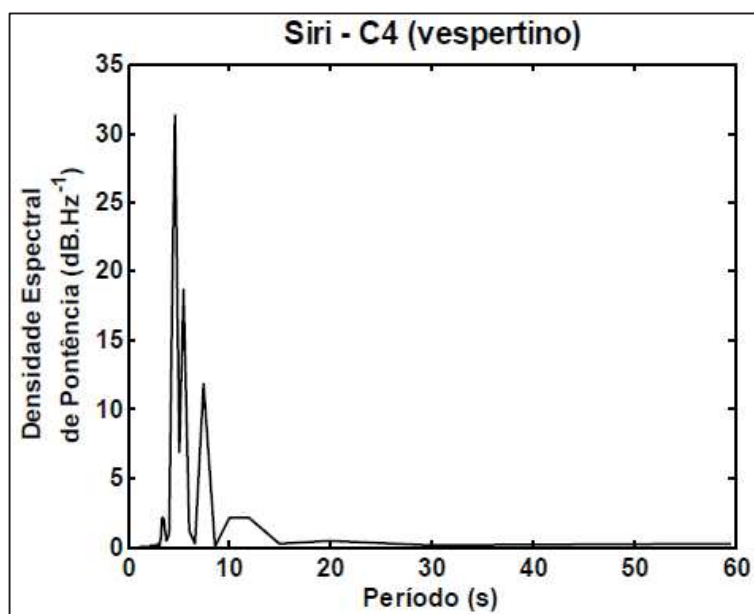


Figura V.1.2.5- 2 - Periodograma de onda vespertino (16 hrs) típico da estação Siri, obtido no dia 28/05/2004, durante a campanha C4 (PETROBRAS, 2007).

As Figura V.1.2.5-3 e Figura V.1.2.5-4 sintetizam os resultados das simulações para a região da plataforma continental obtidos por meio do Modelo STWAVE (PETROBRAS, 2006; 2007). As simulações consideraram as duas situações climatológicas típicas identificadas para a Baía Potiguar: período seco, com ventos predominantes de L-SE (campanha C3, novembro de 2003) e período chuvoso, com ventos de Leste (campanha C4, maio de 2004). Para cada situação são analisadas a evolução espacial da altura significativa da onda (Hs) e dos vetores direção de onda. Estas ondas evoluem progressivamente até o seu total espriamento na linha de costa. Os efeitos da batimetria sobre o campo de ondas podem ser sentidos pelas alterações de amplitude e orientação dos vetores direção de onda.

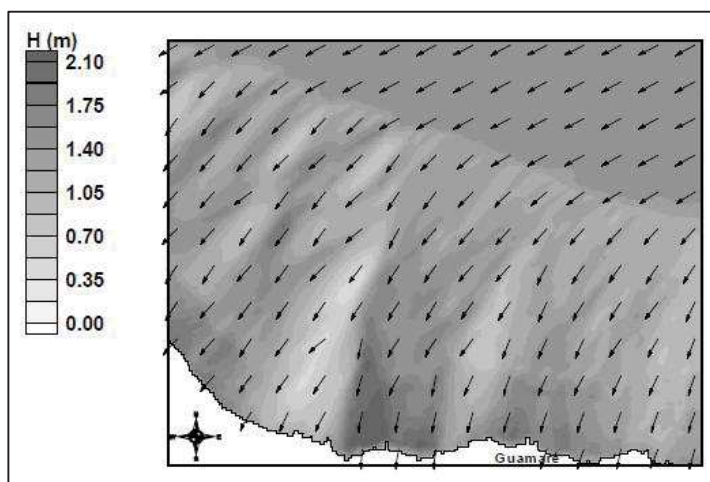


Figura V.1.2.5- 3 - Evolução espacial da altura da onda e do vetor direção de onda na Baía Potiguar – RN. Período seco, com predominância de ventos mais intensos na campanha C3, durante novembro de 2003 (PETROBRAS, 2007).

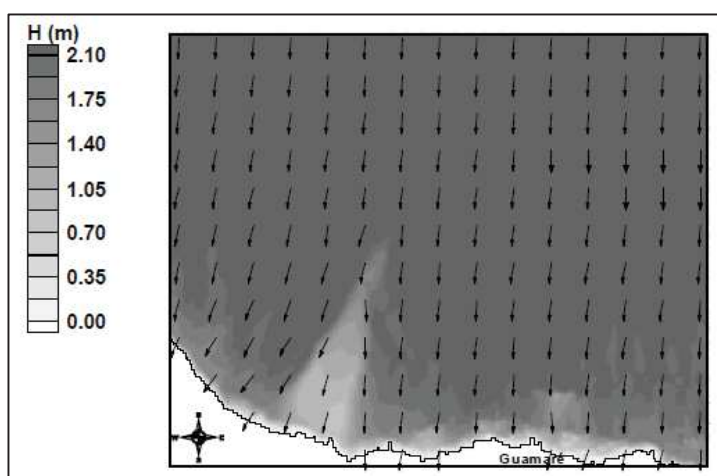


Figura V.1.2.5- 4 - Evolução espacial da altura da onda e do vetor direção de onda na Baía Potiguar – RN. Período chuvoso, com predominância de ventos menos intensos na campanha C4, durante maio de 2004 (PETROBRAS, 2007).

A aplicação da transformada de Fourier aos dados de variação do nível do mar, registrados durante a Campanha C4, permitiu calcular os valores medianos do período e da amplitude de onda nas proximidades da boia do Campo Siri. Estes valores são comparados

com os resultados das simulações para o mesmo local, obtidos através do modelo STWAVE.

Os resultados da Tabela V.1.2.5-1, indicam que o modelo STWAVE reproduziu satisfatoriamente as principais características das ondas determinadas a partir dos registros medidos *in situ*.

Tabela- V.1.2.5-1 - Períodos e alturas significativas do clima de ondas obtidos nas proximidades da boia do Campo Siri, Baía Potiguar, experimentalmente (a partir dos dados de mar – matutino e vespertino, durante a campanha C4), e numericamente (a partir do modelo STWAVE, correspondente aos períodos chuvosos e seco).

Resultados	Período	T (s)	Hs (m)
Experimental – In situ	Matutino – 8hrs.	7,4	0,32
	Vespertino – 16hrs.	7,0	0,46
Numérico – Modelo STWAVE	Chuvoso	7,0	0,50
	seco	7,83	0,35

Levantamento de Dados de Ondas em 2010 a 2015

Os resultados foram baseados em Matos *et al.* (2019), cuja finalidade foi realizar análises estatísticas e a avaliação da distribuição espacial das alturas significativas (Hs) das ondas ao longo de uma série temporal entre 2010 a 2015 da plataforma continental, com análise anual, sazonal e mensal dos padrões de Hs e direções médias (DIR) para três estações próximos da costa (Figura V.1.2.5-5).

A série temporal de Matos *et al.* (2019) foi baseada em bases de dados de simulações numéricas do modelo *Simulating WAVes Nearshore - SWAN* (Booij *et al.*, 1999), desenvolvido pela Universidade de Delft, calibrado e validado com dados *in situ* de várias campanhas realizadas na área entre os anos de 2010 a 2012 (Matos, 2013).

Os ventos alísios, originários dos anticiclones subtropicais do Atlântico Sul (alísios de sudeste) e do Atlântico Norte (alísios de nordeste), conforme Carvalho (2010), são responsáveis pela determinação do clima de ondas em grande parte da zona costeira da região Nordeste do Brasil (Silva, 2013). Além, destes os ciclones extratropicais originários do Hemisfério Norte (HN) são fundamentais para a geração de *swell* nesta região (Innocentini *et al.*, 2001).

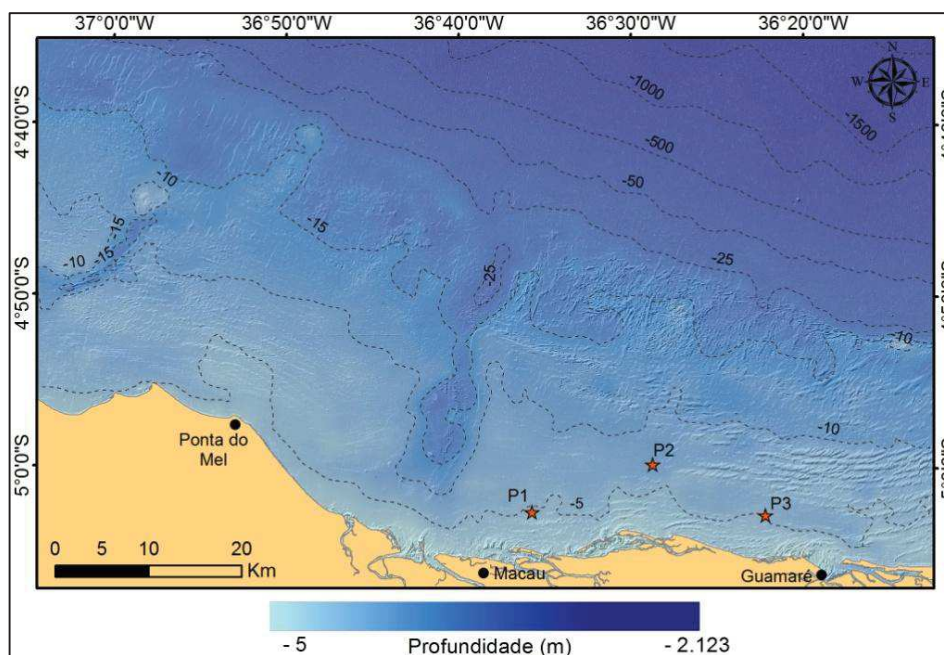


Figura V.1.2.5- 5 - Mapa batimétrico da região usada para o modelo computacional com as isolinhas (Matos et al., 2019).

Os resultados das alturas significativas das ondas (H_s), período médio (T_{med}) e direções médias (DIR) provenientes das simulações hindcast SWAN transferidas para as três estações in situ: PT_1, PT_2 e PT_3 estão representados nas Figuras V.1.2.5-6 a V.1.2.5-11.

Como se pode observar, há dois compartimentos sazonais bem definidos ao longo do ano. Embora, o clima de ondas da região norte do litoral do Rio Grande do Norte, possa ser considerado, na escala global, de pouca variabilidade sazonal para H_s (Young, 1999; Chu et al., 2010; Salcedo-Castro et al., 2017), regionalmente, verifica-se uma variação de 1,95 m entre as ondas mais elevadas (2,05 m) e as ondas mais baixas (0,1 m), ao longo do ano.

Entre os meses de dezembro a março, que coincidem sazonalmente com o verão e início do outono no HS (Hemisfério Sul), são observadas as maiores alturas significativas das ondas no litoral setentrional do RN, sobretudo quando se avalia o PT_2 (05 m a 2,05 m). As menores alturas (0,1 m a 0,5 m), são observadas entre os meses de junho a setembro, que caracteriza o período do inverno e início da primavera neste litoral (Matos et al., 2019).

Em termos de períodos médios (T_{med}), verificou-se que as ondas mais longas, com períodos de 7 s a 8,5 s, ocorrem nos meses que caracterizam o verão (DJF), reduzindo

para ondas mais curtas, com períodos variando entre 3,06 s e 2,6 s, durante o inverno na região (Matos et al., 2019).

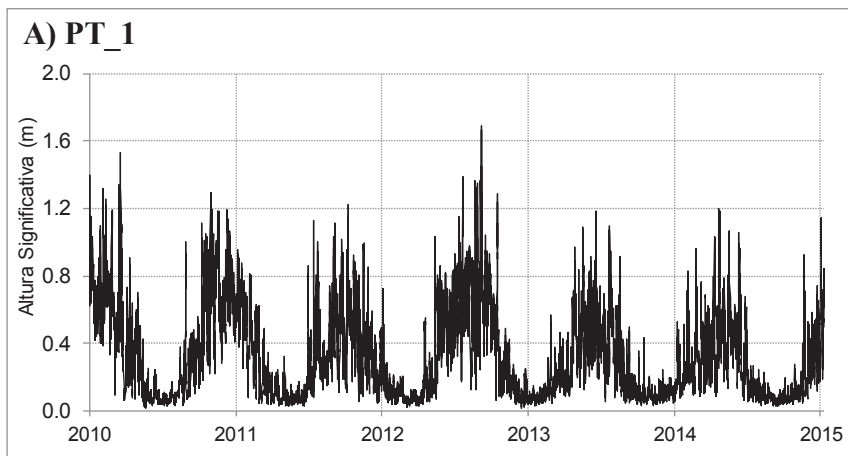


Figura V.1.2.5-6 - Distribuição anual da altura significativa (H_s) do clima de ondas do PT_1 entre 2010 a 2015 (Matos et al., 2019).

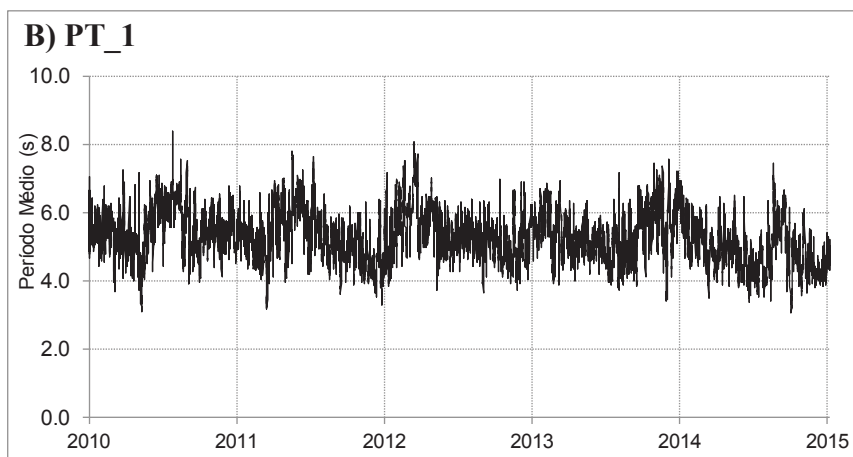


Figura V.1.2.5-7 - Caracterização anual do período médio (T_{med}) do clima de ondas do PT_1 entre 2010 a 2015 (Matos et al., 2019).

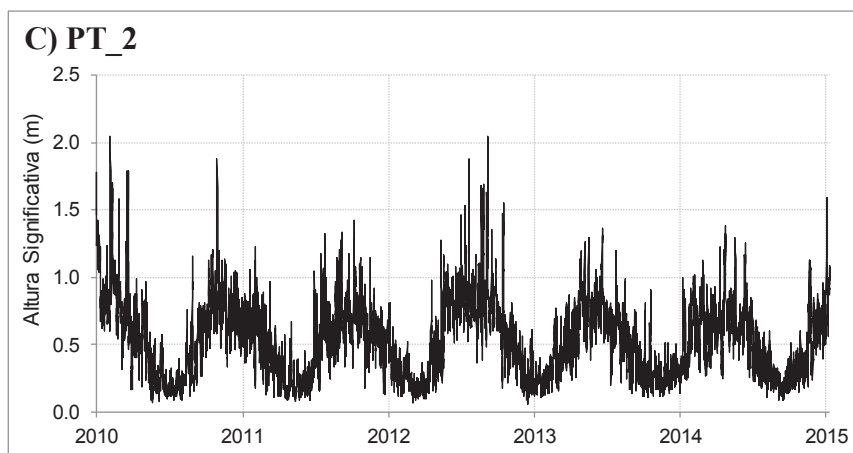


Figura V.1.2.5-8 - Distribuição anual da altura significativa (H_s) do clima de ondas do PT_2 entre 2010 a 2015 (Matos et al., 2019).

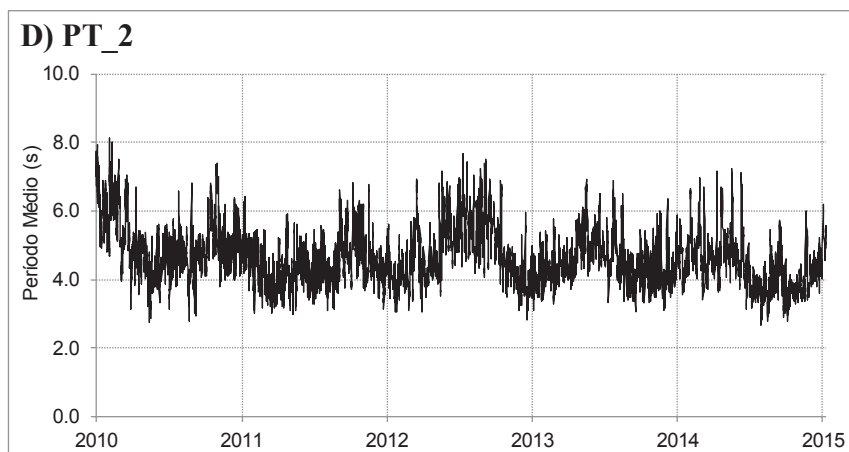


Figura V.1.2.5-9 - Caracterização anual do período médio (T_{med}) do clima de ondas do PT_2 entre 2010 a 2015 (Matos et al., 2019).

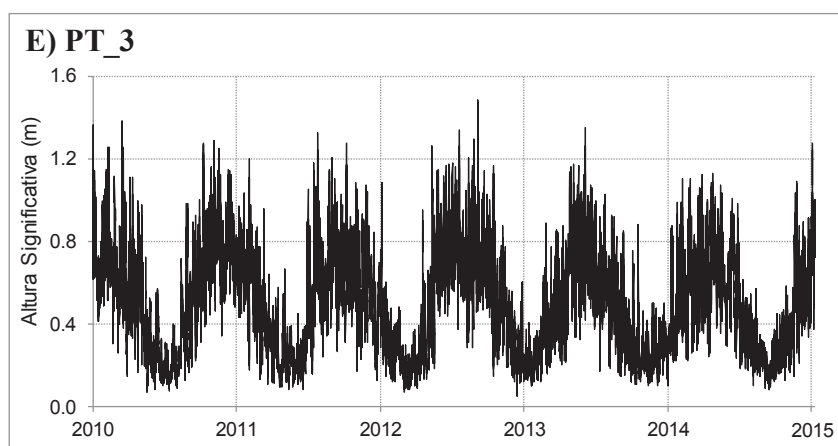


Figura V.1.2.5- 10 - Distribuição anual da altura significativa (H_s) do clima de ondas do PT_3 entre 2010 a 2015 (Matos et al., 2019).

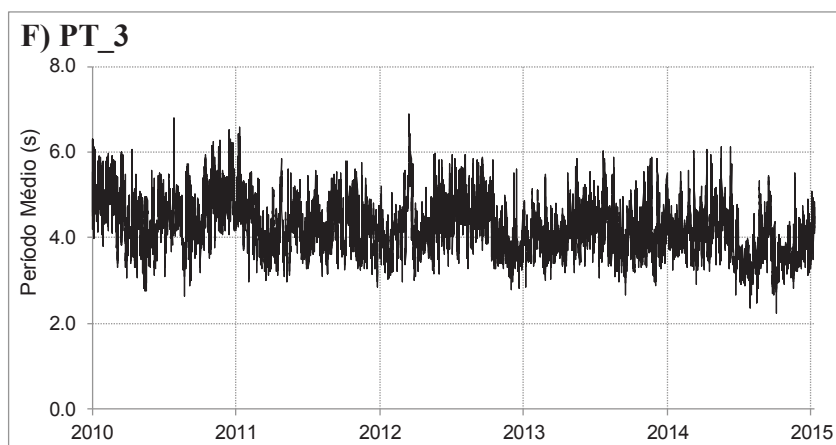


Figura V.1.2.5-11 - Caracterização anual do período médio (T_{med}) do clima de ondas do PT_3 entre 2010 a 2015 (Matos et al., 2019).

Embora, a região tenha a tendência a ser afetada por ventos fracos de leste durante todo o ano (Young, 1999; Salcedo-Castro et al., 2017), os padrões das direções médias (Figura V.1.2.5-12) mostram que a região é dominada por ondas de NE (Nordeste) e ENE (Leste-Nordeste), com padrões de NNW (Norte-Noroeste) nas três estações costeiras (Matos et al., 2019).

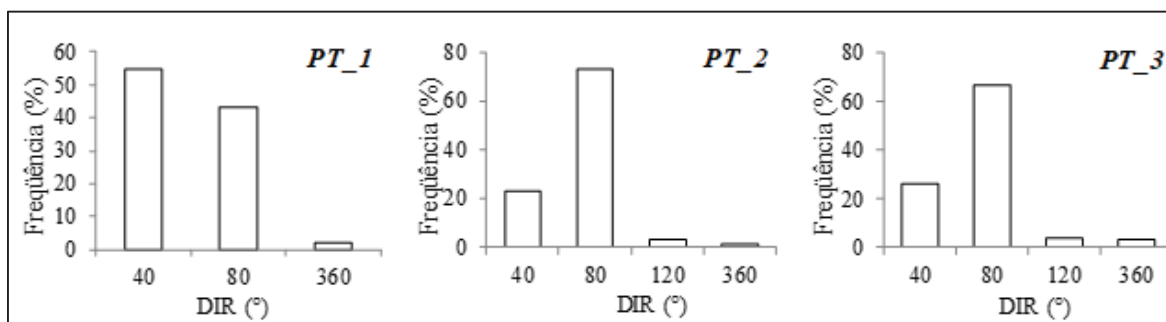


Figura V.1.2.5-12 - Frequência de ocorrência das principais direções das estações costeiras: PT_1, PT_2 e PT_3 entre os anos de 2010 a 2015 (Matos et al., 2019).

Levantamento de Dados de Ondas em 2010 a 2019

Este estudo foi baseado nas campanhas de medições da estação ST001, nas proximidades do Campo Siri no período de 2010 a 2019, contidas no Relatório Anual – Monitoramento da Morfodinâmica Costeira da Praia do Minhoto, Guamaré-RN (PETROBRAS, 2019).

Com base nestes dados, as rosas de ondas para altura significativa (H_s) e período de pico (T_p), conforme a direção principal na frequência de pico ($DirT_p$) (Figura V.1.2.5-13) mostram os dois tipos de ondulações características da área: mar local (*sea*) de E/ENE e ondas mais longas de NE a N, que incluem *swell* chegando do hemisfério norte (PETROBRAS, 2019).

O diagrama de frequência de ocorrência (Figura V.1.2.5-14) mostra que o setor NE é o de maior ocorrência (cerca de 57% quando considerados 8 direções cardiais e colaterais), pois soma observações de parte do mar local e parte do *swell*, sendo seguido pelos setores E (30%) e N (12%), em função do mar local e *swell*, respectivamente.

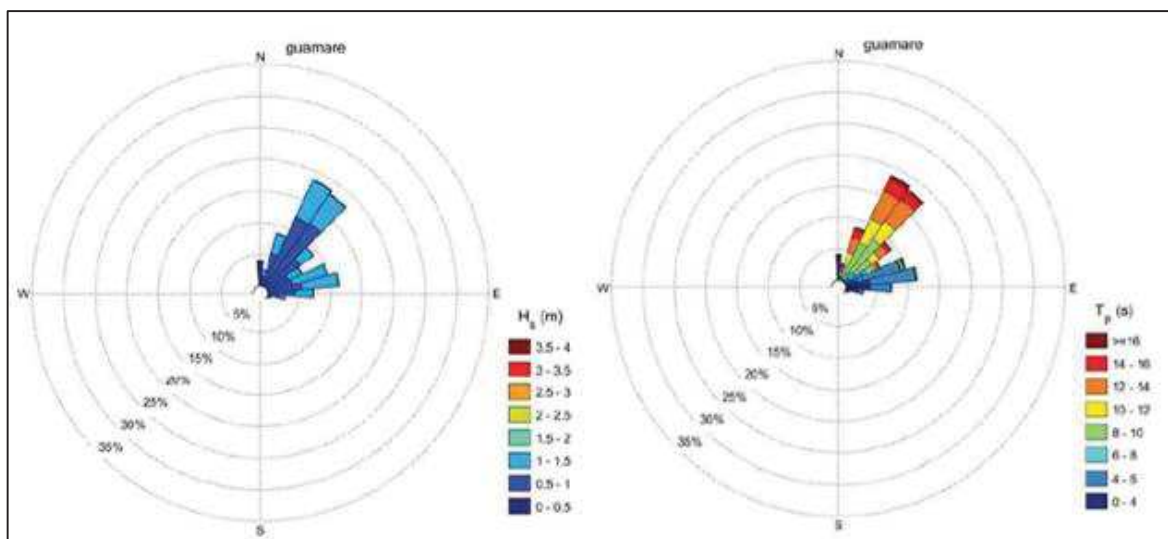


Figura V.1.2.5- 13 - Rosas de onda para o período de 09/2010 a 12/2018 com altura significativa (H_s) (superior) período de pico (T_p) (inferior). A direção utilizada é direção na frequência de pico ($DirT_p$). Dados para horário semisinótico.

Fonte: PETROBRAS, 2019

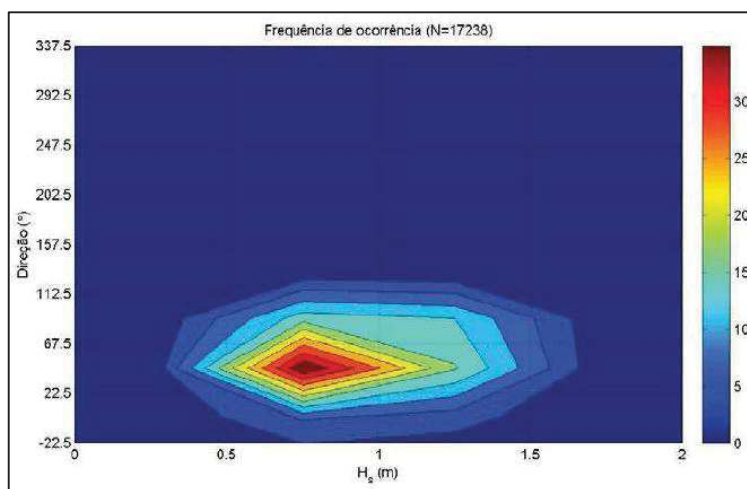


Figura V.1.2.5- 14 - Frequência de ocorrência em porcentagem para $H_s \times DirT_p$ para ondas de 09/2010 a 12/2018 em horários sinóticos.

Fonte: PETROBRAS, 2019

Nas Figura V.1.2.5-15 e Figura V.1.2.5-16 é possível distinguir grupos de sea de E/ENE: ondas com T_p de 2 a 4 s e H_s de 0,5 a 1m e ondas com T_p de 4 a 6 s e H_s ligeiramente maiores (1 a 1,5 m). É possível observar também um “quase swell” de 8 a 10 s com $DirT_p$ predominante no setor NE e H_s de 0,5 a 1 m, enquanto o swell apresenta dois grupos principais com $DirT_p$ predominante no setor NE: ondas com T_p de 10 a 12 s e altura

de 0,5 a 1 m e ondas com T_p de 12 a 16 s e H_s de 1 a 1,5 m. 61% dos valores de H_s são menores do que 1 m, 99 % menores do que 1,5 m e não ultrapassaram 2 m (PETROBRAS, 2019).

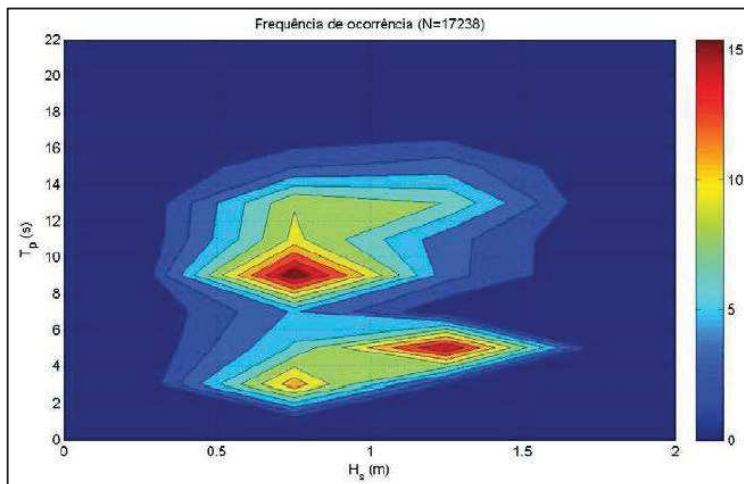


Figura V.1.2.5-15 - Frequência de ocorrência em porcentagem para $H_s \times T_p$ para ondas de 09/2010 a 12/2018 em horários sinóticos.

Fonte: PETROBRAS, 2019

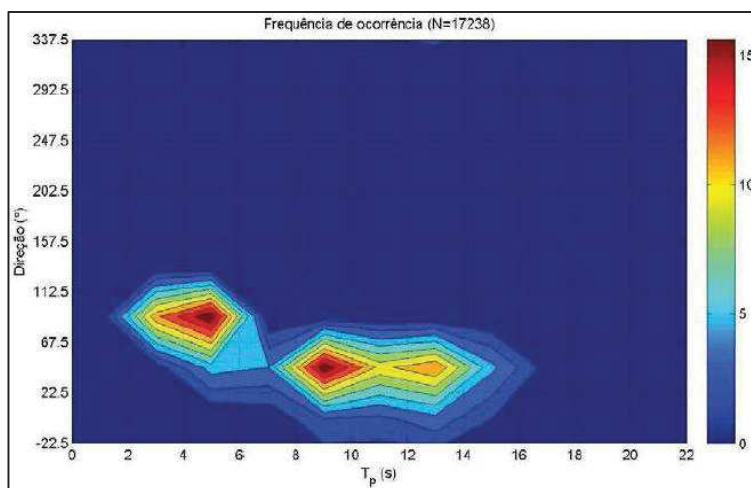


Figura V.1.2.5-16 - Frequência de ocorrência em porcentagem para $T_p \times DirTp$ para ondas de 09/2010 a 12/2018 em horários sinóticos.

Fonte: PETROBRAS, 2019

As Figura V.1.2.5-17 e Figura V.1.2.5-18 apresentam espectros típicos para *swell* e *sea* medidos na locação ST001. Entretanto, na maioria das vezes as duas condições (*sea* e *swell*) ocorrem em conjunto e um espectro bimodal é medido, conforme retratado na Figura V.1.2.5-19.

Vale ressaltar que o mar local pode ser mais energético que o *swell*, como demonstrado na Figura V.1.2.5-20, em função da grande distância de propagação deste último, e pela constância e intensidade dos ventos alísios, geradores do mar local.

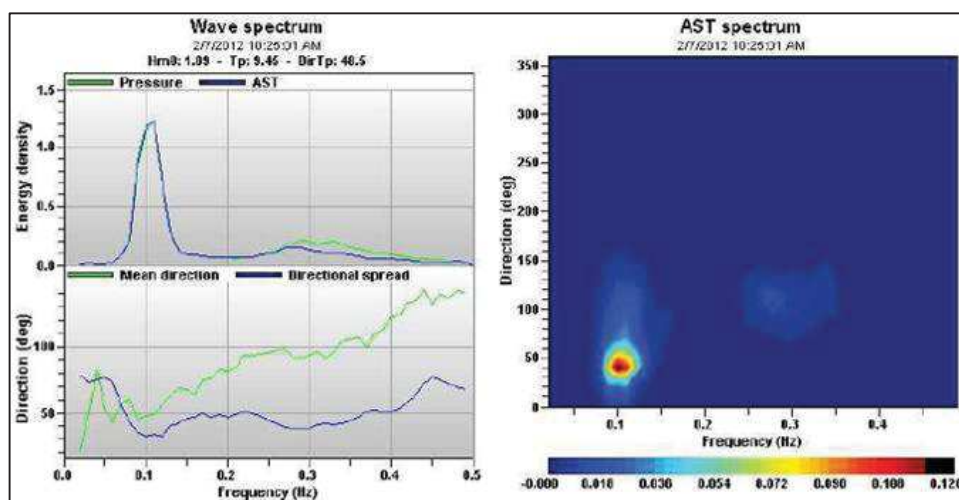


Figura V.1.2.5-17 - Exemplo de espectro de *swell* em frente à praia do Minhoto (PETROBRAS, 2019).

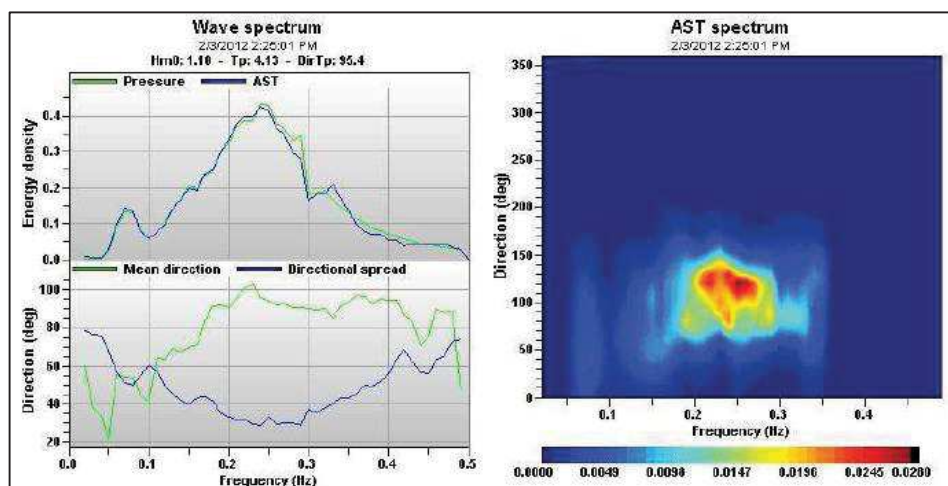


Figura V.1.2.5-18 - Exemplo de espectro de *sea* em frente à praia do Minhoto (PETROBRAS, 2019).

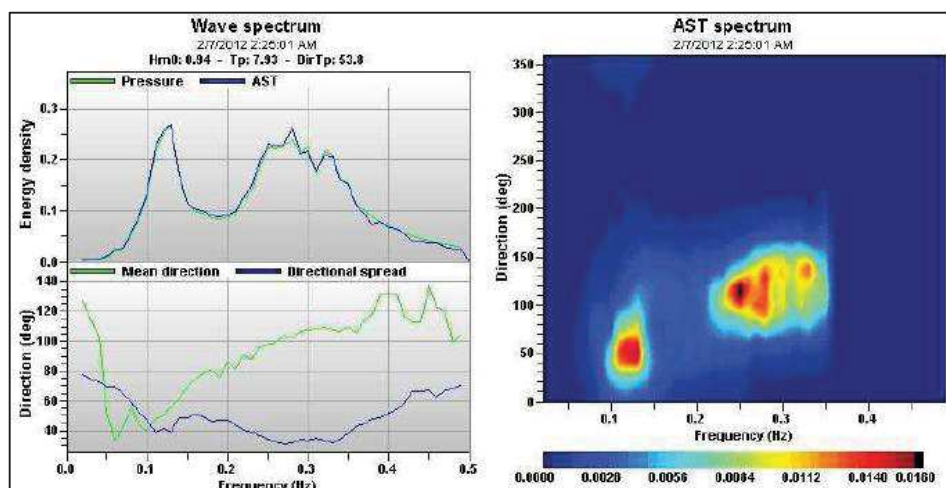


Figura V.1.2.5-19 - Exemplo de espectro bimodal em frente à praia do Minhoto (PETROBRAS, 2019).

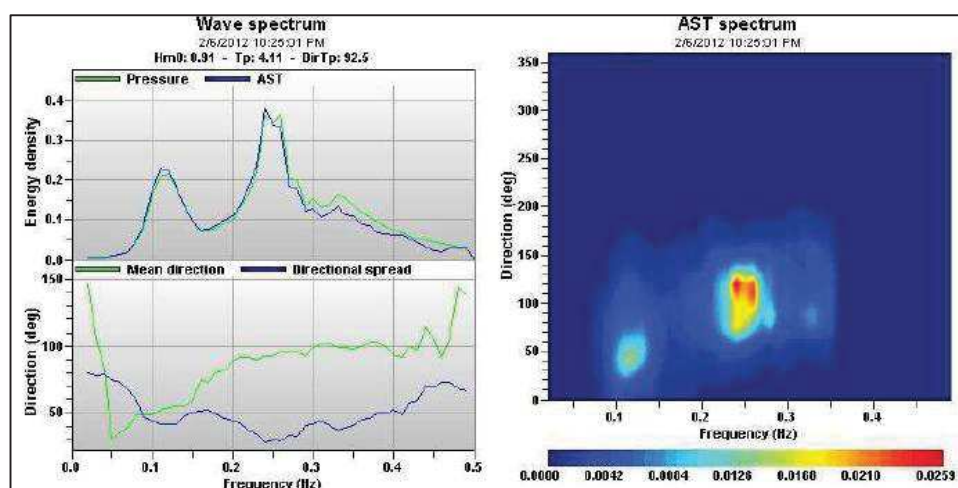


Figura V.1.2.5-20 - Exemplo de espectro bimodal em frente à praia do Minhoto com pico principal de sea (PETROBRAS, 2019).

Também foram medidas condições onde o swell domina, conforme figura Figura V.1.2.5-21, e condições onde os dois mares tem mesma frequência, mas direções diferentes como pode ser observado na Figura V.1.2.5-22.

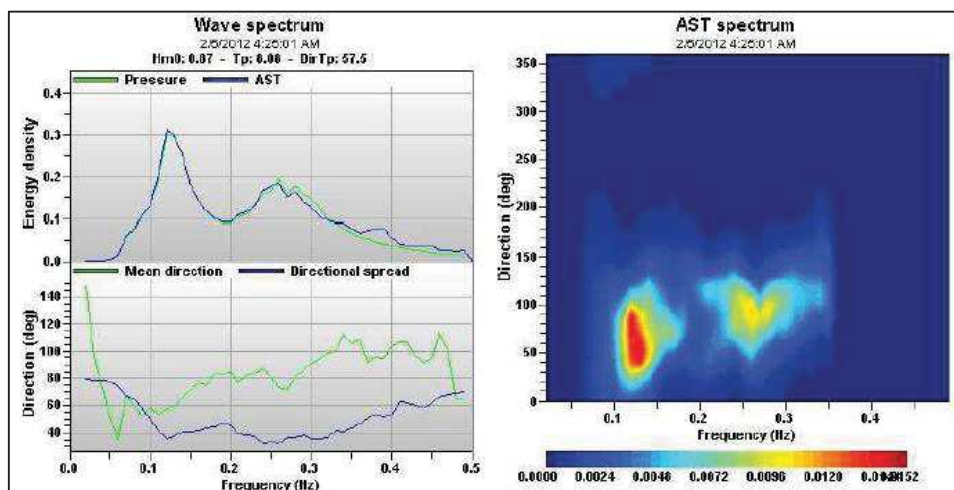


Figura V.1.2.5-21 - Exemplo de espectro bimodal em frente à praia do Minhoto com pico principal de swell (PETROBRAS, 2019).

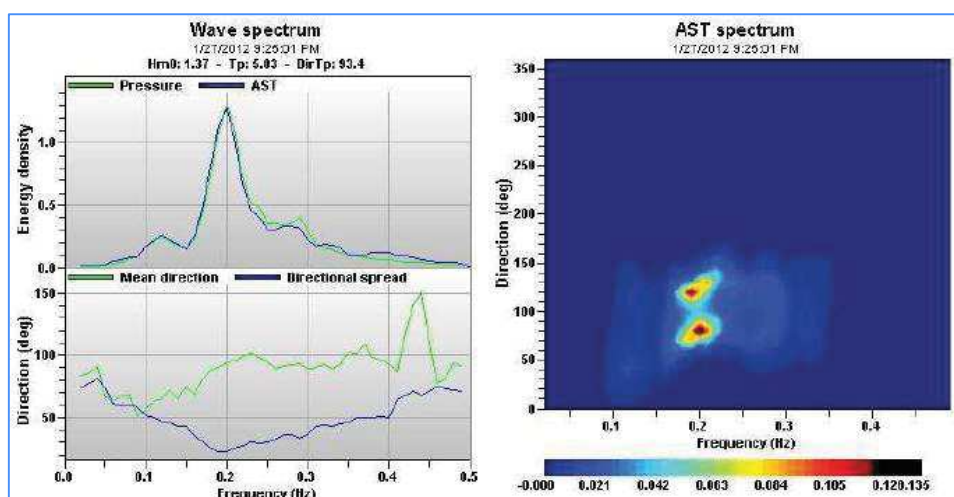


Figura V.1.2.5-22 - Exemplo de espectro bimodal em frente à praia do Minhoto onde os dois picos estão na mesma frequência, mas com direção predominante diferentes (PETROBRAS, 2019).

Na Figura V.1.2.5-23 é possível observar episódios de chegada de swell longínquo, com ondas de maior período chegando primeiro e o período diminuindo gradativamente, mostrando característica típica de ondas dispersivas que se propagaram por grandes distâncias (PETROBRAS, 2019).

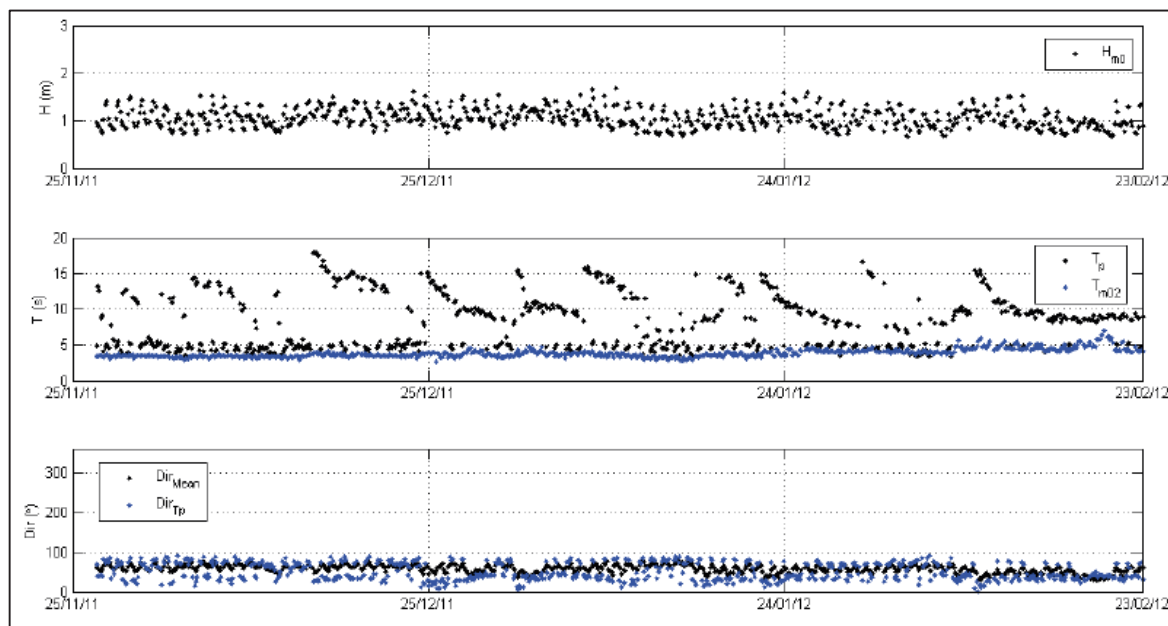


Figura V.1.2.5-23 - Painel superior: altura significativa (H_{m0}). Meio: período de pico (T_p) e período médio (T_{m02}). Painel inferior: direção média (Dir_{Mean}) e direção predominante na frequência de pico (Dir_{Tp}) (PETROBRAS, 2019).

V.1.2.6 - Regime de Marés

Ao longo da região de estudo localiza-se a estação maregráfica posicionada no interior do estuário, na região do Porto de Guamaré. A cada ciclo de 24 horas, ocorrem duas marés altas ou preamares e duas marés baixas ou baixa-mares, caracterizando uma maré do tipo semidiurna com desigualdade diária e a amplitude da ordem de 2,84 m (Figura V.1.2.6-1).

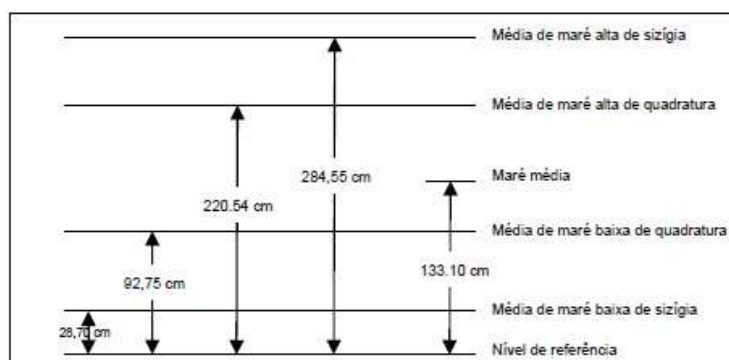


Figura V.1.2.6-1 - Variação do nível da maré. Onde o Nível de Referência (NR), é o existente na Carta Náutica N°702. DHN - Porto de Macau.

As principais características da maré na região estão apontadas na Tabela V.1.2.6-1:

Tabela V.1.2.6-1 - Características da maré da estação maregráfica de Macau.

Características	Macau
Latitude	05°06,2'S
Longitude	36°36,1'W
Maré Média	133,10 cm
Média da Maré Alta de Sizígia	284,55 cm
Média da Maré Alta de Quadratura	220,54 cm
Média da Maré Baixa de Sizígia	28,70 cm
Média da Maré Baixa de Quadratura	92,75 cm

Com base nos dados da série temporal da estação maregráfica do Porto de Guamaré, foi adquirido períodos de marés da última década (2007 a 2018) para compor um cenário atual das condições do nível médio relativo do mar.

A Figura V.1.2.6-2 apresenta os gráficos anuais das marés de 2007 a 2018. Nesse período, os anos de 2011, 2014 e 2015 registraram as variações máximas da maré acima de 2,80 m (atingindo o valor máximo de 2,83 m em fevereiro de 2013), ocorridas no mês de fevereiro em condições de maré de sizígia. A mais baixa cota de nível da maré ocorreu em novembro de 2016 (-0,05 m).

Combinando as variações máximas das marés com as do clima de ondas apresentado por Matos et al. (2019), que mostrou fevereiro dentre os meses das maiores alturas significativas de ondas, percebe-se que os elevados picos de agitação marítima e das marés nesta região, são influenciados pelos ciclones tropicais e extratropicais que se intensificam no HN (Hemisfério Norte) durante os meses de verão no HS (Hemisfério Sul), conforme Semedo et al. (2011), além da influência da ZCIT mais ao sul neste período (Cavalcanti et al., 2009), influenciando assim, em condições de mar mais agitado e induzindo a um nível médio da maré mais elevado na costa norte do Rio Grande do Norte.

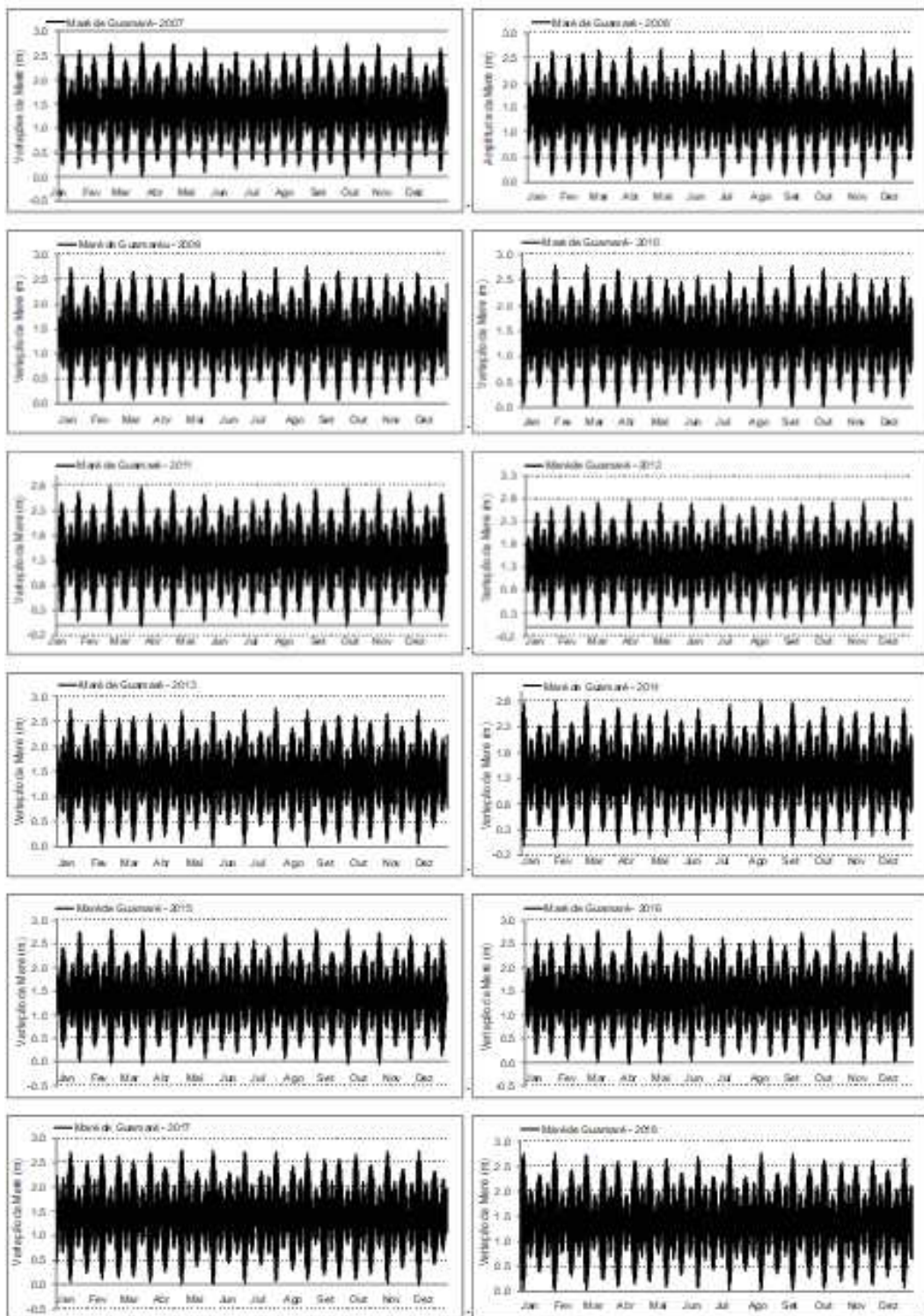


Figura V.1.2.6-2 - Variações anuais da maré (2007 a 2018) para a estação maregráfica do Porto de Guamaré-RN (DHN, 2019)

Dados de maré foram coletados pela PETROBRAS entre os anos de 2012 a 2017, na estação maregráfica posicionada frontalmente a Guamaré, com as campanhas de medições ocorrendo em: dezembro/2012 a janeiro/2013; março a agosto/2013; fevereiro/2014 a março/2015; novembro/2015 a março/2016; julho/2016 a janeiro/2017; maio a dezembro/2017; fevereiro/2018 a janeiro de 2019.

Nas Figuras V.1.2.6-3 e V.1.2.6-4 são apresentados os maregramas obtidos como resultados das medições. De acordo com as figuras, verifica-se que o nível variou significativamente entre as campanhas, sendo que as médias de 2013 estiveram abaixo das médias de 2014, que se mostrou o período com níveis de maré mais elevados de todas as campanhas, muito similar aos encontrados para os dados da DHN para Guamaré.

A Figura V.1.2.6-4 (resultado em vermelho) evidencia que o nível médio entre agosto e outubro de 2017 se mostrou claramente mais baixo do que nas outras campanhas, uma vez que a variação do nível está correta.

A partir de fevereiro de 2018, são apresentados os dados de elevação da superfície retirados a partir do perfilador acústico da estação ST001. Destas campanhas são retiradas as médias, em torno das quais são plotadas as variações.

As amplitudes da maré variam de cerca de 1,5 a 3 m, que é a mesma faixa de amplitude da maré prevista para o Porto de Guamaré. Segundo a faixa de classificação proposta por Davies (1964), a que melhor corresponde ao local seria a de mesomarés, com amplitudes de 2,0 a 4,0 m.

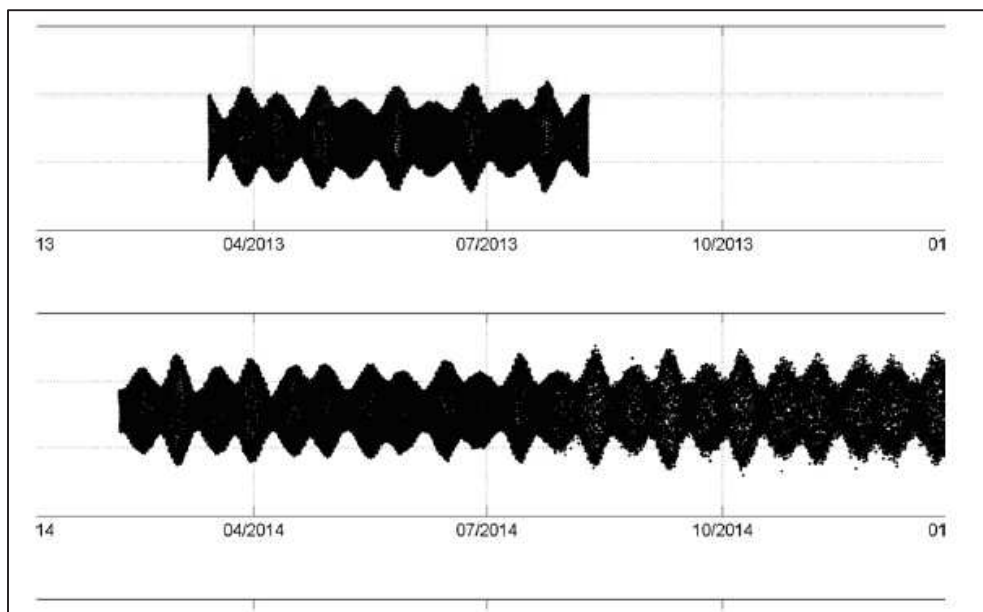


Figura V.1.2.6-3 - Nível d'água medido pelo marégrafo de 04/2013 a 12/2016 na estação frontal a Guamaré (PETROBRAS, 2019).

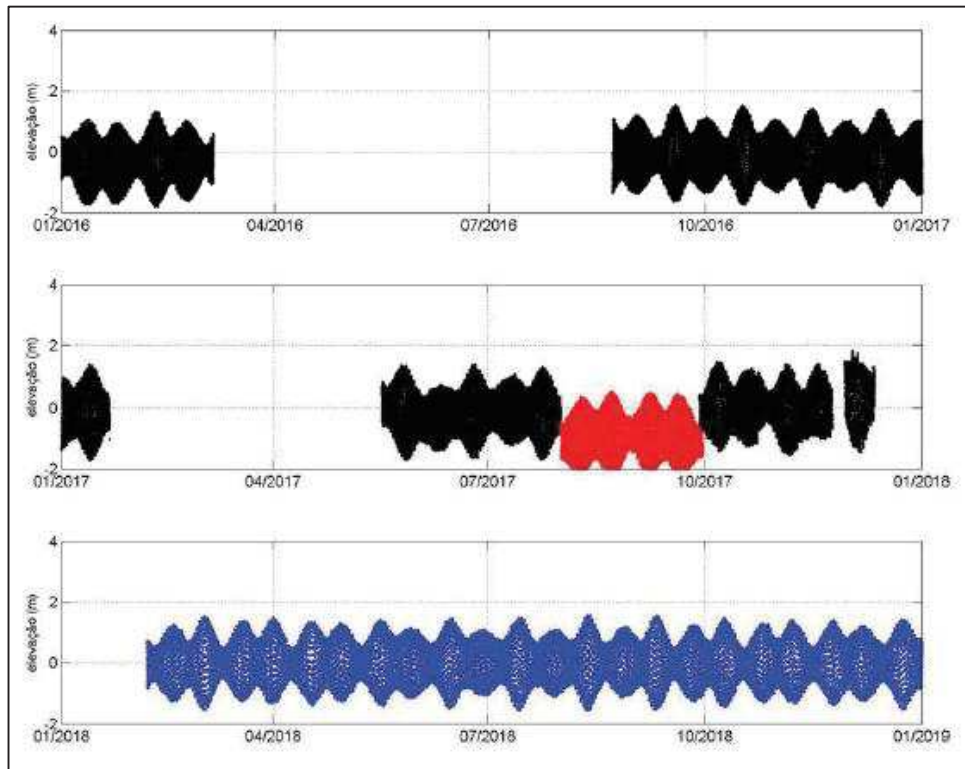


Figura V.1.2.6-4 - Nível d'água medido pelo marégrafo de 01/2016 a 12/2019 na estação frontal a Guamaré (PETROBRAS, 2019).

V.1.3 - Geologia

O Planta Piloto de Geração Eólica Offshore na Bacia Potiguar proposto pela PETROBRAS será instalado a cerca de 800 m de distância com relação à Plataforma de Ubarana 3 (PUB-3), localizada no Campo de Ubarana a cerca de 20 km da costa do Município de Guararé, em setor da plataforma continental que possui lâmina d'água entre 12 m e 16 m. Em decorrência desta localização, os principais dados utilizados nesse diagnóstico sobre os aspectos geológicos e a evolução tectonoestratigráfica da região foram baseados em dados prévios oriundos de relatórios da PETROBRAS e complementados com outros documentos e artigos científicos de domínio público e livre acesso.

O Campo de Ubarana situa-se na plataforma continental do Estado do Rio Grande do Norte (RN), na Bacia Potiguar (Figura V.1.3-1), extremo leste da Margem Equatorial Brasileira.

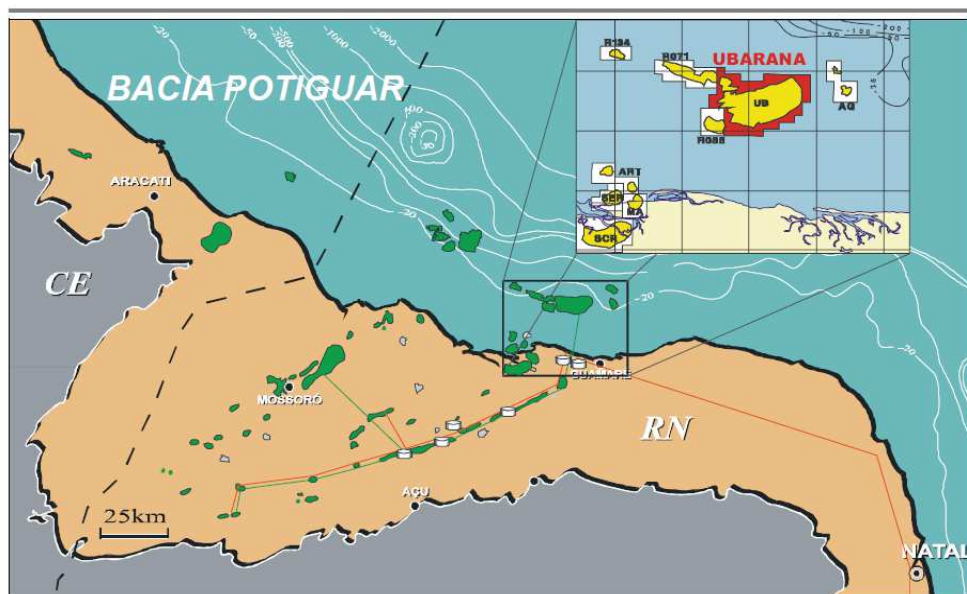


Figura V.1.3-1- Localização do Campo de Ubarana no contexto do ambiente tectônico Bacia Potiguar no Nordeste do Brasil.

A Bacia Potiguar faz parte do Sistema de Riftes Cretáceos do Nordeste Brasileiro, cuja formação relaciona-se ao processo de estiramento crustal que resultou no rompimento do Supercontinente Gondwana, a partir do Mesozoico, e que culminou com a separação das placas Sul-Americana e Africana e consequente desenvolvimento do Oceano Atlântico (Soares et al., 2003).

A porção emersa do, assim sendo, Rifte Potiguar alonga-se segundo uma calha de direção geral ENE-WSW e é limitado a leste e a oeste pelos sistemas de falhas de Carnaubais e de Areia Branca, respectivamente. A borda sul-sudoeste da bacia é limitada pela Falha de Apodi, que demarca o graben de mesmo nome. Os limites ao norte e nordeste encontram-se em águas profundas. Portanto, tal estruturação geral compreende as seguintes unidades tectônicas básicas: os sistemas escalonados de horsts e grabens, orientados segundo o trend estrutural NE-SW, e a plataforma do embasamento, conforme ilustrado na Figura V.1.3-2 (Bertani et al., 1990).

A calha central é estruturada por grabens assimétricos denominados Grabens do Apodi, Umbuzeiro, Guamaré e Boa Vista que correspondem a feições lineares de direção geral NE-SW (Bertani et al., 1990), separados entre si por altos do embasamento (Figura V.1.3-2). Estes conjuntos de grabens assimétricos são limitados na porção sudeste e sudoeste por falhas que podem ultrapassar 5.000 m de rejeito. Os altos internos, representados pelos Altos de Quixaba, Serra do Carmo e Macau, correspondem às cristas alongadas do embasamento que se apresentam dispostas paralelamente à direção geral do eixo principal do rifte e separam os principais grabens. As plataformas rasas do embasamento, Aracati e Touros, bordejam as porções a oeste e leste, respectivamente, do Rifte Potiguar. Nessas porções, o embasamento é pouco afetado por falhas e é geralmente recoberto por sedimentos do Aptiano e Cretáceo Superior.

O embasamento da Bacia Potiguar é formado por unidades litológicas pré-cambrianas que pertencem à Província Borborema (Almeida et al. 1977), constituída pelo amalgamento de blocos crustais arqueanos e proterozóicos compostos por sequências litoestratigráficas de rochas ígneas e metamórficas (Pedrosa Junior et al., 2010).

A porção emersa da Bacia Potiguar representa cerca de 45% (21.500 km²) de sua área total, enquanto que a submersa compõe os demais 55% (26.500 km²), considerando-se como limite submerso a isóbata de 2.000 m (Cremonini, 1993). Esta porção submersa é acatada como constituída por grabens assimétricos, com eixos orientados segundo a direção geral WNW-ESE, e estão basculados no sentido sul (Bertani et al., 1990). Desse modo, essa porção da Bacia Potiguar foi compartimentada em diversos compartimentos, como altos do embasamento cristalino e depressões, que foram resultantes da rotação e rearranjo estrutural entre os blocos. A Figura V.1.3-3 mostra alguns exemplos dessa subdivisão, como os altos do embasamento de Boa Vista e Macau, além dos blocos rotacionados de Pescada, Gangorra e Oeste de Ubarana (Cremonini, 1993).

O arranjo tectono-estrutural dos terrenos envolvendo a Bacia Potiguar foi iniciado por esforços distensivos de direção aproximada WNW-ESE, no Neocomiano (Figura V.1.3-4). Logo, o estágio rifte com tal orientação geral acarretou o desenvolvimento de sistemas de falhamentos normais de direção NE-SW e falhas de transferência subparalelas ao esforço distensivo máximo (Cremonini, 1993). Assim, no contexto da Bacia Potiguar foi estabelecida a Zona de Transferência de Ubarana, associada a um alto do embasamento cristalino, que compartimenta o Rifte Potiguar em dois blocos, com mergulhos opostos ao embasamento: o bloco norte, com caimento no sentido WNW, e o bloco sul, com mergulho no sentido ESE.

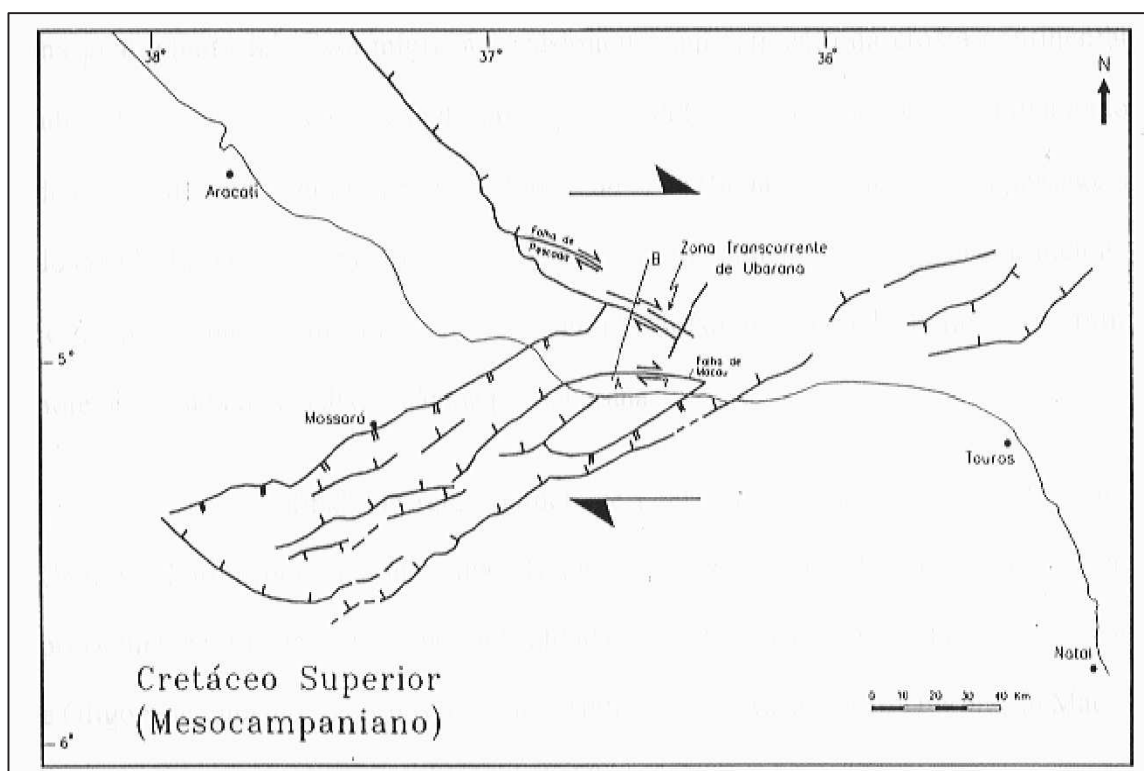


Figura V.1.3-4 - Arcabouço tectônico da Bacia Potiguar no Mesocampaniano. As setas indicam a direção geral do movimento transcorrente (Cremonini, 1993).

No Mesocampaniano, a Bacia Potiguar foi submetida a importantes eventos tectônicos, quando foi gerada a Zona Transcorrente de Ubarana, aproveitando a descontinuidade devido à zona de transferência (Figura V.1.3-5). O sentido do movimento ao longo da transcorrência foi dextral, com pequenos rejeitos direcionais. A Zona Transcorrente de Ubarana é constituída por falhamentos sintéticos (direção geral N55-80°W), antitéticos (direção geral NW5-30°E) e dobramentos em échelon (direção geral N60-70°E). Em sua terminação leste ocorrem falhamentos normais de direção geral N30-40°W, associados ao evento transcorrente e, paralelamente à zona de transcorrência, formam-se dobramentos de direção geral N55-85°W (Cremonini, 1993).

Em decorrência de um centro de espalhamento ao longo da margem equatorial, devido à movimentação das placas Sul-americana e Africana, no Cretáceo Superior, na Baía Potiguar ocorreu um grande evento erosivo denominado Discordância Pré-Ubarana.

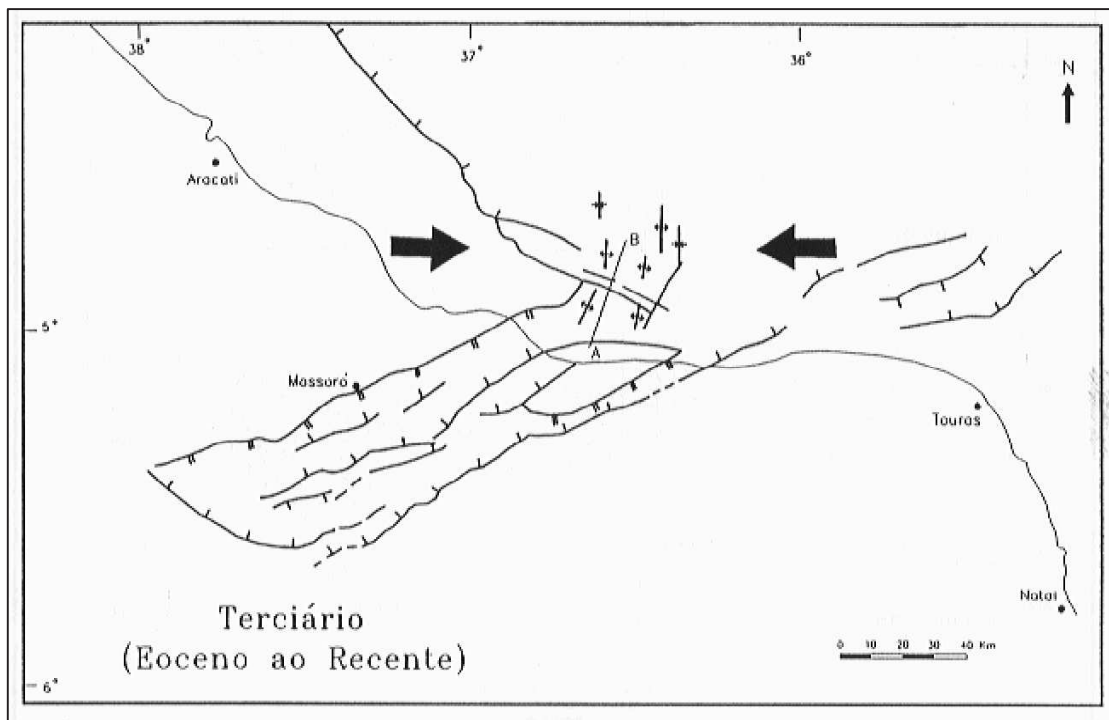


Figura V.1.3-5 - Arcabouço tectônico da Baía Potiguar no Terciário. As setas indicam a direção geral dos esforços de compressão principal (Cremonini, 1993).

Durante o Terciário, um pulso tectônico causa deformações dúcteis na bacia, quando foram gerados dobramentos de grande comprimento de onda, orientados segundo a direção geral N05-20°E, causados por esforços compressivos de direção E-W, promovidos pelos movimentos divergentes entre as placas Sul-americana e Africana a partir da Cadeia Meso-Oceânica (Cremonini, 1993).

Localmente, a região do entorno do Campo de Ubarana é bem compartimentada, exibindo estruturas como o Graben de Ubarana, ao norte do campo, Graben de Pescada, a noroeste, Graben de Macau a sudoeste, Alto de Macau, ao sul e Graben São Bento do Norte, a sudeste (Figura V.1.3-6). Os diversos falhamentos da região ocorrem nas direções preferenciais WNW-ESSE, como indicam as falhas de Ubarana e de Pescada; e na direção geral NNE-SSW, caso da Falha Oeste de Ubarana; e também ENE-WNW.

O Campo de Ubarana diferencia-se em dois contextos geológicos distintos: o bloco leste (principal) e o bloco oeste. O bloco leste pode ser definido como um homoclinal com mergulho suave para noroeste, interceptado por falhas de pequeno rejeito e truncado pela

discordância erosiva do Canyon de Ubarana, nas porções leste e sul, e limitado na porção oeste por falhamentos de direções gerais NE e NW. No bloco oeste, o estilo estrutural altera-se para uma série de blocos delimitados por falhas de caráter transcorrente, correspondentes à fase rifte, reativadas a partir do Mesocampaniano, com componentes de rejeito direcional, gerando o acondicionamento de estruturas em flor negativa arranjadas en échelon (Bertani et al., 1990). O sentido do movimento ao longo da transcorrência foi dextral, com pequenos rejeitos direcionais.

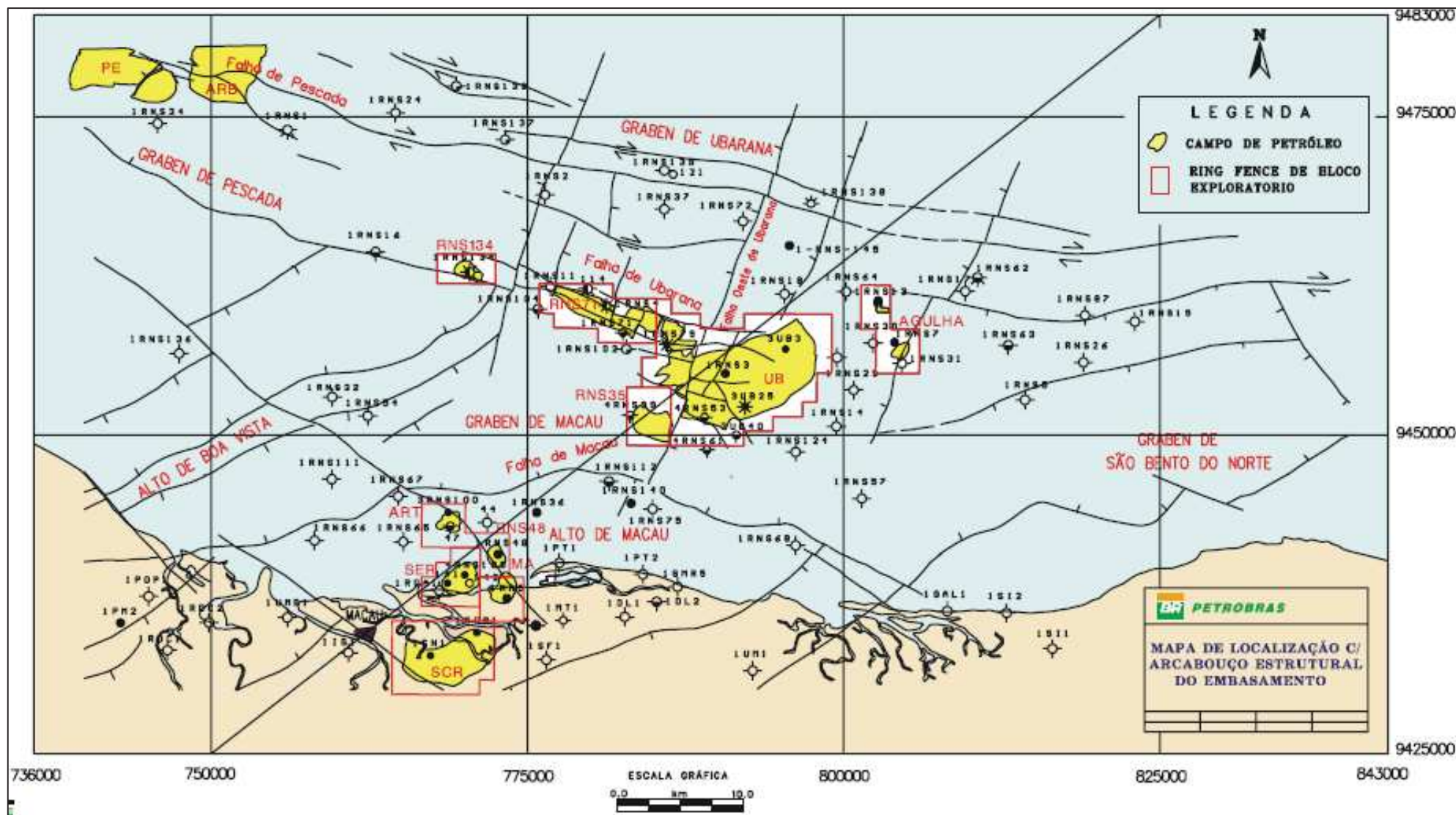


Figura V.1.3-6 - Arcabouço tectônico da porção norte da Baía Potiguar, parte submersa, exibindo os principais falhamentos, altos e grabens da região.

Fonte: (PETROBRAS, 2006)

De acordo com Araripe e Feijó (1994), as rochas sedimentares da Bacia Potiguar estão organizadas em três grupos: Areia Branca, Apodi e Agulha. A maior parte destas unidades litoestratigráficas foi definida com base na interpretação de dados de poço e de sísmica, uma vez que a exposição em afloramentos contempla somente as rochas das formações Açú, Jandaíra, Tibau e Barreiras.

O preenchimento da bacia desenvolveu-se de acordo com cada uma das diferentes fases de sua evolução tectônica: fase rifte I, fase rifte II, fase pós-rifte e fase termal, correspondendo a três supersequências propostas por Pessoa Neto et al. (2007), conforme ilustrado na carta estratigráfica da Figura V.1.3-7.

A primeira supersequência estratigráfica, denominada de Supersequência Rifte, corresponde às fases rifte I e rifte II. A fase rifte I se estende do Neoberriasiense ao Eobarremiano e caracteriza-se por um regime tectônico de estiramento crustal, com desenvolvimento de falhas normais de grande rejeito que definem hemi-grabens assimétricos e altos internos de direção geral NE-SW. Tais grabens foram preenchidos pelos sedimentos lacustrinos, flúvio-deltaicos e fandeltaicos da Formação Pendência, conforme ilustrado no perfil esquemático (Pessoa Neto, 2007) apresentado na Figura V.1.3-8. Na fase rifte II, que se estende do Neobarremiano ao Eo-Aptiano, implanta-se um regime transcorrente-transformante ao longo da futura margem equatorial, ocasionando mudança na cinemática do rifte e provocando um deslocamento do eixo de rifteamento para a porção submersa da Bacia Potiguar. O registro sedimentar da fase rifte II na bacia é restrito à sua porção submersa e é representado pela parte superior da Formação Pendência e pela Formação Pescada.

A Supersequência Pós-Rifte, que corresponde à fase de mesmo nome, é caracterizada por um regime tectônico de relativa quietude e pela passagem gradativa de sistemas deposicionais continentais para marinhos. O registro sedimentar compreende os sedimentos transicionais da Formação Alagamar de idade Aptiana até Albiana Inferior. Esta sequência é constituída por sedimentos fandeltaicos e flúvio-deltaicos (Membros Canto do Amaro e Upanema) e por folhelhos transicionais (Membro Galinhos). Nesta sequência francamente transgressiva ocorre um evento de máxima transgressão, constituída por folhelhos pretos e calcilitos ostracoidais com ampla distribuição pela bacia, chamada de Camada Ponta do Tubarão.

A Supersequência Drifte, depositada entre o Albiano e o Recente, durante a fase subsidência termal, é constituída por uma sequência flúvio-marinha transgressiva recoberta por uma sequência clástica e carbonática regressiva. A fase transgressiva é representada pelos sedimentos siliciclásticos proximal da Formação Açu, marinhos distais da Formação Quebradas, e pelo desenvolvimento de uma plataforma carbonática marinha rasa denominada de Formação Ponta do Mel.

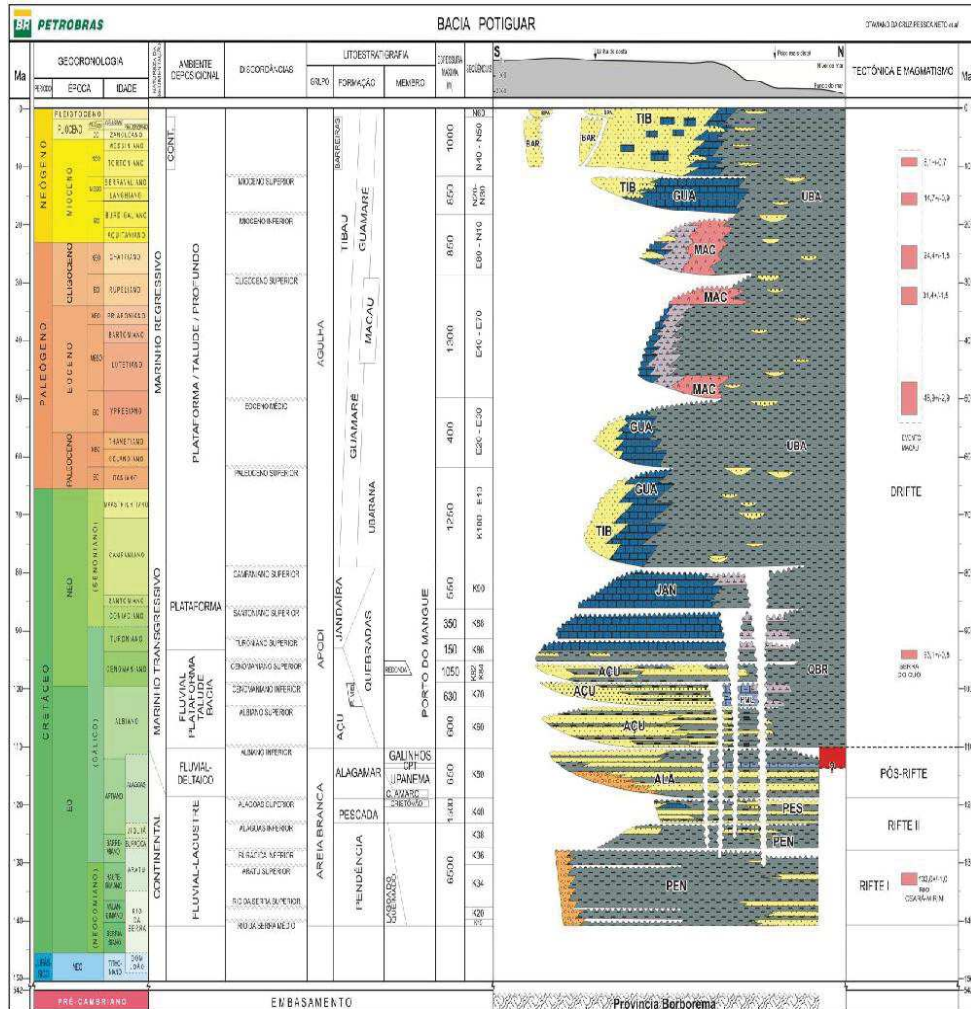


Figura V.1.3-7 - Diagrama do perfil estratigráfico da Bacia Potiguar (Pessoa Neto et al., 2007).

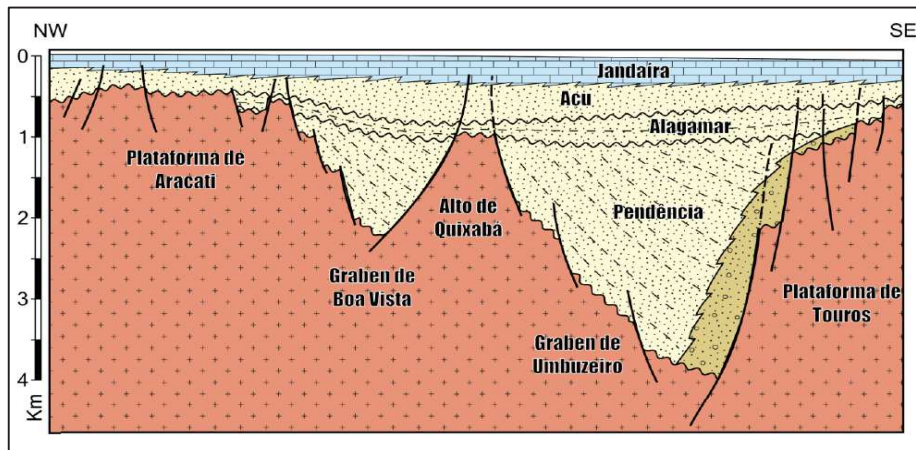


Figura V.1.3-8- Perfil esquemático representando a parte emersa da Bacia Potiguar (Bertani et al., 1990).

A transgressão máxima é caracterizada pela deposição de folhelhos na porção submersa e pelo afogamento dos sistemas fluviais e estuarinos na porção emersa da bacia, seguidos pela implantação de uma plataforma carbonática denominada de Formação Jandaíra. As sequências marinhas regressivas correspondem a sistemas mistos compostos por leques costeiros, sistemas de plataformas rasas com borda carbonática e sistemas de talude/bacia e são representadas pelos sedimentos das formações Barreiras, Tibau, Guamaré e Ubarana.

Cabe mencionar a ocorrência de eventos magmáticos representados pelas formações Rio Ceará Mirim (relacionado à gênese do rifte), Serra do Cuó (Turoniense) e Macau, com pulsos do Eoceno ao Mioceno.

Pessoa Neto (2003) propõe um modelo deposicional para a evolução da Bacia (Figura V.1.3-9). O primeiro evento ocorreu no Mioceno Inferior/Médio, quando o ambiente deposicional foi dominado por plataforma carbonática em profundidade de 30 – 40 m (Pessoa Neto, 1999). Em sequência, no Mioceno Médio ocorreram as primeiras deposições terrígenas na Bacia. Esses sedimentos foram oriundos do retrabalhamento na plataforma interna e do transporte, durante os períodos de queda do nível do mar, para a plataforma externa. Os recifes se estabeleceram nas regiões mais distais e aos poucos foram substituídos por algas vermelhas. Por fim, no Mioceno Superior/Pleistoceno houve um aumento significativo de siliciclásticos na Bacia.

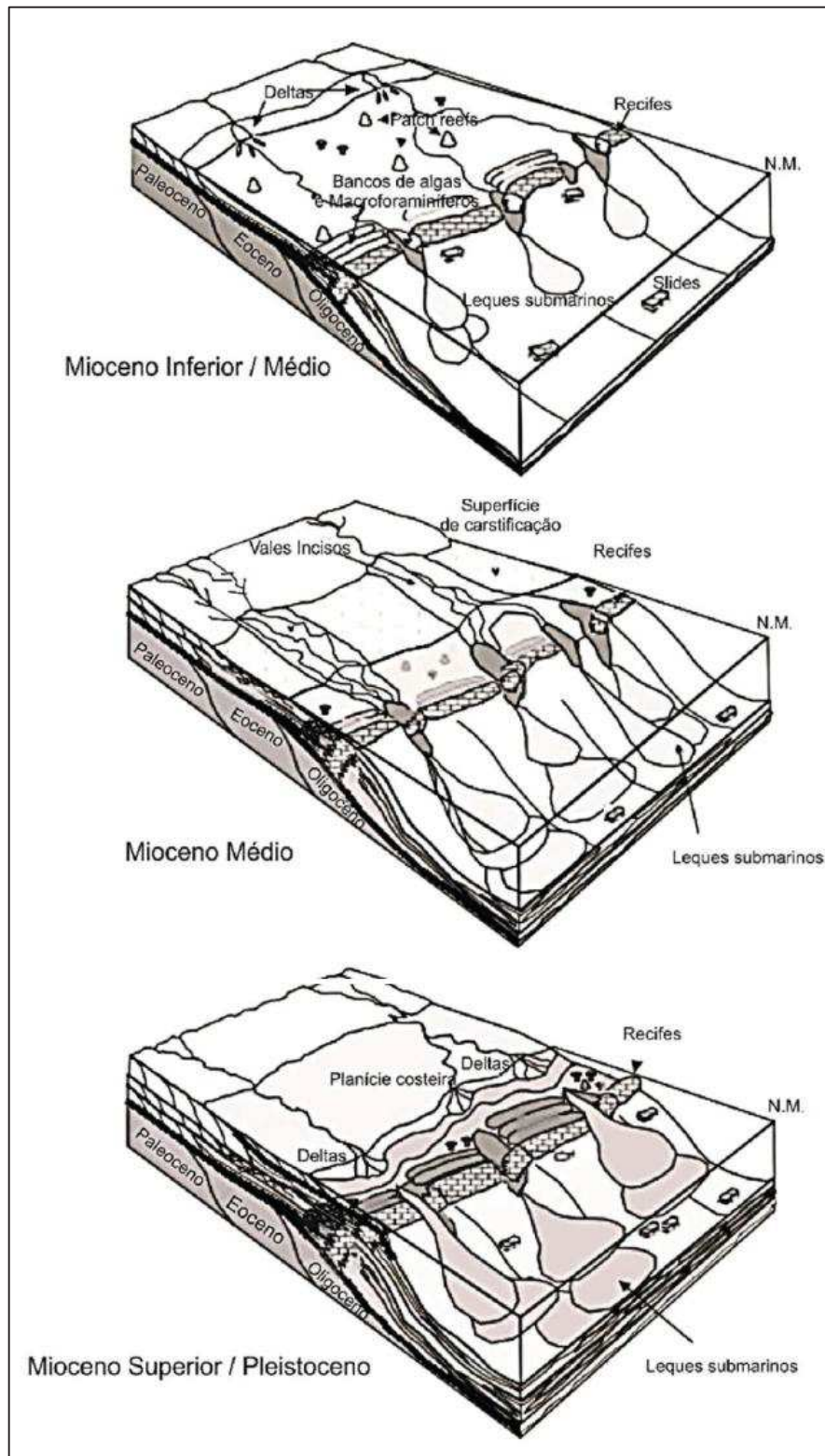


Figura V.1.3-9- Cenários deposicionais do Mioceno Inferior/Médio, Mioceno Médio e Mioceno Superior/Pleistoceno da Baía Potiguar (Compilado de Pessoa Neto, 2003).

Na Figura V.1.3-10 é apresentado uma projeção das formações e litologias de locais propostos para perfurações no Campo de Ubarana. Ressalta-se que o conhecimento acumulado pela PETROBRAS, em relação ao contexto geológico da Bacia Potiguar, permite com isso a proximidade das projeções com a situação real, definida predominantemente com execução de poços profundos.

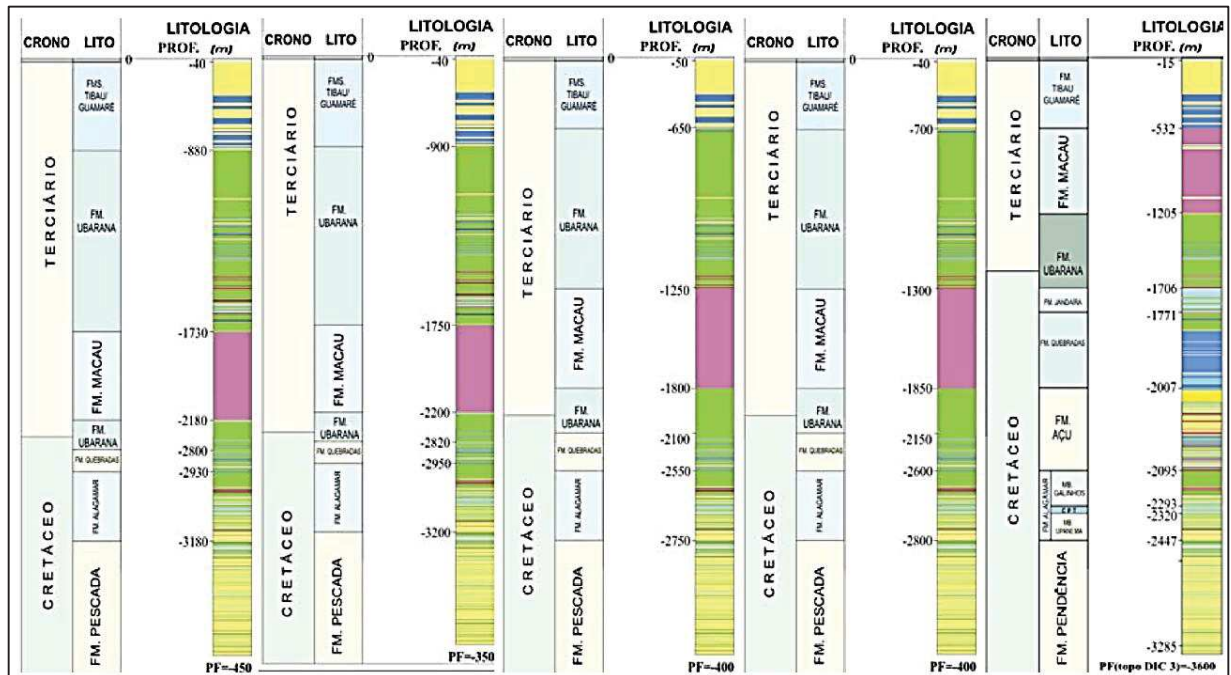


Figura V.1.3-10 - Colunas estratigráficas dos prospectos com locação no Campo de Ubarana (7-UB-119D, 7-UB-120D e 7-UB-121D) (ver Seção II.2). Legenda: verde escuro – folhelho; verde claro – argilito; amarelo arenito; azul - calcarenito; azul claro – calclutito; marrom – siltito; roxo - basalto e diabásio.

Fonte: PETROBRAS-UNRNCE (2006).

Em relação à estratigrafia específica da região do Campo de Ubarana, as formações abaixo foram identificadas:

- ✓ Formação Tibau/Guamaré (entre as cotas de -30 e -900 m);
- ✓ Formação Ubarana (entre as cotas de -650 a -1750 m e -1800 a -2820m);
- ✓ Formação Jandaíra (entre as cotas de -1706 e -1771 m);
- ✓ Formação Macau (entre as cotas de -532 e -2200 m)
- ✓ Formação Quebradas (entre as cotas de -1771 e -2930 m);
- ✓ Formação Açú (entre as cotas de -2007 e -2095 m);
- ✓ Formação Alagamar (entre as cotas de -2095 e -3200 m);
- ✓ Formação Pescada (entre as cotas de -2750 e -4500 m);
- ✓ Formação Pendência (entre as cotas de -2447 e -3285 m).

As formações Pendência, Pescada e Alagamar compõem o Grupo Areia Branca. A Formação Pendência (Souza, 1982) é caracterizada pela presença de arenitos com granulometria areia fina, média e grossa, de coloração cinza esbranquiçada, com camadas de folhelho e siltito cinzento, com idades Neo-Rio da Serra a Jiquiá. Essa unidade se sobrepõe de forma discordante ao embasamento e está sotoposta também de forma discordante às seções terrígenas e carbonáticas da Formação Alagamar (Dino, 1992).

A Formação Pescada corresponde a uma cunha clástica sintectônica constituída por intercalações de arenitos e folhelhos, e seus contatos inferior e superior são discordantes com as Formações Pendência e Alagamar. Tem idade Eo-Alagoas, com depósitos espessos e uniformes.

A Formação Alagamar tem contato inferior discordante sobre as formações Pendência e Pescada, e às vezes sobre o embasamento cristalino. É uma seção terrígeno-carbonática sotoposta de forma discordante à Formação Açú (Grupo Apodi). Tem idade Eo-Alagoas e é formada pelos membros Upanema (basal) e Galinhos, com o primeiro sendo constituído de arenitos com granulometria areia fina a grossa, cinzentos, e folhelho cinza esverdeado. Os membros Upanema e Galinhos são separados por uma seção carbonática denominada Camadas Ponta do Tubarão.

O Grupo Apodi engloba as formações Açú, Quebradas, Ponta do Mel e Jandaíra. A Formação Açú, que recobre o embasamento cristalino na porção emersa da bacia, é caracterizada por camadas espessas de arenito com granulometria areia média a muito grossa, de cor esbranquiçada, com intercalações de folhelhos e argilitos verde claro e siltitos castanho-avermelhado. Ocorre interdigitada com as formações Ponta do Mel e Quebradas, estando sotoposta de forma concordante à Formação Jandaíra e tem contato inferior discordante com a Formação Alagamar. A Formação Ponta do Mel, de idade Neoalbiana, recobre de forma concordante a Formação Açú e está recoberta também concordantemente pela Formação Quebradas. Apresenta calcarenito oolítico, doloespatito castanho-claro, calcilutito branco e camadas de folhelho verde-claro e é.

A Formação Quebradas tem contato inferior discordante com a Formação Ponta do Mel e contato superior concordante com a Formação Jandaíra. Apresenta os membros Redonda, formado por arenito, folhelho e siltito, e Porto do Mangue, com folhelho e arenito, e é de idade Cenomaniana.

A Formação Jandaíra representa a seção carbonática sobreposta aos arenitos da Formação Açú. Apresenta calcarenito bioclástico, com foraminíferos bentônicos. Interdigita-se com a parte inferior da Formação Ubarana. Seu contato inferior é concordante com a Formação Açú, e é de idade Turoniana a Mesocampaniana.

O Grupo Agulha engloba as formações Guamaré, Ubarana e Tibau. A Formação Tibau caracteriza-se por arenito com granulometria areia grossa, hialino, interdigitando-se com as formações Guamaré e Barreiras. O ambiente deposicional é de leques costeiros. A Formação Guamaré tem idade do Neocampaniano ao Holoceno, caracterizando-se pela presença de calcarenitos bioclásticos creme e calcilutito, depositados em talude e plataforma carbonáticos. A Formação Ubarana caracteriza-se por espessa camada de folhelhos e argilitos cinzentos, intercalada com camadas finas de arenito com granulometria areia grossa a muito grossa. Essas rochas estão interdigitadas com as do Grupo Apodi (em direção ao continente) e com a Formação Guamaré, com idades do Albiano ao Holoceno.

Além desses Grupos estratigráficos de origem sedimentar, a área de interesse também apresenta rochas de origem magmática, que fazem parte da Formação Macau. Essa formação, com idades entre 45 e 25 Ma (Oliveira, 1998), é caracterizada pela presença de olivina-basaltos afaníticos Eocênicos e Oligocênicos, intercalados com rochas sedimentares das formações Guamaré, Tibau e Ubarana.

V.1.3.1 Sedimentologia da Plataforma Continental

A plataforma continental, que representa a porção imersa da Bacia Potiguar, é caracterizada como uma plataforma mista apresentando a transição de um sistema predominantemente siliciclástico na plataforma interna, carbonato-siliciclásticos na plataforma média, para predominantemente carbonáticos na plataforma externa (Pessoa Neto, 2003; Vital 2014; Gomes et al. 2015), como mostra a Figura V.1.3.1-1.

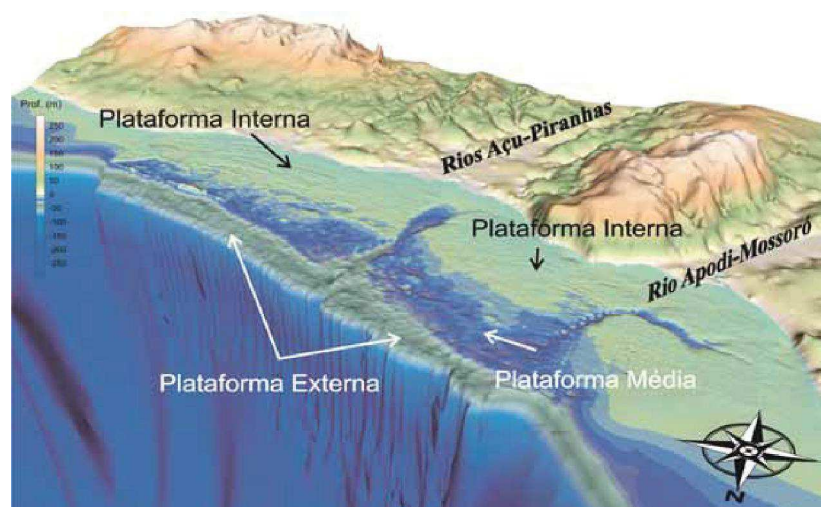


Figura V.1.3.1-1 - Subdivisões da plataforma continental do Rio Grande do Norte (Gomes e Vital, 2010).

Este sistema de alta energia influenciado por ondas e marés, associado à sedimentação mista, é controlado na sua porção externa pela circulação oceânica, enquanto a porção interna encontra-se exposta a ação contínua dos ventos alísios predominantemente de NNE, que impulsionam a ação de ondas sobre a linha de praia, à corrente de deriva litorânea, predominantemente para W-NW, o que acarreta o transporte acentuado de sedimentos costeiros no sentido de E para W-NW (Vital et al., 2010b).

A porção imersa da Bacia Potiguar tem seu atual relevo comumente relacionado à processos sedimentares e hidrodinâmicos de alta energia (Vital et al. 2008; Gomes e Vital, 2010). Bezerra et al. (2003) aponta que outros fatores associados à morfogênese dessa plataforma e da zona costeira estão relacionados a variações do nível do mar.

Os sedimentos siliciclásticos da plataforma interna apresentam granulometria variando de areia média a grossa, os grãos são moderadamente a pobremente

selecionados, variando de subangulosos a arredondados com grau de esfericidade predominando nas classes esférica a muito esférica. Os sedimentos carbonáticos apresentam-se preferencialmente na granulometria grossa, grânulo e cascalho, embora seus fragmentos sejam observados em grãos menores. As lamias estão concentradas próximo a foz dos rios e no interior dos vales incisos, sendo de composição terrígena próximo à costa, gradando para lamias carbonáticas em direção a costa afora (Vital et al., 2005b; PETROBRAS, 2006).

Vital et al. (2005b) descreveram a distribuição de fácies sedimentológicas ao longo da porção interna da plataforma continental setentrional do Rio Grande do Norte, no trecho adjacente aos municípios de Guamaré e Macau, reconhecendo 16 fácies distintas, sendo as 10 principais fácies representáveis em mapa, conforme a carta sedimentológica apresentada na Figura V.1.3.1-2.

A fácies areia siliciclástica ocorre ao longo da costa, na região entre Guamaré e foz do rio Açú (Macau), em áreas de fundo submarino onde as formas são bem desenvolvidas, com uma boa visibilidade e representadas pelas dunas longitudinais com 2 a 3,5 m de altura. As dunas longitudinais tendem a concentrar areia siliciclástica nas cristas; enquanto areias silici-bioclásticas com grânulo e cascalho e areias biosiliciclásticas com grânulo e cascalho concentram-se nas partes mais profundas entre as dunas de areia (calhas). Entretanto, devido à escala utilizada na carta sedimentológica da Figura V.1.3.1-2, estas três fácies não foram diferenciadas, sendo representadas apenas pela fácies areia siliciclástica. Os sedimentos constituintes desta fácies apresentam granulometria variando de areia média a grossa, os grãos são moderadamente a pobremente selecionados, variando de subangulosos a arredondados com grau de esfericidade predominando nas classes esférica a muito esférica.

A fácies lama terrígena está limitada às áreas próximas a desembocadura dos rios e / ou braços de mar existentes na região, sendo mais proeminente na porção a E do rio Açú, cujos sedimentos em suspensão são levados pela deriva litorânea ao atingirem o mar. A fácies marga arenosa, lama calcária e marga calcária ocorrem preenchendo o canyon submerso, resquício do antigo vale do rio Açú, aumentando o conteúdo de carbonato à medida que se distancia da costa. A margem leste do canal é relativamente íngreme e pronunciada, tendendo a concentrar lama calcária, enquanto a margem oeste consiste apenas de um declive suave onde há uma maior concentração de marga calcária.

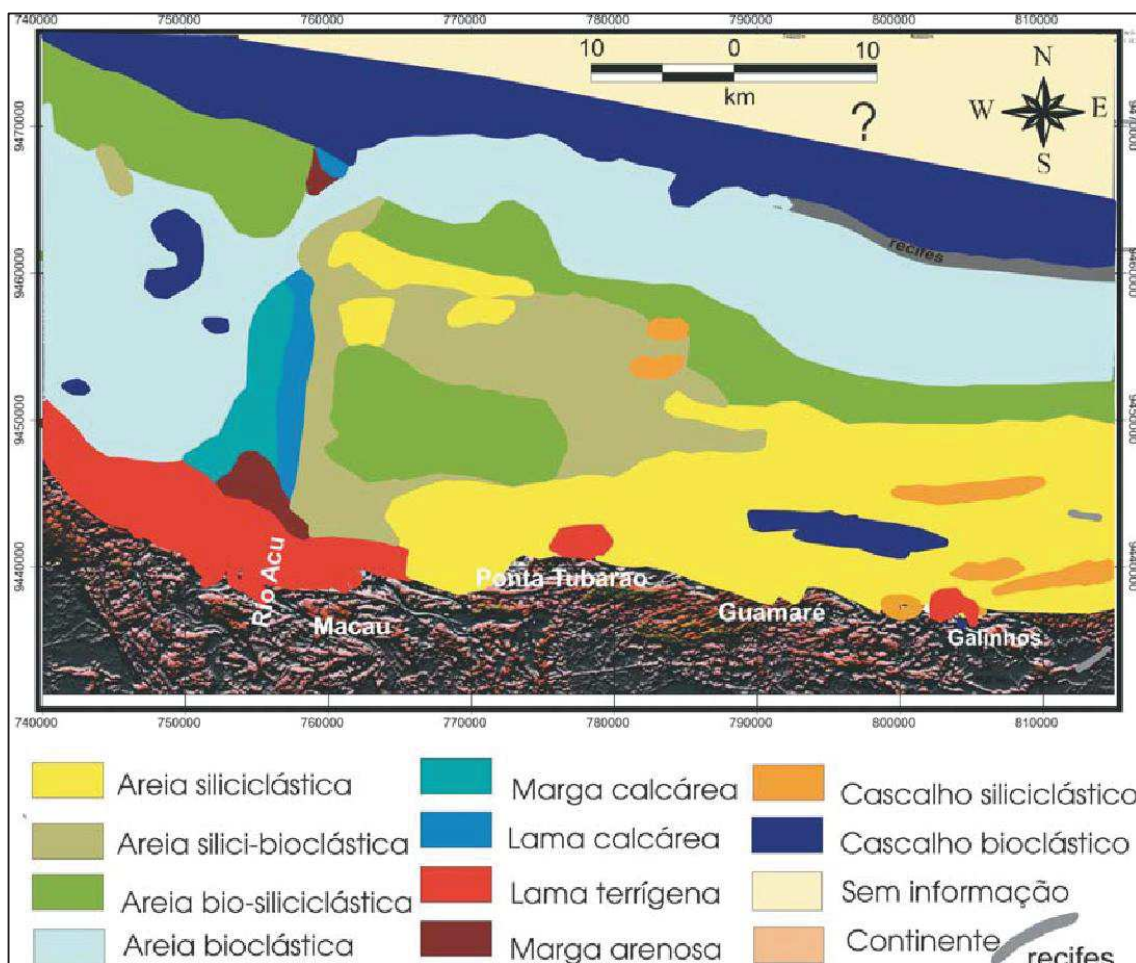


Figura V.1.3.1-2 - Carta sedimentológica para a plataforma continental da Baía Potiguar adjacente aos municípios de Guamaré e Macau do Nordeste do Brasil (Adaptado de Vital et al., 2005b).

A fácies areia biosiliciclástica ocorre entre o a foz do rio Açu e a Ponta do Tubarão em fundo plano. Esta fácies ocorre ainda na forma de uma faixa contínua acompanhando a isóbara de 10 metros, após o término das areias siliciclásticas. Neste caso, as formas de fundo apresentam menor dimensão que as desenvolvidas nas areias siliciclásticas e estão orientados preferencialmente na direção NE-SW (dunas transversais), evidenciando diferentes regimes hidrodinâmicos.

A fácies areia silicibioclástica ocorre circundando a fácies areia biosiliciclástica, próximo à foz do rio Açu, apresentando formas de fundo menos desenvolvidas que a fácies areia siliciclástica, embora com a mesma direção.

As areias bioclásticas ocorrem preferencialmente como uma faixa contínua após a areia biosiliciclástica, diferenciando-se da mesma apenas pela maior profundidade; ocorrem ainda após a foz do rio Açu, onde desenvolvem formas de fundo aproximadamente paralelas a costa (dunas longitudinais). Estas formas de fundo

apresentam entre 1,5 m a 2,0m de altura e tendem a concentrar areia bioclástica nas cristas; enquanto areias bioclásticas com grânulos e cascalhos concentram-se nas partes mais profundas entre as formas de fundo.

O cascalho bioclástico ocorre preferencialmente em profundidades maiores de 25 metros, acompanhando está isóbata. O cascalho siliciclástico e em menor proporção o cascalho bioclástico, ocorre na forma de bolsões em áreas mais rasas, onde o fundo submarino é plano. Neste último caso poderiam estar associados a depósitos residuais formados por correntes de marés de alta velocidade.

Devido à experiência da PETROBRAS em instalar plataformas de petróleo e gás no Campo de Ubarana, e outras áreas nesse setor offshore, algumas características principais da formação do leito marinho são bem conhecidas e podem ser compartilhadas agora de forma qualitativa.

No local do empreendimento o fundo marinho é constituído por areia carbonática, areia siliciclástica e predomínio de laje com ocorrência de alga calcária, conforme Figura V.1.3.1-3 (PETROBRAS, 2018). Segue uma breve descrição de cada uma das fácies:

- ✓ Areia carbonática: constituída por grãos do tamanho areia fina a grossa de composição carbonática. É a faciologia predominante na área;
- ✓ Areia siliciclástica: constituída por grãos do tamanho areia de composição siliciclástica. Ocorre restritamente em uma faixa à nordeste do local da Torre Anemométrica;
- ✓ Predomínio de laje com ocorrência de alga calcária: esta faciologia é constituída por lajes, morfologia relativamente plana, de composição carbonática e por fragmentos de conchas e algas calcárias. Ocorre disseminada na região3). A ocorrência de camadas de rochas varia de profundidades muito rasas a profundidades maiores.

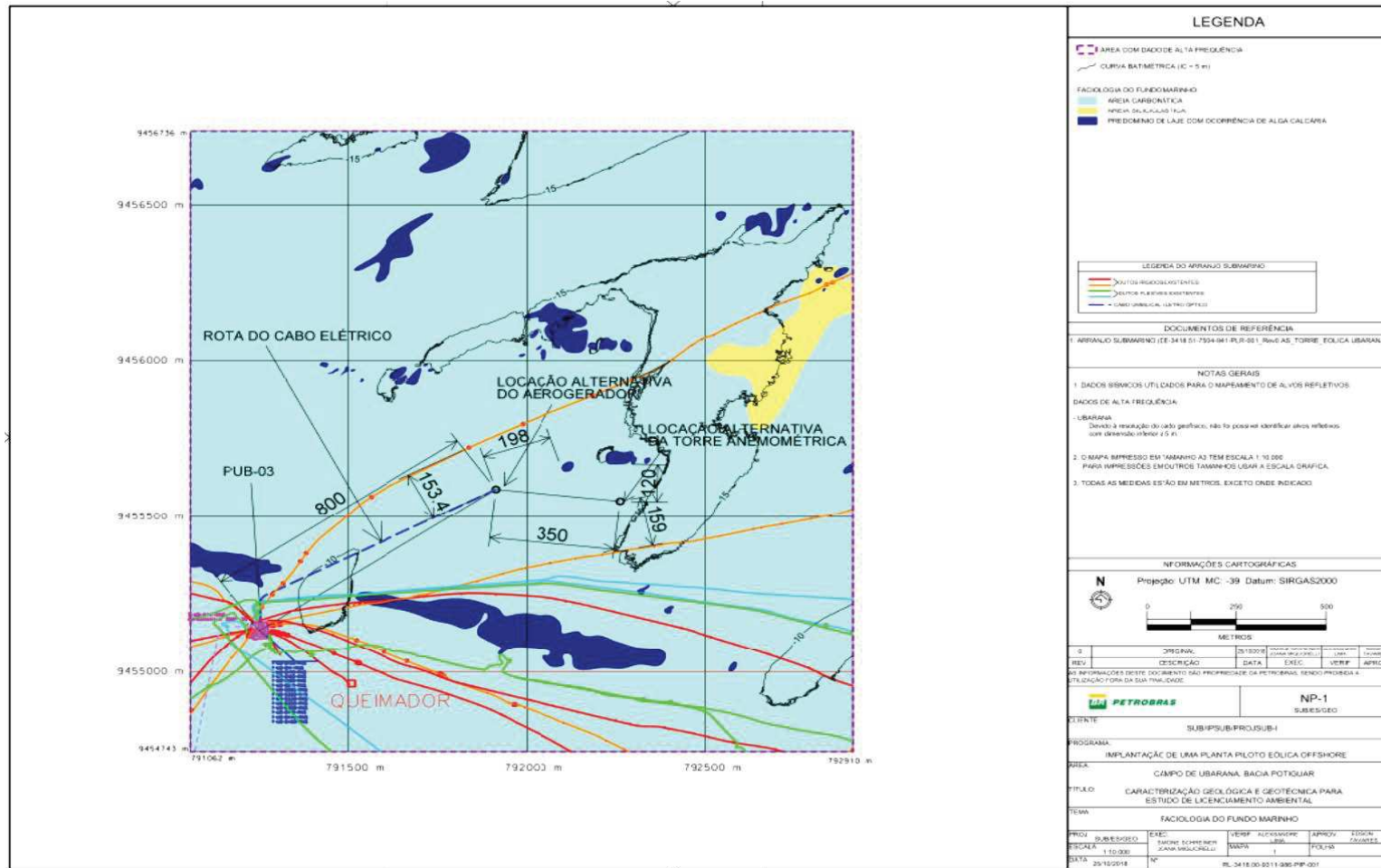


Figura V.1.3.1-3 - Mapa faciológico batimétrico do Campo de Ubarana na Baía Potiguar.

Fonte: ICF INTERNACIONAL/PETROBRAS, 2007

V.1.4 - Geomorfologia

As duas porções que configuram a Baía Potiguar, a porção emersa e a porção submersa, são morfologicamente diferenciadas e serão descritas separadamente.

V.1.4.1 Geomorfologia da Porção Emersa

As principais características geomorfológicas, ancoradas na distribuição dos ambientes de sedimentação e, portanto, das fácies sedimentares, e nas interações com o intemperismo são as funções modeladoras do relevo (clima, ventos, correntes, ondas e marés) e a paleotopografia que corresponde à estruturação do embasamento cristalino. Por estar contida na zona costeira, esses setores tiveram um papel fundamental na evolução do relevo costeiro e nas variações do nível do mar ocorridas durante o Quaternário e, principalmente, dos últimos 120.000 e 10.000 anos.

Em termos de classificação da orla marítima, em função das principais características geomorfológicas, a área se encontra na região classificada como litoral nordeste por Silveira (1964). Esse litoral se estende desde as proximidades da Baía de São Marcos (MA) até a Baía de Todos os Santos (BA). Esta imensa extensão de linha de costa pode ser ainda dividida em dois grandes macro-compartimentos: a Costa Semi-Árida, a noroeste do Cabo Calcanhar e a Costa Nordeste Oriental, também chamada de Costa dos Tabuleiros (PETROBRAS, 2006).

Toda a região é caracterizada por uma acentuada instabilidade morfológica ocasionada pela intensa ação de processos costeiros que, ao longo do Holoceno, modelaram e continuam modelando a costa. A dinâmica costeira está constantemente agindo e modificando a linha de costa através da construção e erosão de pontais arenosos e ilhas-barreira, migração de canais de maré e migração de campos de dunas sobre antigas planícies costeiras, entre outros processos (PETROBRAS, 2006).

Na paisagem costeira do Rio Grande do Norte (Figura V.1.4.1-1), o modelamento das formas de relevo é resultante da ação constante dos processos do meio físico, das condições climáticas, das variações do nível do mar, da natureza das

seqüências geológicas, das atividades neotectônicas e do suprimento de sedimentos carreados pelos rios e pela deriva litorânea. Este contexto dinâmico tem favorecido o desenvolvimento na faixa litorânea de feições erosivas, em sua maioria, e construtivas. Tais instabilidades morfológicas são amplamente detectadas na retração e progradação da linha de costa, com formação de esporões arenosos, planícies marinhas e estuarinas relacionadas às zonas de inframaré, intermaré e supramaré, bancos arenosos e areno-argilosos, barras arenosas, ilhas barreiras e dunas costeiras (ECOPLAN/NATRONTEC, 1997).

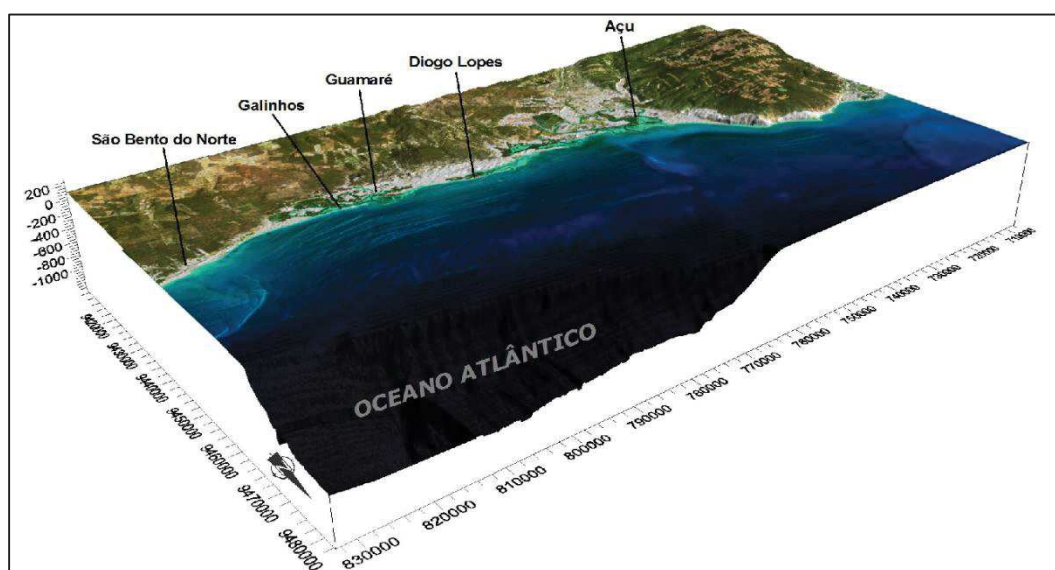


Figura V.1.4.1-1 - Modelo Digital de Terreno (MDE), mostrando a geomorfologia ao longo do litoral setentrional do Rio Grande do Norte.

Fonte: PETROBRAS, 2006

No aspecto geomorfológico, o litoral setentrional está incluído na Região Nordeste ou Litoral das Barreiras de Silveira (1964), definida pela presença acentuada dos depósitos sedimentares da Formação Barreiras, que descrevem uma superfície plana (o Tabuleiro Costeiro), suavemente inclinada em direção ao oceano. Nas regiões estuarinas como aquelas dos rios Piranhas-Açu e Apodi-Mossoró, foram identificados dois grandes domínios geomorfológicos comuns: (i) o Domínio Interior e (ii) o Domínio Estuarino-Litorâneo. A região interior ocupada pela Formação das barreiras constitui um domínio geomorfológico de distribuição contínua ao longo da costa, marcada por relevo tabular de baixa inclinação para o litoral, cotas baixas e dissecadas pelos vales fluviais. Na zona entre os tabuleiros e a faixa lito-

rânea, a confluência anastomosada do sistema de drenagem favorece o desenvolvimento da extensa planície de inundação flúvio-estuarina formada por depósitos arenosos a pelíticos comumente colonizados por algas, intercalados com depósitos de canais de maré e de transbordamento (Silveira, 2002; Amaro et al., 2002)

Portanto, a análise dos aspectos geológico e geomorfológico permite a compartimentação da paisagem costeira e estuarina do litoral setentrional nas seguintes feições: a Superfície de Aplainamento ou Superfície de Tabuleiro Costeiro; as Planícies de Inundação Flúvio-Estuarinas, onde estão os terraços flúvio-marinhos e estuarinos; as Planícies de Maré; os Campos de Dunas; as Planícies de Deflação, marcadas por intensa deflação e depressões com lagoas interdunares; e, as Praias Arenosas (Zonas de Intermaré), onde se desenvolvem os sistemas de ilhas barreiras e barras arenosas (Figura V.1.4.1-2). A seguir é apresentada a compartimentação do relevo, segundo os dados disponíveis em PETROBRAS (2006), baseada nas características morfológicas do terreno, envolvendo a análise da origem, do estágio evolutivo e da geometria do conjunto de formas presentes na região.

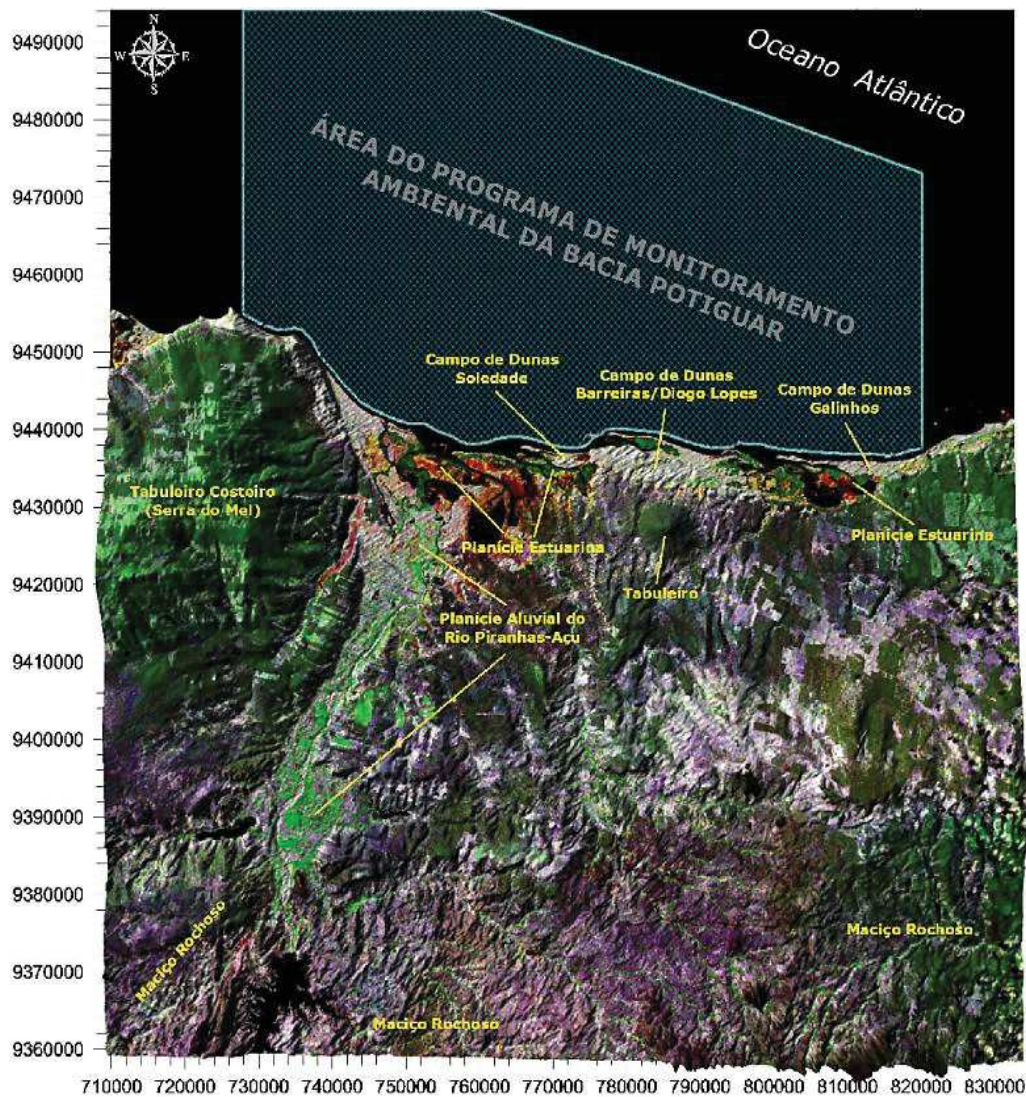


Figura V.1.4.1-2 - Modelo Digital de Terreno (MDE) combinado à uma imagem Landsat 7 ETM+, composição RGB-345, mostrando as principais feições geomorfológicas da Baía Potiguar.

Fonte: PETROBRAS, 2006

V.1.4.2 Superfície de Aplainamento ou de Tabuleiro

A Superfície de Aplainamento ou de Tabuleiro é resultante da atuação de processos dinâmicos que estão relacionados aos ciclos de espriamento de detritos marinhos, estuarinos, fluviais e lacustres. De acordo com Vilaça (1985) esta feição está relacionada à justaposição de sequências sedimentares do Terciário ao Quaternário, evidenciadas por inconformidade erosiva e paleossolos, correspondentes à Formação Barreiras e aos sedimentos arenosos de cobertura recente. Trata-se de forma de relevo plano a suavemente ondulado, com cotas altimétricas

variando de 15 a 30 m. Esta forma de relevo é geralmente sustentada por uma crosta laterítica, frequentemente interrompida por drenagens e ravinamentos. Na região estuarina encontra-se ocupada por vegetação de caatinga densa a rala sobre o relevo plano a suavemente ondulado, alcançando variações altimétricas da ordem de 20 a 70 m.

Na porção entre o Distrito de Galos, próximo a Galinhos, e a Serra do Mel há a formação de falésias com até 30 m, resultantes do retrabalhamento do mar sobre a superfície de Tabuleiro Costeiro, que se dá pelo solapamento da base. Na região, as principais feições morfológicas de falésia são encontradas em frente à Ponta do Tubarão, na praia de Chico Martins e na Serra do Mel. Estas superfícies de aplainamento apresentam feições abruptas e escarpadas, com aproximadamente 30 a 60 m de altura e origem relacionada à abrasão das ondas sobre as sequências Tercio-Quaternárias da Formação Barreiras (Figura V.1.4.2-1).



Figura V.1.4.2-1 - A imagem da esquerda diz respeito as falésias entre a Serra do Mel; enquanto aquela da direita são as Bermas entre Porto do Mangue e Areia Branca/RN, mostrando feições abruptas e escarpadas.

Fonte: PETROBRAS (2006)

V.1.4.3 Planície de Inundação Flúvio-Estuarina

Este compartimento é descrito ao longo dos rios onde formam superfícies planas e suavemente inclinadas, poucos metros acima do nível médio das águas fluviais ou estuarinas, inundáveis em períodos de sizígias. A origem das planícies

de inundação fluvial está relacionada às antigas áreas de planície de maré estuarina, atualmente sujeitas à dinâmica fluvial e transbordamentos dos canais durante as cheias (PETROBRAS, 2006).

No interior dos estuários são comuns os terraços estuarinos que constituem superfícies horizontais, ou levemente inclinadas, com altitude de 0 a 2,0 m em relação ao nível médio das águas. Tais terraços, às margens dos leitos atuais e/ou no interior em forma de ilha, são vestígios de assoreamento de planícies estuarinas antigas em níveis mais elevados, caracterizadas principalmente por depósitos aluviais. A Figura V.1.4.3-1 mostra áreas de planícies de inundação ocupadas por atividades econômicas, tais como as salinas no rio das Conchas e na desembocadura do rio Açu, localizados nos municípios de Porto de Mangue e Macau, respectivamente.



Figura V.1.4.3-1 - A vista aérea da esquerda registra a planície de inundação estuarina e terraços estuarinos da região da Ponta do Tubarão, Município de Macau/RN; Enquanto aquela da direita apresenta o aspecto geral das planícies flúvio-estuarinas ocupadas por extensas salinas, Município de Macau.

Fonte: PETROBRAS (2006)

V.1.4.4 Planície de Maré

Esta feição geomorfológica corresponde às áreas de baixo gradiente próximas à linha de costa, com declividade baixa em direção ao mar e/ou canais principais de drenagem (Figura V.1.4.4-1). Trata-se de feição caracterizada como área mista coberta durante as marés estuarinas enchentes e descobertas durante as vazantes e composta por três zonas: supramaré, intermaré e inframaré. A planície

de maré é frequentemente recortada por canais de maré acentuadamente curvilíneos e que apresenta cotas máximas de cerca de 03 m. Nessa feição estão presentes depósitos do ecossistema manguezal, definidos pelas características sedimentológicas e composições florística e faunística. Como em outros locais em todo o país encontram-se como principais espécies florísticas: a *Rhizophora mangle* (Mangue Vermelho), a *Avicennia germinans* (Mangue Preto), a *Laguncularia racemosa* (Mangue Branco) e a *Conocarpus erectus* (Mangue-de-Botão) (PETROBRAS, 2006; Amaro e Costa, 2102).

A zona de supramaré situa-se num nível superior ao alcançado pelas marés médias de quadratura sendo, portanto, somente atingida durante as preamares de sizígia. Na parte superior da zona de supramarés, são observados tapetes algais, enquanto que na porção inferior são observadas poucas tocas de caranguejos e quase total ausência de vegetação. A zona intermarés situa-se entre as cotas de 0,6 - 2,6 m, estando sujeita constantemente a inundação/exposição pelas águas. Na zona intermaré, ocorre o desenvolvimento da vegetação de mangue, constituindo um importante ecossistema local, servindo com área de criadouro natural de diversas espécies importantes na economia local. A zona de inframaré está constantemente submersa, salvo em baixamares excepcionais de sizígia (PETROBRAS, 2006).



Figura V.1.4.4-1 - Vista aérea da planície de maré, Município de Diogo Lopes, com destaque para os bancos lamosos emersos na baixamar.

Fonte: PETROBRAS (2006)

V.1.4.5 Barras Arenosas Emersas

As barras arenosas emersas, também referidas como feições de restinga, correspondem a depósitos de areias de origem estuarinas e marinhas acrescidos à zona de praia (Figura V.1.4.5-1A), com relevo plano a suavemente ondulado, de grande instabilidade dinâmica. Por vezes formam ilhas alongadas paralelas à costa (Figura V.1.4.5-1B). A origem destas feições está associada à colmatação dos depósitos de areias bem superior aos efeitos de erosão marinha, resultando em progradação da linha de costa. Estas feições estão sujeitas à ação das correntes de deriva litorânea, de sentido para W nesta região, à ação dos ventos dominantes de sentido para SW e das correntes de marés, além da interferência de fatores como a submergência do estuário.



Figura V.1.4.5-1 - A imagem da esquerda (A) apresenta o aspecto geral da barra arenosa emersa do Amaro; enquanto que aquela da direita (B) diz respeito a Ilha barreira da Barra do Corta Cachorro, entre o mar e o rio Casqueira.

Fonte: PETROBRAS (2006)

V.1.4.6 Campos de Dunas Móveis e Dunas Fixas

O campo de dunas móveis está representado por depósitos de areia média a muito fina inconsolidadas, bem selecionadas, com coloração variando de cinza clara (superfície) a esbranquiçada (subsuperfície), desprovidas de cobertura vegetal, sujeitas à dissipação pelos ventos, formando bacias de deflação na base a sotavento caracterizando formas de meia lua, nominadas dunas barcanas (Figura V.1.4.6-1). Vários estágios destas feições podem ser observados, desde os depósitos praiais que remobilizados pela ação eólica dão forma aos feixes de cordões litorâneos, que retrabalhados pelo vento dão origem às dunas típicas. As bacias de deflação são feições do relevo em forma de depressão semicircular, por vezes acumuladoras de água pluvial, escavadas nos declives das dunas móveis. A origem está relacionada à formação de redemoinhos de ventos que dissipam as areias em todas as direções (Vilaça, 1985).



Figura V.1.4.6-1- A imagem da esquerda ilustra o aspecto geral do campo de dunas móveis recentes e a formação de pequenas barcanas no pós-praia; enquanto que aquela da direita evidencia os campos de dunas móveis no Município de Guararé.

Fonte: PETROBRAS (2006) e Prefeitura de Guararé (2006)

A região de dunas eólicas e pontais arenosos de Galinhos/RN e da Ponta do Tubarão/RN caracterizam-se pela presença de cordões dessas dunas posicionados no sentido NE-E (conforme descrito como Barras Arenosas), apresentando pequenas lagoas nas zonas mais baixas. Pontais arenosos entrecortados por canais moldam a configuração da linha de costa, sendo controlados pela ação da maré e da deriva litorânea no sentido E-W. A região de dunas eólicas da Ponta do Mel e

do Ponta do Cristóvão/RN apresenta uma linha de costa sem a presença de canais ou áreas acrecionais de grande porte, como ocorre na Ponta do Tubarão, com as dunas orientadas nas direções NE-W na porção oriental, e NNE-W na porção ocidental. Ao longo da zona intermaré há formações de arenitos de praia, às vezes expostos na maré baixa. A região das dunas eólicas de Tibau/RN apresenta uma linha de costa orientada no sentido SE-NW, sem a presença de canais ou esporões. As dunas existentes apresentam uma orientação E-SW (ICF International/PETROBRAS, 2007).

Em algumas áreas se observa as dunas parcialmente fixadas por vegetação esparsa e, portanto, sujeitas a dissipação de areia menos intensa do que as dunas móveis. Trata-se de feições em forma de cordões longitudinais isolados em forma de grampo de cabelo, com flancos convexos e cotas altimétricas médias de até 30m. Por vezes, ocorre sobreposição dos cordões dando origem à forma de língua. A origem das dunas fixas está relacionada provavelmente a processos de regressão marinha, coincidentes com períodos de clima árido a semiárido, que deixaram expostas os depósitos de areias. Estes depósitos constituíram reservas de areias que foram remobilizados pela ação eólica em direção ao continente (PETROBRAS, 2006).

Como citado anteriormente, esta porção da costa é afetada intensamente por processos hidrodinâmicos. A dinâmica do vento, ondas, marés e correntes impõem o crescimento dos esporões arenosos para oeste. Além disso, ocorre também a formação e migração de inúmeros bancos de areia submersos. Nas desembocaduras dos canais de maré, deltas de maré vazante são formados, sendo paulatinamente incorporados ao continente. As areias, quando atingem a linha de costa e são expostas sub-aereamente, retrabalhadas pelos ventos predominantes, e levando ao desenvolvimento do campo de dunas (PETROBRAS, 2006). O Modelo Digital de Elevação (MDE) da Figura V.1.4.6-2 destaca o campo de dunas e a planície litorânea, existente entre a praia e as dunas compreendido entre Guamaré e Diogo Lopes.

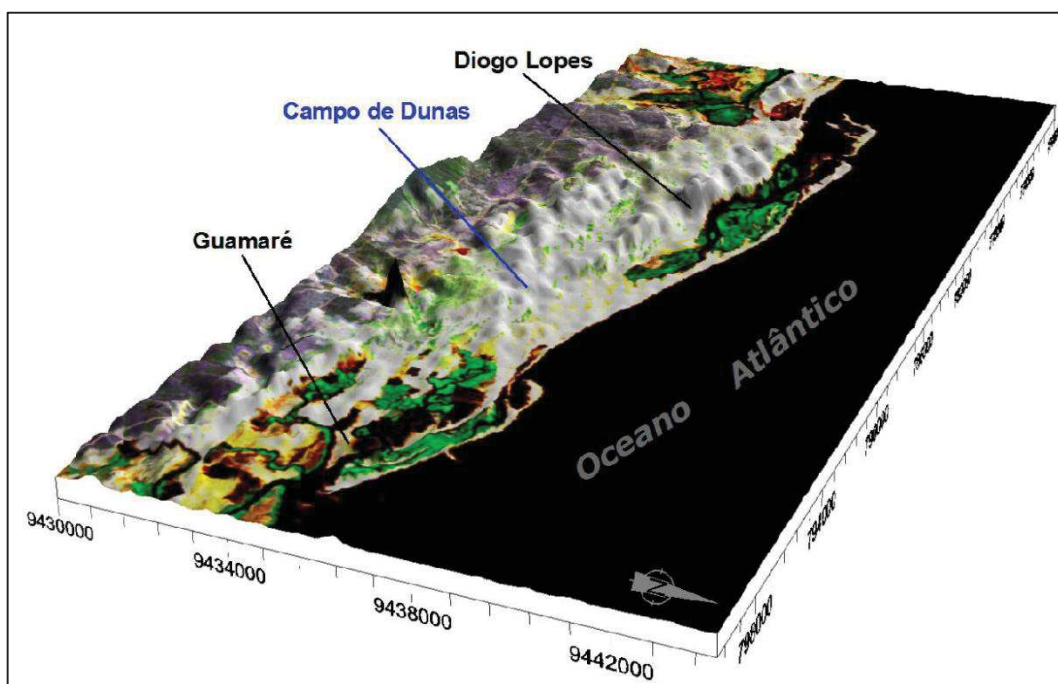


Figura V.1.4.6-2 - Modelo Digital de Elevação (MDE) combinado com a imagem Landsat 7 ETM+RGB 321, mostrando o campo de dunas entre Guararé e Diogo Lopes.

Fonte: (PETROBRAS 2006)

V.1.4.7 Planície de Deflação

Este compartimento do relevo compreende comumente área entre a zona de praia e o campo de dunas móveis e/ou fixas, com relevo plano com ondulações suaves e declividade predominantemente para o oceano, e cotas altimétricas entre 2 a 5 m (Figura V.1.4.7-1). A origem desta feição está relacionada a processos de remoção e transporte de sedimentos médios a finos pela ação do vento, resultando na formação de depressões extensas, definindo esta planície como uma faixa de transição de areias e, portanto, sujeita às intensas modificações temporais. Por vezes, os terraços flúvio-estuarinos e/ou marinhos presentes nesta área encontram-se mascarados pela dinâmica dos depósitos areia eólica. Estes sedimentos são provenientes da zona de praia, de onde são remobilizados na direção do continente pela ação eólica, e realimentam o campo de dunas móveis.



Figura V.1.4.7-1 - Retirada da areia de praia do pós-praia pelo vento para formação dos campos de dunas.

Fonte: PETROBRAS (2006).

V.1.4.8 Geomorfologia da Porção Submersa

Estudos recentes fornecem uma nova revisão sobre a geomorfologia do ambiente plataformal e implicações neotectônicas do arcabouço tectono-sedimentar na Bacia Potiguar imersa (Gomes et al., 2014). A evidência primária no relevo plataformal é a coincidência entre a morfologia da plataforma e estruturas do arcabouço tectônico da bacia. As falhas na zona costeira, Ubarana, Pescada e de borda da bacia compartimentam a porção leste da plataforma em três ambientes. Essas falhas são paralelas a costa com trend aproximadamente ENE-WSW, emergem do embasamento, geram feições incomuns e isoladas, e o campo de tensões atual da bacia sugere uma reativação com cinemática normal dessas falhas. Os resultados obtidos indicam claramente a correlação entre a geometria da margem, o atual relevo da plataforma e as falhas da fase rifte, que sofreram reativação tectônica.

Gomes et al., (2014) constataram o alto grau de correlação entre a configuração de relevo plataformal da Bacia Potiguar e seu arcabouço estrutural. A compartimentação da plataforma em três ambientes, proposta na literatura (Gomes e Vital, 2010), baseada na distribuição de fácies sedimentares e formas de fundo, é corroborada pela segmentação estrutural e pelas anomalias de relevo observadas por Gomes et al (2014). Os limites apresentados para plataforma continental interna, média e externa (que correspondem a limites de 12 m, 25 m e 60 m) são os mais coerentes para a região central dessa plataforma continental, ao se considerar

a integração dos dados analisados. Algumas feições estudadas, como a Coroa das Lavadeiras e a Coroa Branca, revelam que esses depósitos arenosos isolados não são formados apenas por processos hidrodinâmicos, mas sua disposição espacial indica que estruturas pretéritas servem como trapa deposicional. Outro forte indício de controle tectônico na evolução morfológica da plataforma continental são as incisões submersas dos vales do rio Açú e do rio Apodi em períodos de mar baixo. A variação morfológica desses vales incisos é claramente relacionada com os falhamentos pré-existentes, o que sugere a reativação desses sistemas de falhamentos no Quaternário, bem como a associação entre os degraus na plataforma externa com as falhas paralelas a Falha de Pescada (Figura V.1.4.8-1), o que sugere que esses falhamentos atingiram a superfície.

O ambiente marinho da Bacia Potiguar imersa apresenta fisiografia de plataforma continental e talude, limitada pela linha de costa e estendendo-se em direção ao talude, com transição em profundidades entre de 40 m e 60 m. A plataforma pode ser dividida em plataforma interna, média e externa (Gomes e Vital, 2010), com base na revisão da caracterização geomorfológica e sedimentológica (Figura V.1.4.8-2).

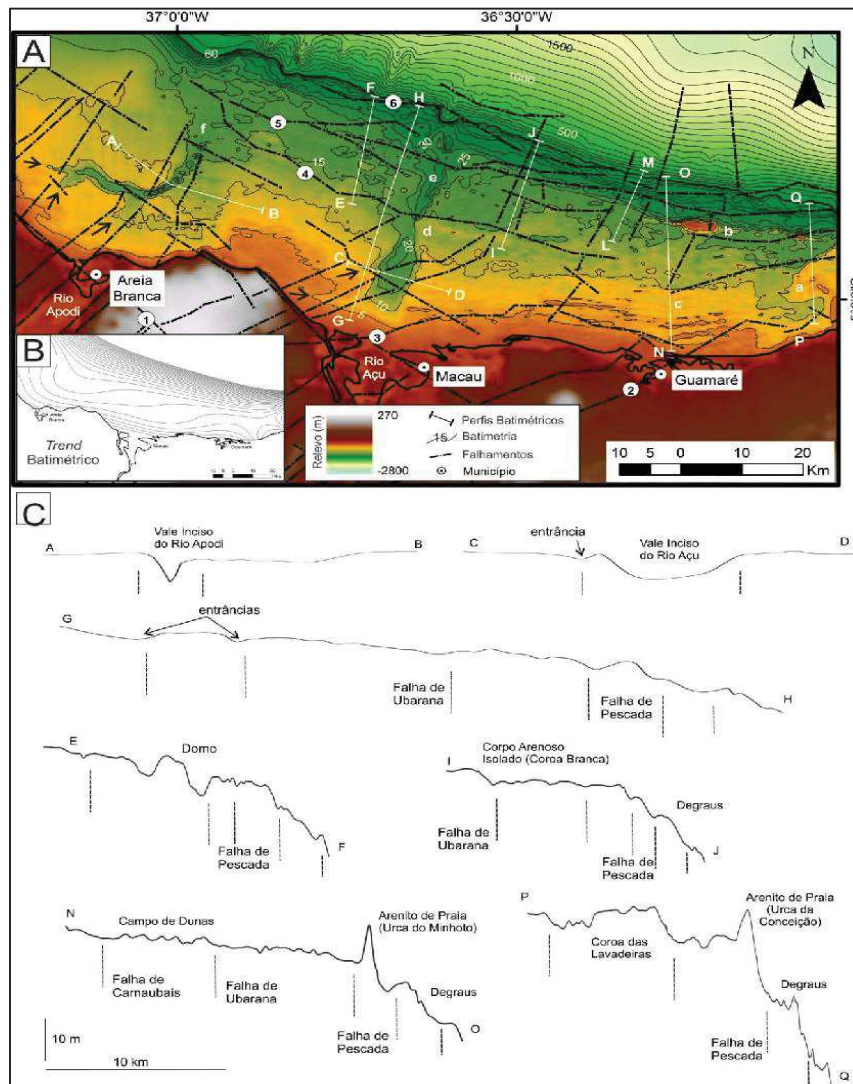


Figura V.1.4.8-1 - A) Mapa batimétrico da Baía Potiguar imersa, destacando em: a, Coroa das Lavadeiras; b, Urca do Minhoto; c, Campo de dunas subaquosas; d, Coroa Branca; e, vale inciso do Rio Açu; f, vale inciso do Rio Apodi. Setas indicam entrâncias nas bordas do vale. (B) Superfície de tendência batimétrica regional da plataforma continental. (C) Perfis batimétricos (A-B, C-D, E-F, G-H, I-J, L-M, N-O, P-Q) indicam mudanças no relevo sob ocorrência de falhas. O sistema de falhas foi compilado de Angelim (2006): (1) Afonso Bezerra; (2) Carnaubais; (3) Macau; (4) Ubarana; (5) Pescada; (6) Borda da Baía.

Fonte: Gomes et al. (2014)

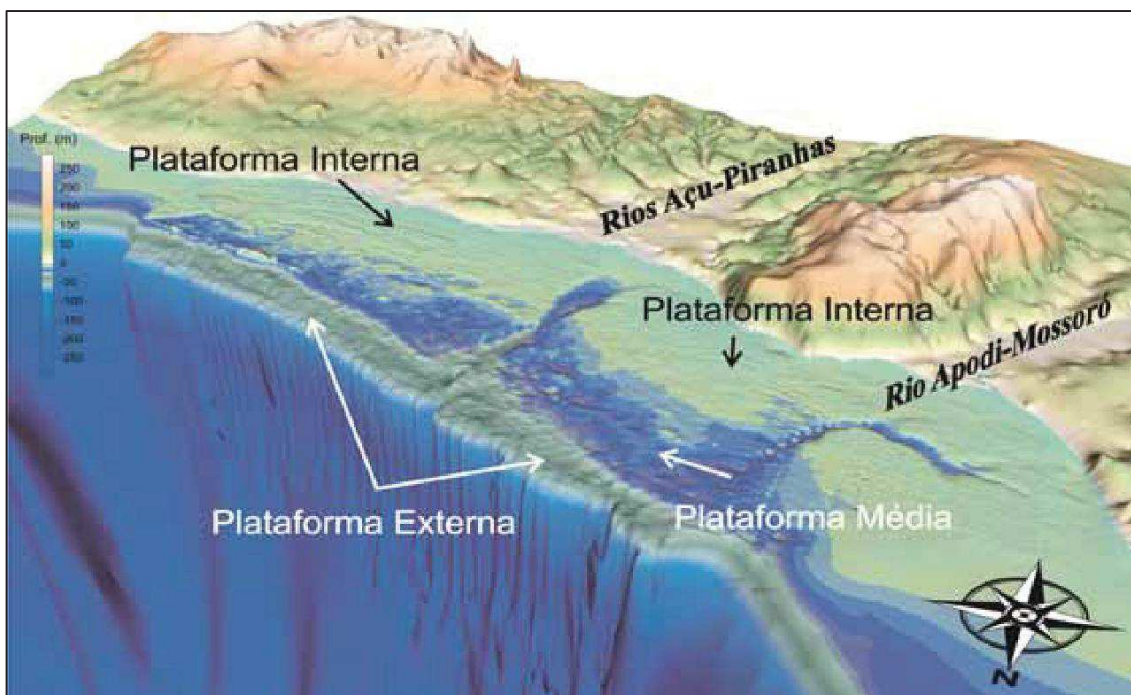


Figura V.1.4.8-2- Modelo Digital do Terreno destacando a delimitação da plataforma continental em suas divisões em plataforma interna, média e externa (Gomes e Vital 2010).

A plataforma continental interna é limitada pela isóbata de 12 m com relevo suave envolvendo extensos campos de dunas longitudinais, com predominância de sedimentos siliciclásticos; a plataforma média está limitada entre as isóbatas de 12 m e 25 m, caracterizada pela ocorrência mista de sedimentos e dunas transversais; a plataforma externa é estreita com declividade superior à da plataforma média e limita-se entre as isóbatas de 25 até 60 m de profundidade. O limite entre a plataforma média e externa é bem marcado, na porção central desta plataforma, por uma extensa linha de antigas rochas praias. Essa região de plataforma externa apresenta predominância de sedimentos bioclásticos e proeminentes desníveis batimétricos. Do limite externo da plataforma ao início da planície abissal, ocorre um desnível superior a 2000 m sobre o talude e o sopé continental.

Ainda segundo Gomes e Vital (2010), as principais feições submarinas observadas sobre a plataforma continental são: região de dunas subaquáticas; campo de dunas longitudinais na plataforma interna; os vales incisos do Rio Açú e do Rio Apodi-Mossoró; dunas transversais na plataforma média; arenitos praias (beachrocks); e, corpo arenoso marinho raso isolado (Coroa das Lavadeiras na porção leste da área) (Figura V.1.4.8-3).

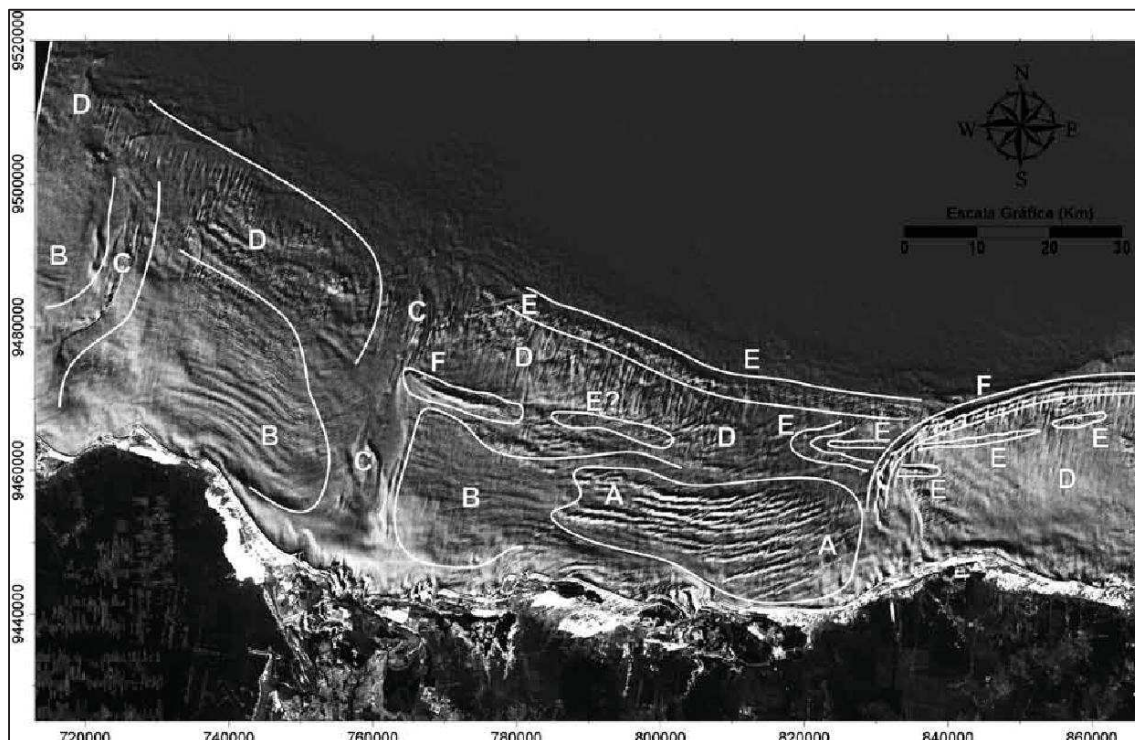


Figura V.1.4.8-3 - Imagem Landsat 7-ETM+ destacando as principais feições geomorfológicas (Modificado de Vital et al. 2008) sobre a plataforma continental setentrional do Rio Grande do Norte. A) Campos de Dunas longitudinais simétricas e assimétricas; B) Dunas subaquáticas longitudinais paralelas à costa; C) Paleocanais do Rio Açu (leste) e Rio Mossoró (oeste); D) Campos de Dunas transversais; E) Linhas de rochas praias (beachrocks); F) Corpos arenosos marinho raso isolados.

Fonte: Gomes e Vital, 2010

Arenitos Praiais (Beachrocks)

A identificação das rochas praias (beachrocks) na plataforma continental tem grande importância na correlação entre a variação do nível do mar e a incisão do paleovale, pois representam antigas linhas de costa. A cimentação desses arenitos praias é gerada por carbonato de cálcio e ocorre num processo rápido em períodos de 10 a 15 anos, preservando a evidência da posição do nível relativo do mar para a sua formação.

As linhas de rochas praias identificadas estão geralmente dispostas na direção E-W. Alguns destes afloramentos submarinos são interceptados e cobertos pela formação de corpos arenosos isolados na região ao longo da Coroa das Lava-deiras (Figura V.1.4.8-4) e seguem em direção ao Alto de Touros. Alguns corpos similares são identificados em frente a Diogo Lopes. O lineamento mais extenso

localiza-se próximo à quebra da plataforma, com expressão contínua entre a Coroa das Lavadeiras, em frente à região de São Bento do Norte, e o vale submerso do rio Açú. Este lineamento representa um desnível batimétrico na porção leste, próximo à Coroa das Lavadeiras (Praia do Minhoto), podendo ser de origem tectônica, alcançando posições acima do nível relativo do mar atual.

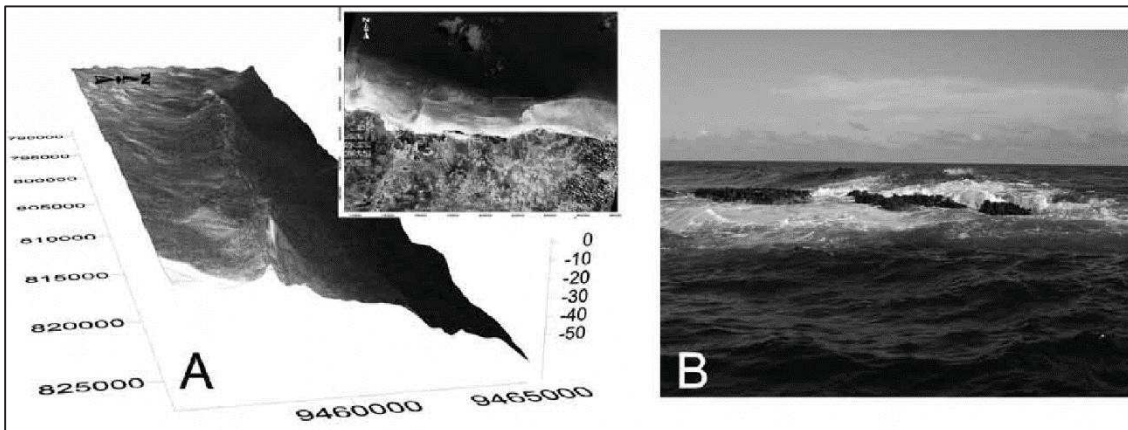


Figura V.1.4.8-4 - A) Modelo Digital de Terreno e imagem da linha dos arenitos praias (beachrocks) localizadas próximo à quebra da plataforma. B) Rochas praias acima do atual nível do mar.

Fonte: Cabral Neto e Gomes e Vital 2010

Corpo Arenoso Marinho Raso Isolado e Dunas Subaquáticas

Trata-se de feição geomorfológica caracterizada como um corpo arenoso marinho raso isolado (Vital et al., 2008). Apresenta-se como um alto em forma curva posicionado paralelamente à linha da costa com mudança de direção do seu contorno para sudoeste, por vezes se sobrepondo a linhas de rochas praias.

As estruturas sedimentares observáveis em imagens de satélite são interpretadas como o retrabalhamento dos sedimentos por correntes, provocando deposição ou erosão, deixando a água turva. As diversas formas de feições submarinas são modeladas pela ação de correntes indicando que os tipos de feições e suas formas (transversais e longitudinais) dependem da velocidade do fluxo e do tipo de sedimento recobrimo a plataforma. No entanto, a Coroa das Lavadeiras, formada na extremidade oeste do Alto de Touros, constitui uma barreira para o transporte sedimentar (Tabosa e Vital 2006).

O campo de dunas subaquáticas que se desenvolvem a oeste da Coroa das Lavadeiras, em menor amplitude batimétrica (Figura V.1.4.8-5). Essas dunas apresentam-se orientadas longitudinalmente na direção NE-SW, sendo formas de leito

simétricas e assimétricas de grande comprimento de onda, que indicariam sentido das correntes sobre a plataforma para NW (Vital et al., 2008). Observadas em menor escala, esse conjunto de dunas tem-se o alinhamento aproximado na direção EW que se estende por toda área identificada na Figura V.1.4.8-5A. As dunas simétricas apresentam comprimento variando de 100 m a 500 m e altura entre 0,5 m a 6 m, as assimétricas apresentam comprimento variando de 60 m a 190 m de altura entre 0,5 m a 1 m, e distância máxima entre cristas é de 1,5 km (Gomes et al., 2007a).

Lateralmente a esse campo de dunas subaquáticas, a margem leste e oeste do vale submerso do rio Açu, na extensão da plataforma interna, ocorrem dunas longitudinais, que apresentam uma extensão contínua e paralela à linha de costa, estendendo-se desde a profundidade de cerca de 2,0 m até o início da plataforma média. A morfologia de cristas e cavas apresenta larguras variando 300 e 800 m, alturas entre 1,0m e 3,0 m e comprimento entre 300 m e 1500 m.

Na plataforma média observa-se um padrão de dunas transversais perpendiculares à linha de costa, diferindo dos outros padrões. Essas dunas também podem ser observadas nas imagens de satélite sobre a plataforma adjacente, a Plataforma de Aracati (Oliveira et al. 2008), e sobre o Alto de Touros (Viana et al. 1991; Testa e Bosence 1998). Sua origem ainda é pouco discutida, mas pode estar ligada a correntes mais profundas que atingem a borda da plataforma continental.

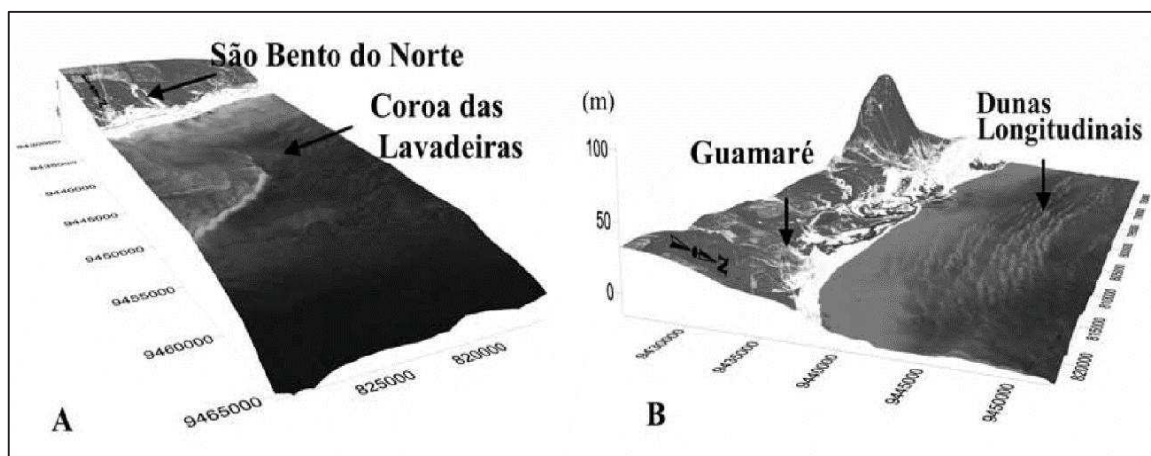


Figura V.1.4.8-5 - A) Corpo arenoso submerso isolado – Coroa das Lavadeiras; B) Campo de dunas.

Fonte: Gomes e Vital, 2010)

Sistema de Vales Incisos

Sobre a plataforma continental da Baía Potiguar são identificados dois expressivos vales incisos, antigos vales atualmente submersos ou nominados também de paleovales, que recebem o nome dos dois principais rios do arcaibouço hidrográfico da planície costeira setentrional do Rio Grande do Norte: o rio Piranhas-Açu e o rio Apodi-Mossoró. Estão situados aproximadamente perpendiculares à linha de costa, em setores de baixo gradiente em direção ao mar, onde formam superfícies de inundação planas a suavemente inclinadas (planície de maré e flúvio/estuarina).

O paleovale do rio Apodi-Mossoró esteve ligado, em situação de nível de mar baixo, a pelo menos três outros rios. Provavelmente, o arrasamento das isóbatas nas extremidades desses canais foi causado por aumento de espaço de acomodação e, conseqüentemente, deposição de sedimentos fluviais. Lima e Vital (2006) descrevem as características morfológicas do paleovale, as quais indicam duas direções gerais para o canal principal NW-SE e NE-SE e profundidades máximas de 30 m. Segundo os dados de batimetria e altimetria integrados na confecção do Modelo Digital de Terreno (Figura V.1.4.8-6), pode-se reconhecer direções das principais feições estruturais que interligam o paleovale aos rios correspondentes no continente.

A depressão do grande rio atual, o rio Açu, estende-se desde a foz até a borda do talude continental, atingindo profundidades máximas de 32 m na plataforma continental, que se estende como vales submersos até o talude, nesse ponto distando 35 km da foz e com mesma orientação NNE do atual (Figura V.1.4.8-7).

Esses dois grandes rios são interpretados como vales incisos formados em situação de queda do nível do mar, e posteriormente preenchidos por sedimentos pleistocênicos e holocênicos (Vital et al., 2008), que na superfície do interior do vale do rio Açu são compostos por lama terrígena nas porções proximais e que se alternam para lamias carbonáticas nas porções mais distais (Vital et al., 2005b, 2008).

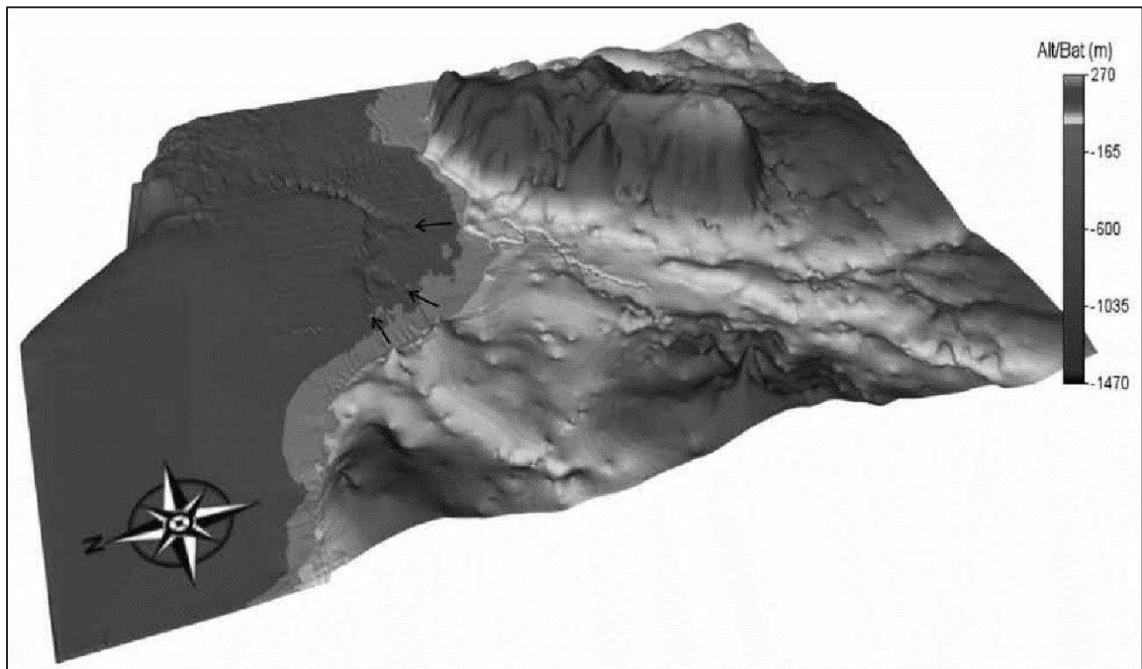


Figura V.1.4.8-6- Modelo Digital de Terreno na região do rio Apodi e do seu paleovale sobre a plataforma continental (Gomes e Vital 2010).

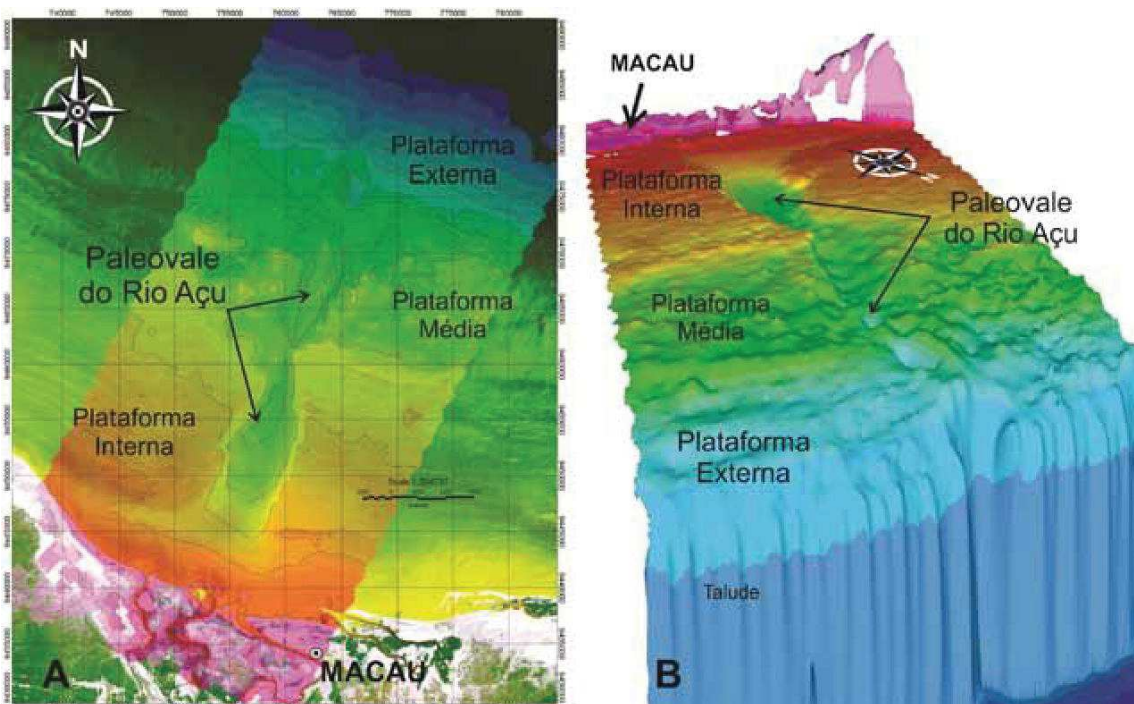


Figura V.1.4.8-7- A) Mapa da batimetria em curvas de isóbatas; e, (B) Modelo Digital de Terreno na região do paleovale do rio Açú sobre a plataforma continental interna (em tons vermelho-amarelados), média (em tons verdes) e externa (em tons azuis) (Gomes e Vital 2010).

V.1.5 - Qualidade da Água Marinha

Os dados de Qualidade da Água Marinha se referem às Campanhas do Projeto de Caracterização e Monitoramento Ambiental da Baía Potiguar (Petrobras, 2006) ocorridas em julho de 2002 (1ª campanha-C1); em maio de 2003 (2ª campanha-C2); em novembro de 2003 (3ª campanha-C3) e em maio de 2004 (4ª campanha-C4); nas Campanhas do Relatório Anual da Atividades do Projeto de Monitoramento Ambiental da Baía Potiguar (2011) e no Relatório Anual da Atividades do Projeto de Monitoramento Ambiental da Baía Potiguar (2015).

Nestas campanhas foram coletadas amostras para análises de parâmetros físico-químicos da água e geoquímicos (sedimento). A Figura V.1.5-1 apresenta a malha de amostragem da Baía Potiguar, e no polígono em destaque, o enquadramento da área que compreende o Planta Piloto de Geração Eólica Offshore. Esta área corresponde às estações de monitoramento da Campanha - C2 (Plataforma interna, 10-20 m de profundidade) realizadas em maio de 2003, mais especificamente às estações BPot06, BPot07, BPot011, BPot012 e BPot017 que se encontram nas mediações do Campo Ubarana.

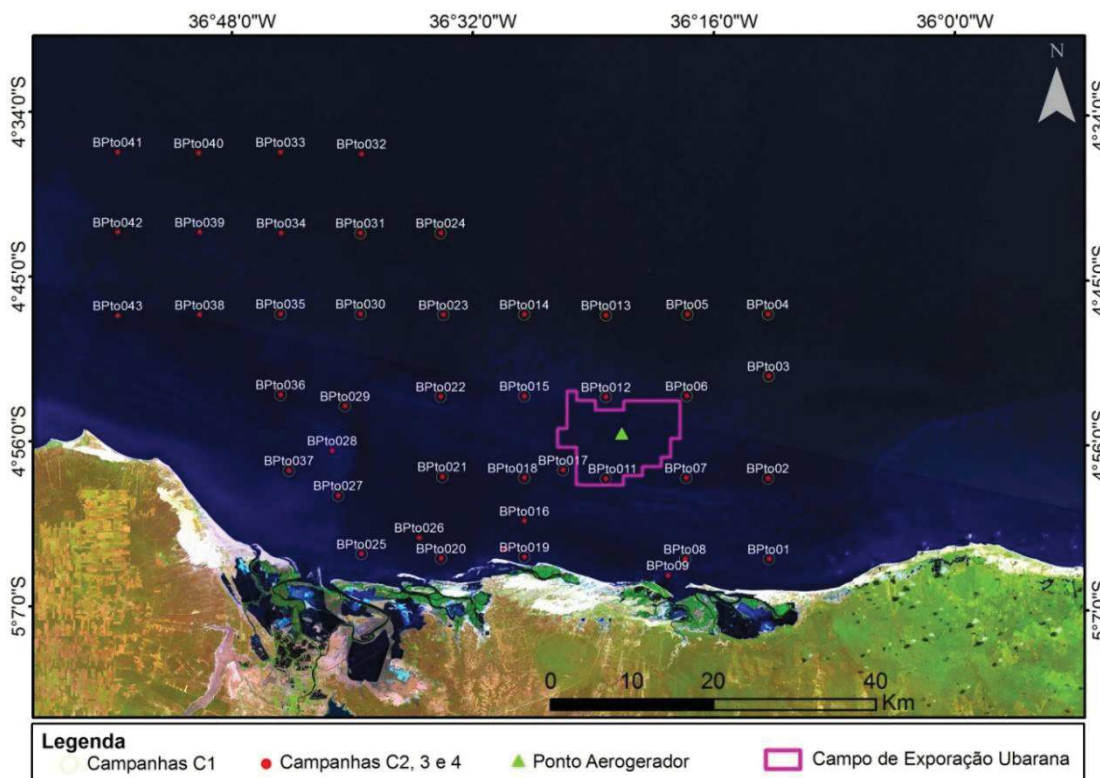


Figura V.1.5-1 - Mapa de localização das estações de amostragem dos parâmetros físicos e químicos da Baía Potiguar.

V.1.5.1 - Transparência da Coluna D'água

A transparência da água foi elevada variando sazonalmente, com valores medianos oscilando entre 10,0 m (C4-maio de 2004) e 5,0 m (C3-novembro de 2003). Nas estações situadas nos transectos costeiro e da plataforma interna a camada fótica alcançou toda a coluna de água, exceto na campanha 3. Na Figura V.1.5.1-1 verificou-se a distribuição horizontal da profundidade de disco de Secchi na malha amostral da Baía Potiguar em maio de 2004, com destaque, para a área adjacente ao projeto piloto para geração eólica offshore (PETROBRAS, 2006).

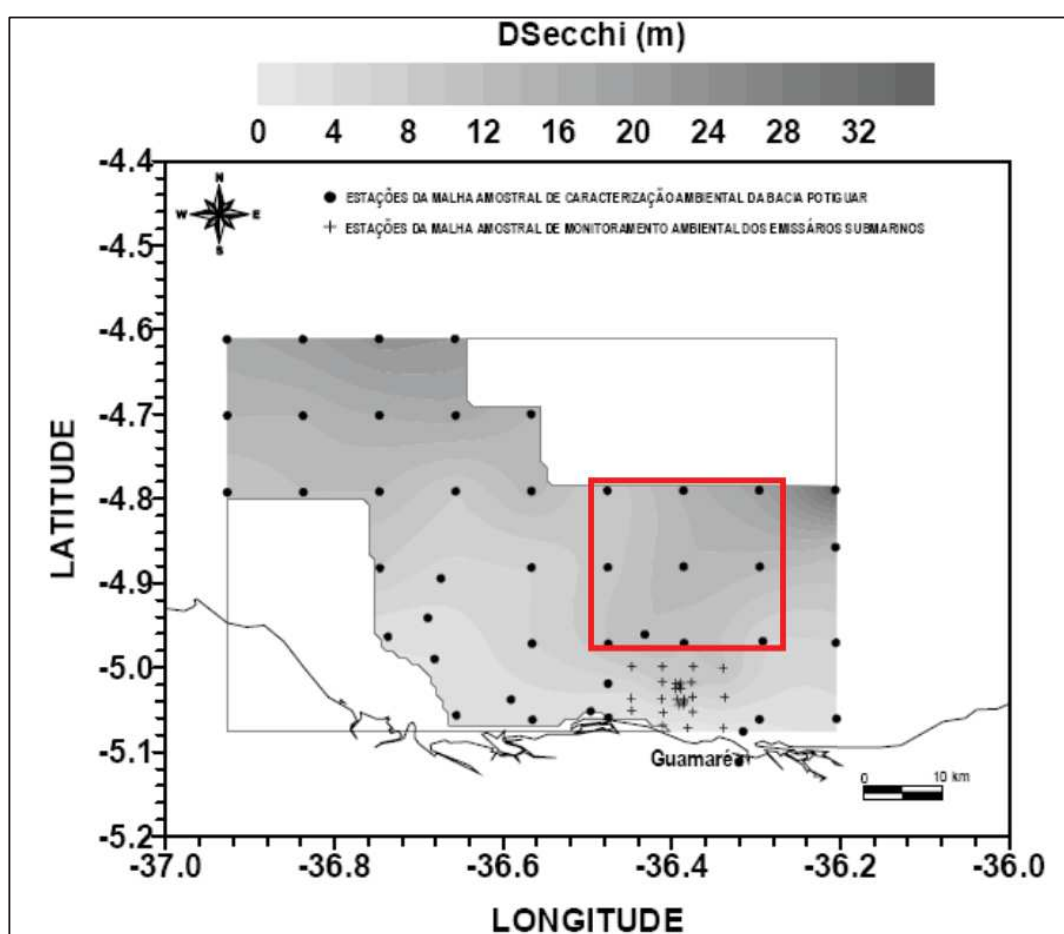


Figura V.1.5.1-1 - Mapa de transparência da profundidade de disco de Secchi na malha amostral da Baía Potiguar em maio de 2004.

Nos resultados obtidos pelo Relatório Anual das Atividades de Monitoramento Ambiental da Baía Potiguar (PETROBRAS, 2011), dos pontos de amostragem (Figura V.1.5.1-2) das campanhas realizadas entre outubro de 2009 (período seco) a abril-maio de 2010 (período chuvoso), os valores da transparência pelo

disco de secchi (valores em metros) apresentaram variações em relação as campanhas anteriores e em relação as duas campanhas sazonais.

Em outra campanha realizada em janeiro e julho de 2014, o comportamento da transparência da coluna d'água mostrou-se significativamente diferente em relação a 2009 e 2010.



Figura V.1.5.1-2 - Mapa de localização dos pontos de amostragem do projeto de monitoramento ambiental regional da Baía Potiguar, com destaque para o ponto MR22, localizado próximo do local de instalação do aerogerador, situado no contexto da área do Campo de Exploração de Ubarana.

Na campanha de 2009 os valores variaram de 1 e 17 m, enquanto na campanha de 2010 a variação foi de 1,8 e 13. Considerando a área de influência do projeto piloto para implantação da eólica offshore, verifica-se que o ponto MR22 (destacado nas Figuras V.1.5.1-3 e V.1.5.1-4), considerado o ponto mais próximo do projeto, os valores variaram em 5 m de uma campanha para outra. No período seco, a transparência da coluna d'água neste setor atingiu 9 m de profundidade secchi e no período úmido, em 2010, verificou-se uma redução significativa, alcançando aproximadamente 4 m de profundidade secchi.

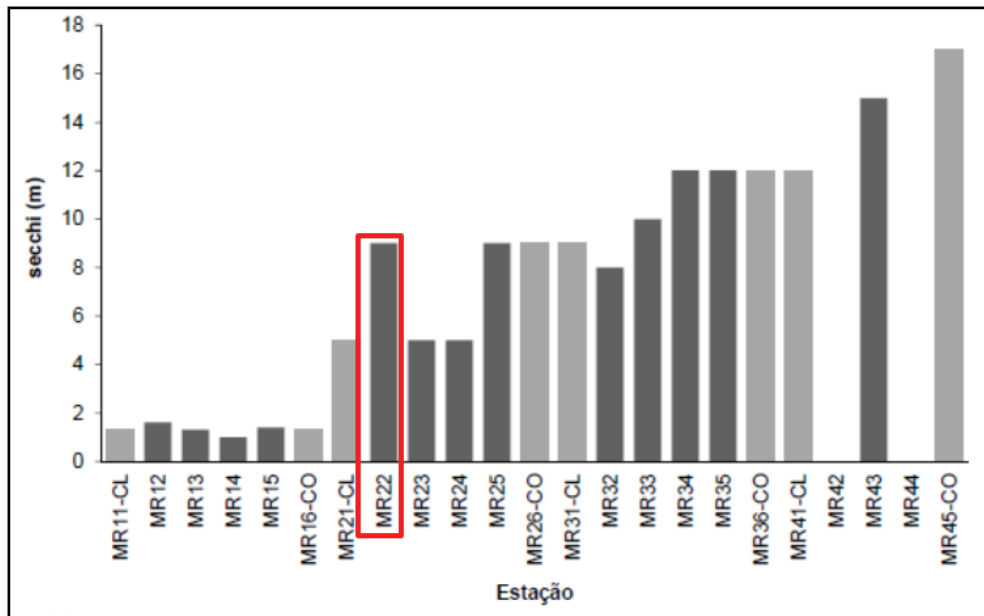


Figura V.1.5.1-3 – Valores da transparência da coluna d'água (secchi, em metros) da água nas estações de coleta das campanhas de monitoramento ambiental regional da Baía Potiguar em 2009 (outubro, período seco), destacando o ponto MR22 localizado próximo das mediações do projeto piloto para geração eólica offshore.

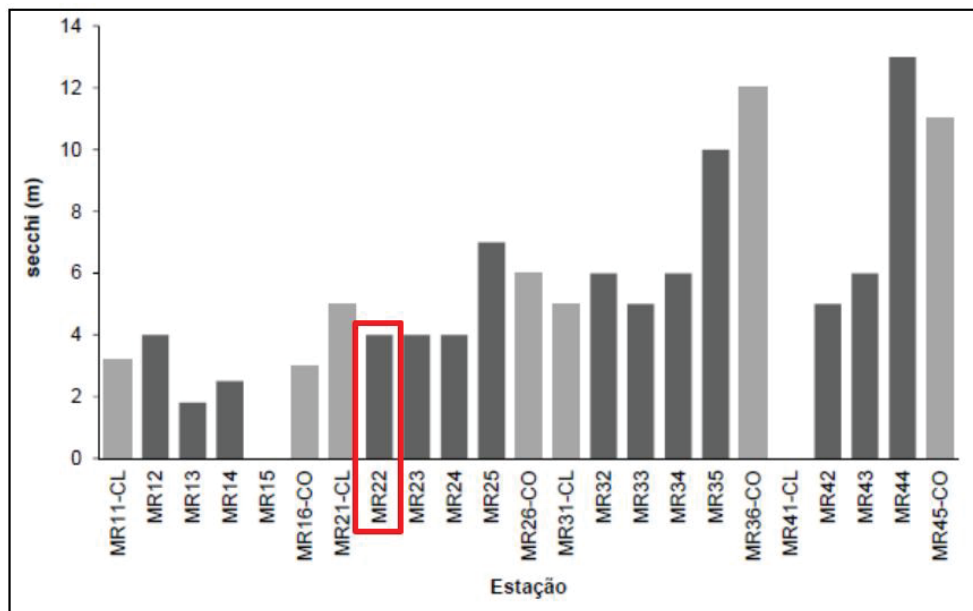


Figura V.1.5.1-4 - Valores da transparência da coluna d'água (secchi, em metros) da água nas estações de coleta das campanhas de monitoramento ambiental regional da Baía Potiguar em 2010 (abril-maio, período úmido), destacando o ponto MR22 localizado próximo das mediações do projeto piloto para geração eólica offshore.

Na campanha de 2014, de janeiro (início do período chuvoso, Figura V.1.5.1-5) e julho (início do período seco, Figura V.1.5.1-6), observa-se que há uma redução considerável nas coletas do período seco, com transparência da coluna d'água atingindo 5 m de profundidade secchi. Enquanto que no período chuvoso, a transparência mostrou-se um pouco abaixo em relação ao período anterior encontrado em 2010, atingindo 3 m de profundidade secchi.

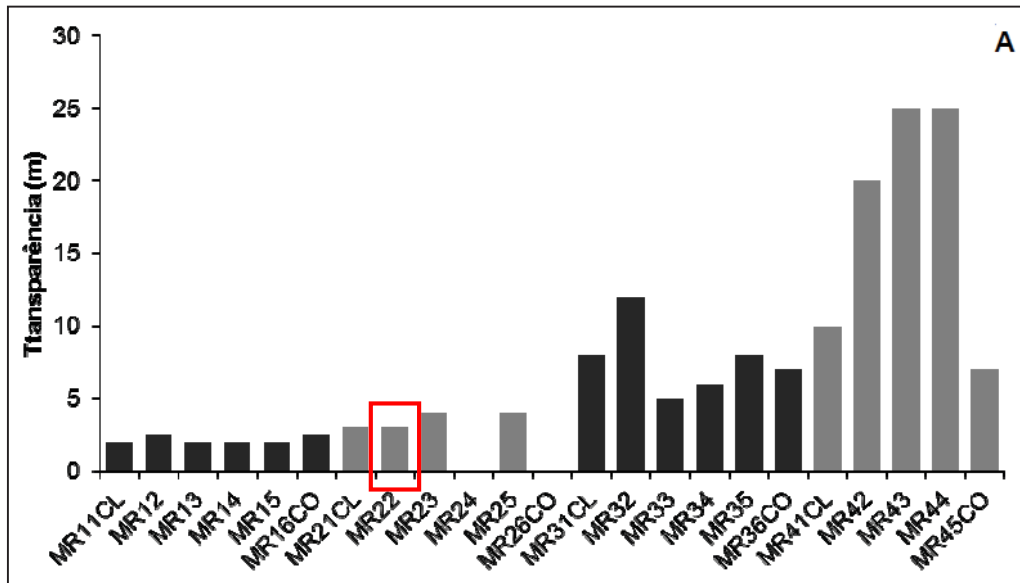


Figura V.1.5.1-5 - Valores da transparência (secchi, em metros) da água nas estações de coleta das campanhas de monitoramento ambiental regional da Baía Potiguar em 2014 (janeiro, início do período chuvoso), destacando o ponto MR22 localizado próximo das mediações do projeto piloto para geração eólica offshore.

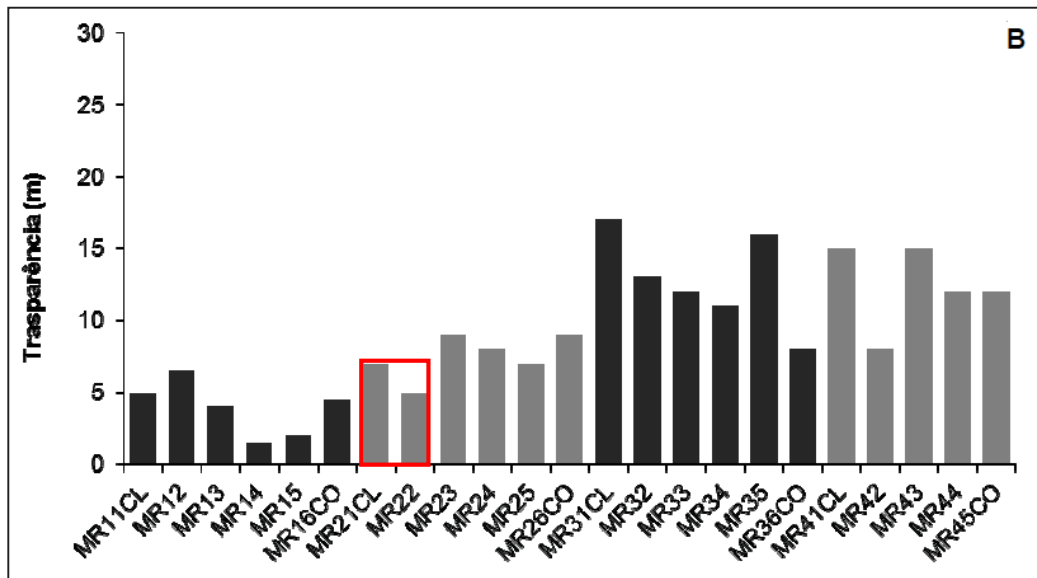


Figura V.1.5.1-6 - Valores da transparência (secchi, em metros) da água nas estações de coleta das campanhas de monitoramento ambiental regional da Baía Potiguar em 2014 (julho, início do período seco), destacando o ponto MR22 localizado próximo das medições do projeto piloto para geração eólica offshore.

V.1.5.2 - Nutrientes (Amônia, Nitrito, Nitrato, Fosfato) e Silicato

Considerando-se todas as amostras coletadas por grupos do compartimento oceânico, a região da Borda do Talude, entre as profundidades de 20-50 m, caracterizados pelas campanhas do C3, apontaram as maiores variações, por exemplo, no valor mediano de material particulado em suspensão (MPS) de 1,75 mg.L-1, sendo o valor máximo registrado de 23,28 mg.L-1. Nota-se que na região C2 (Plataforma Interna), onde estão localizados os pontos próximos ao projeto, a variação foi baixa.

Em ambas as malhas amostrais, o pH foi sempre alcalino, com valor mediano de 8,22. O pH acompanhou a mesma variação dos valores do oxigênio dissolvido, com valores medianos mais elevados na campanha 4. O valor mínimo de 7,77 foi registrado na estação do talude, na profundidade de 200 m durante a campanha 2, coincidindo com o mínimo de O.D. O valor máximo (8,63) foi registrado na borda do talude, durante a campanha 4.

Para a malha amostral de caracterização da Baía Potiguar, o estudo dos nutrientes inorgânicos dissolvidos apresentou valores medianos muito baixos, característicos de áreas oceânicas oligotróficas de nitrogênio amoniacal e nitrito-N (menores que $0,03 \mu\text{mol.L}^{-1}$); $0,5 \mu\text{mol.L}^{-1}$ de nitrato-N; $0,1 \mu\text{mol.L}^{-1}$ de fosfato-P; $8,5 \mu\text{mol.L}^{-1}$ de silicato-Si. O valor máximo de fosfato-P ($0,70 \mu\text{mol.L}^{-1}$) foi encontrado na BPot19, localizado na região costeira. Na malha de monitoramento dos emissários, a camada superficial apresentou os valores máximos de nitrogênio amoniacal ($0,41 \mu\text{mol.L}^{-1}$) e nitrato-N ($24,71 \mu\text{mol.L}^{-1}$), registrados na E17, o de nitrito-N ($0,77 \mu\text{mol.L}^{-1}$) na E25, de silicato-Si ($35,12 \mu\text{mol.L}^{-1}$) na E-1, o de MPS ($23,28 \text{mg.L}^{-1}$) na E16 (PETROBRAS, 2006).

A diferença entre as duas malhas foi significativa a um nível de 95% de confiança. As variações dos valores dos nutrientes dissolvidos entre as diferentes estações indicaram um efetivo processo de diluição, em consequência da dinâmica oceanográfica local, que mantém uma renovação constante das águas e processos de mistura (PETROBRAS, 2006).

A influência dos emissários na coluna d'água se refletiu nas concentrações mais elevadas de amônia-N (E17), do nitrito-N (E25), nitrato-N (E17), e MPS (E16). O silicato-Si também apresentou concentrações elevadas nos grupos 2 e 3, principalmente na 3ª campanha. A área apresentou uma grande capacidade de autodepuração, levando-se em consideração os elevados valores de oxigênio dissolvido e uma rápida diluição dos nutrientes (Tabela V.1.5.2-1).

Tabela V.1.5.2-1 - Estatística descritiva dos parâmetros químicos das amostras de água coletadas em todas de acordo com a compartimentação oceânica da área, com as médias dos parâmetros para área de estudo do projeto.

Campanha	Estatística	N.	O.D. ml.L ⁻¹	pH	Amônia	Nitrito	Nitrato μmol.L ⁻¹	Fosfato	Silicato	MPS mg.L ⁻¹
C1	Mínimo	79	4,64	7,93	<0,01	<0,01	0,03	<0,02	1,81	ND
	Máximo		5,67	8,33	0,21	0,34	19,12	1,44	14,33	6,40
	Mediana		5,08	8,24	0,01	<0,01	0,20	0,12	5,44	0,55
C2	Mínimo	124	1,72	7,77	<0,01	<0,01	0,05	0,03	1,27	ND
	Máximo		5,34	8,27	0,41	0,31	24,35	1,82	30,02	11,13
	Mediana		4,65	8,17	0,01	<0,01	0,48	0,11	7,06	0,73
C3	Mínimo	125	3,24	7,89	<0,01	<0,01	0,03	<0,02	3,40	ND
	Máximo		5,64	8,28	0,10	0,77	28,59	1,67	35,02	23,28
	Mediana		4,53	8,07	0,02	<0,01	0,51	0,05	11,29	1,75
C4	Mínimo	131	4,55	7,94	<0,01	<0,01	0,14	<0,02	4,40	0,05
	Máximo		6,35	8,63	0,34	1,19	30,27	2,15	32,97	13,00
	Mediana		5,29	8,34	0,02	<0,01	0,77	0,08	9,88	0,80

V.1.5.3 - Oxigênio Dissolvido (OD)

As concentrações de OD se mantiveram elevadas em toda a camada superficial, com valor mediano de 5,05 mL.L-1, sendo que na região do talude foi registrado o valor mínimo de 1,72 mL.L-1 (durante a 2ª campanha, na profundidade de 200 m). O valor máximo registrado foi de 6,35 mL.L-1 na estação E2, na superfície (1 m), durante a 4ª Campanha (Petrobras, 2006) (Figura V.1.5.3-1).

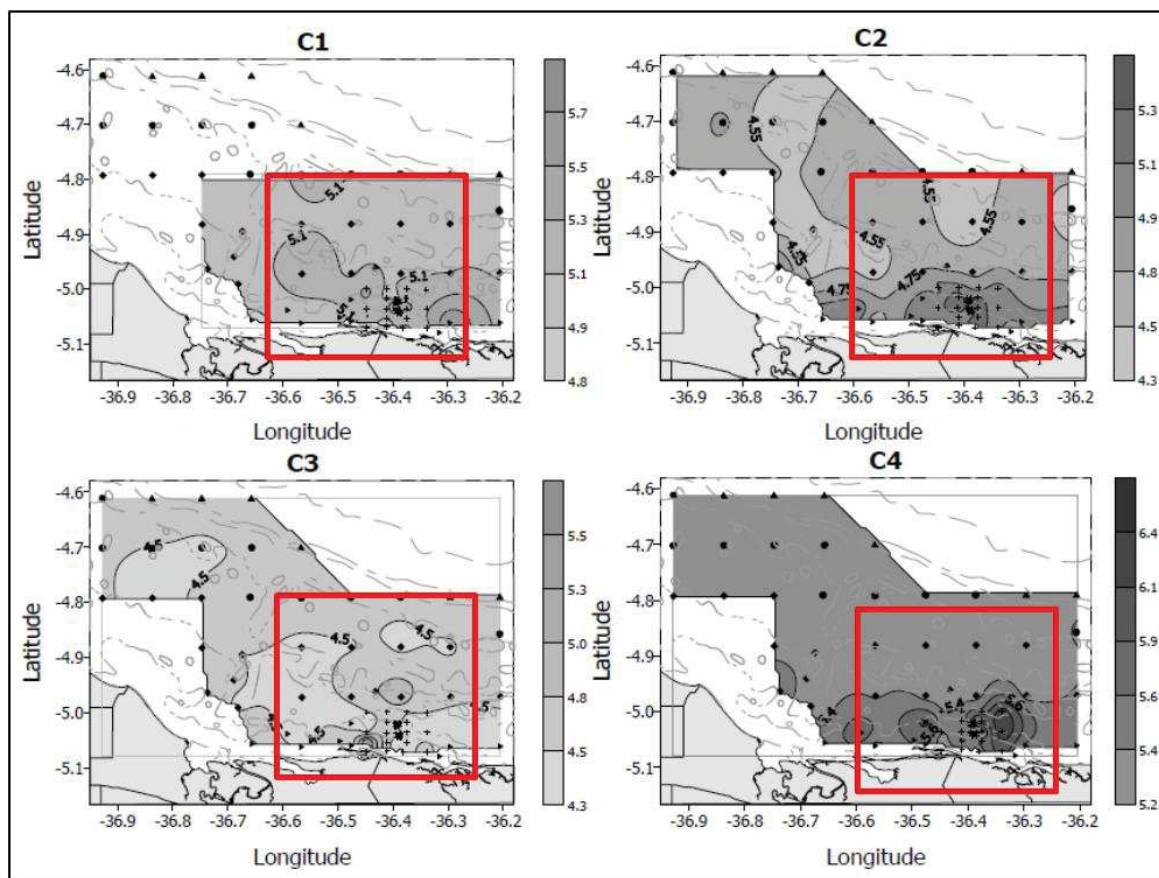


Figura V.1.5.3-1 - Variação espacial e temporal do oxigênio dissolvido (mL.L-1) na Baía Potiguar, em amostras de água coletadas na superfície, em julho de 2002 (C1), maio de 2003 (C2), novembro de 2003 (C3) e maio de 2004 (C4), com destaque para a Plataforma Interna (quadro vermelho), que caracteriza as campanhas próximas à área de estudo do projeto piloto para geração eólica offshore.

Fonte: PETROBRAS, 2006

Exceto na 3ª campanha, as maiores concentrações de OD foram registradas na área costeira. A 3ª campanha apresentou as menores concentrações de OD com uma mediana de 4,53 mL.L-1, coincidindo com o aumento do material particulado em suspensão.

Quando comparados os valores de OD das amostras coletadas na superfície, entre as duas malhas amostrais, observa-se valores significativamente mais elevados na malha de monitoramento. Diferenças significativas também ocorreram entre a área costeira e os outros transectos, e entre a plataforma interna e o talude continental.

Nas campanhas de 2009 (outubro, período seco) e 2010 (abril-maio, período chuvoso) (Figuras V.1.5.3-2 e V.1.5.3-3), a variação dos valores de oxigênio dissolvido, em mg/l, não foram significativas. A diferença foi de aproximadamente 0,3 mg/l, sendo no período seco o valor obtido foi de 6,2 mg/l e no período chuvoso foi de 6,5 mg/l (PETROBRAS, 2011).

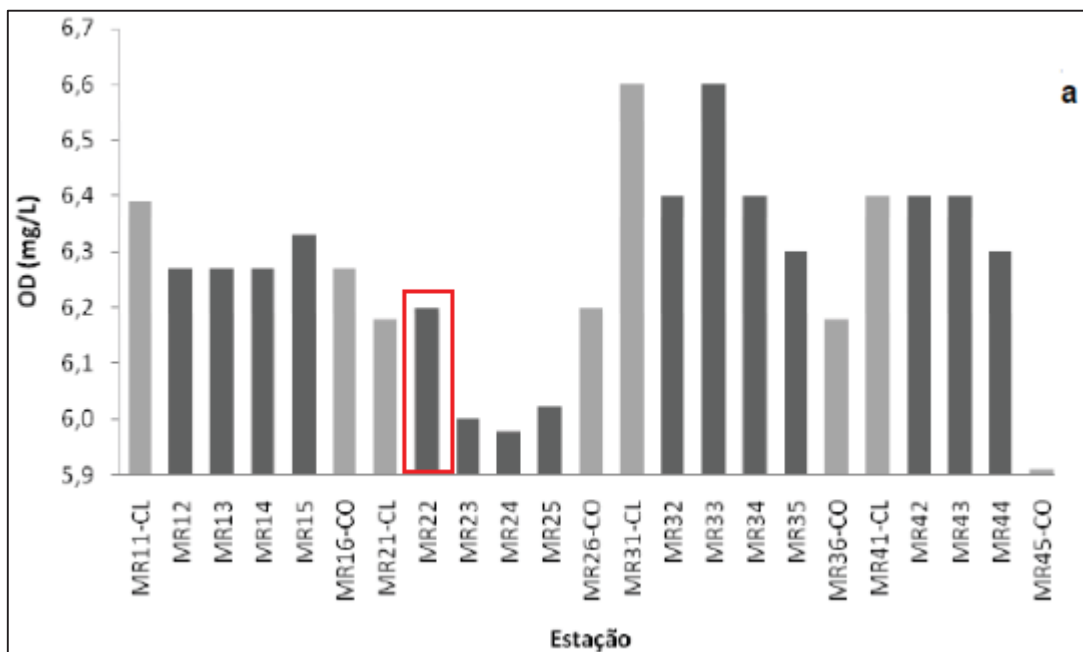


Figura V.1.5.3-2 - Variação dos valores de oxigênio dissolvido (mg/L) obtidos nas estações de coleta das campanhas de monitoramento ambiental regional da Baía Potiguar em 2009 (outubro, período seco), destacando o ponto MR22 localizado próximo das mediações do projeto

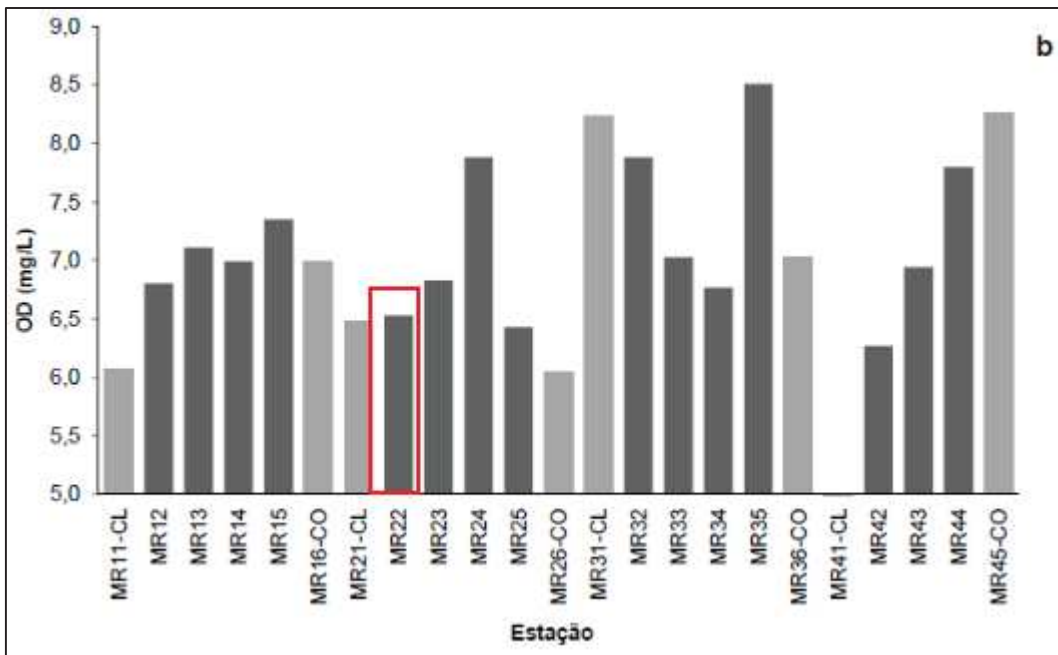


Figura V.1.5.3-3 - Variação dos valores de oxigênio dissolvido (mg/L) obtidos nas estações de coleta das campanhas de monitoramento ambiental regional da Baía Potiguar em 2010 (maio-abril, período chuvoso), destacando o ponto MR22 localizado próximo das mediações do projeto.

Com relação às campanhas de 2014 (Figuras V.1.5.3-4 e V.1.5.3-5), caracterizados pelos meses de janeiro e junho, os valores durante o início do período chuvoso foram um pouco inferiores em relação ao período chuvoso das campanhas de 2009, atingindo 5,5 mg/l. Do mesmo modo ocorreu para o início do período seco em relação aos valores apresentados no mesmo período em 2009, com 5,8 mg/l. Significando assim, que as características sazonais possuem uma gradual influência nos parâmetros de oxigênio dissolvido na região da plataforma interna.

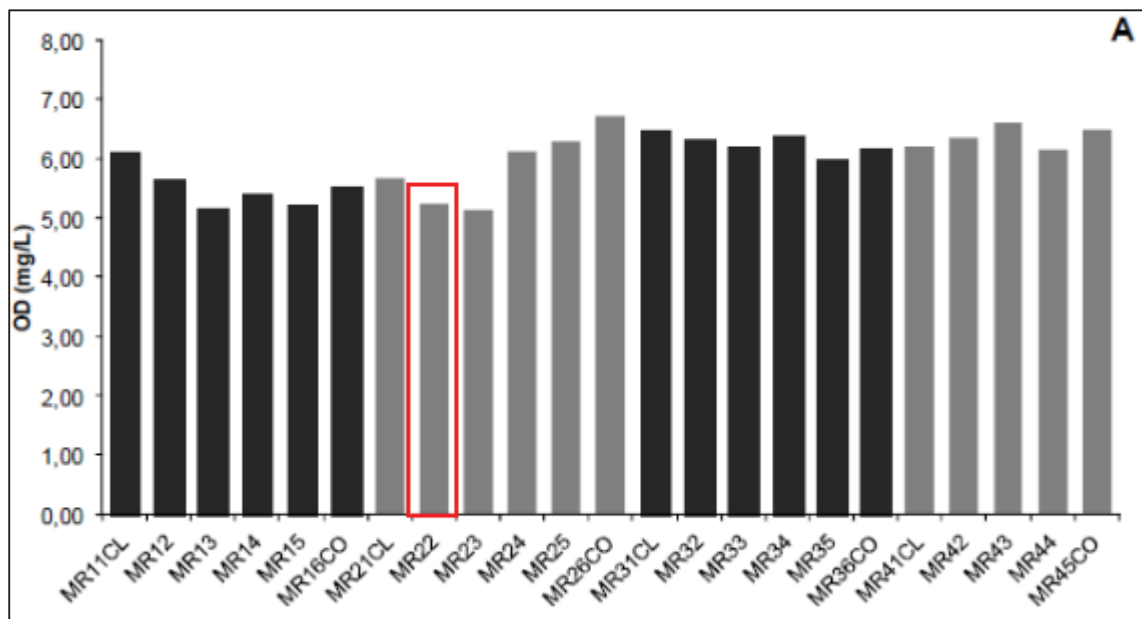


Figura V.1.5.3-4 - Variação dos valores de oxigênio dissolvido (mg/L) obtidos nas estações de coleta das campanhas de monitoramento ambiental regional da Baía Potiguar em 2014 (janeiro), destacando o ponto MR22 localizado próximo das mediações do projeto.

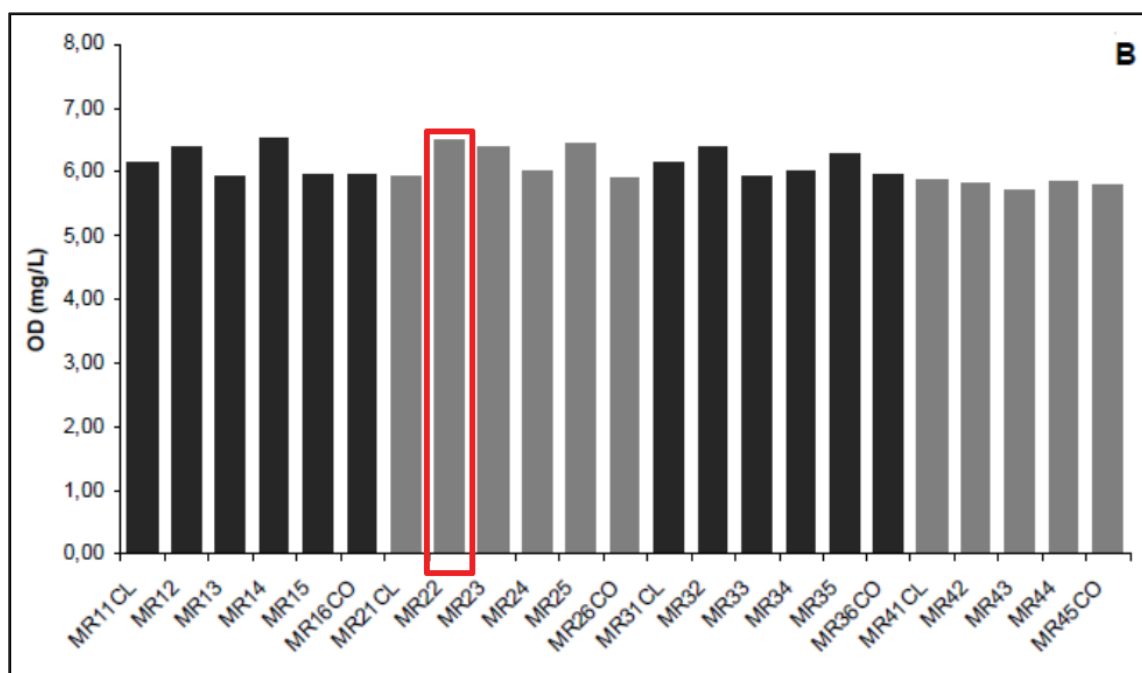


Figura V.1.5.3-5 - Variação dos valores de oxigênio dissolvido (mg/L) obtidos nas estações de coleta das campanhas de monitoramento ambiental regional da Baía Potiguar em 2014 (junho), destacando o ponto MR22 localizado próximo das mediações do projeto.

V.1.5.4 - Material Particulado em Suspensão (MPS)

O material particulado em suspensão (MPS), apresentou uma variação sazonal definida, com concentrações mais elevadas na 3ª campanha, onde se observa também, um nítido gradiente costa-oceano com concentrações de MPS mais elevadas próximas à costa, como indica a Figura V.1.5.4-1 (PETROBRAS,2006).

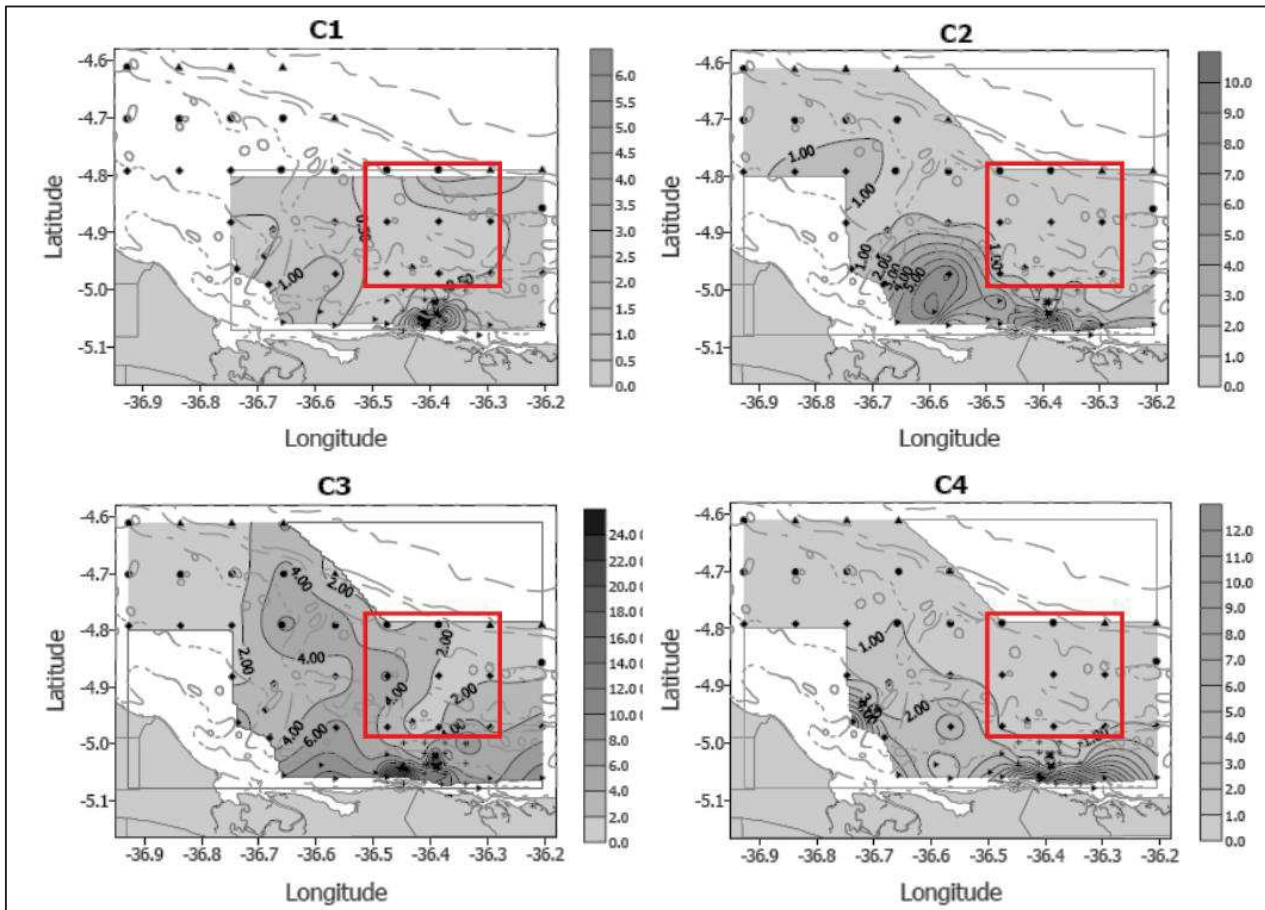


Figura V.1.5.4-1 - Distribuição espacial e temporal do material particulado em suspensão (mg.L-1) na Baía Potiguar, em amostras de água coletadas na superfície, em julho de 2002 (C1), maio de 2003 (C2), novembro de 2003 (C3) e maio de 2004 (C4), com destaque para a Plataforma Interna (quadro vermelho), que caracteriza as campanhas próximas à área de estudo do projeto.

Fonte: PETROBRAS, 2006

O valor máximo de MPS registrado na malha amostral de caracterização foi de 20,24 mg.L-1, na área costeira, que também apresentou a mediana mais elevada entre os transectos (Figura V.1.5.4-2). A diferença entre a área costeira e os outros transectos foi significativa ($\geq 95\%$), assim como os valores registrados no talude (concentrações mais baixas) em relação à borda do talude e plataforma interna.

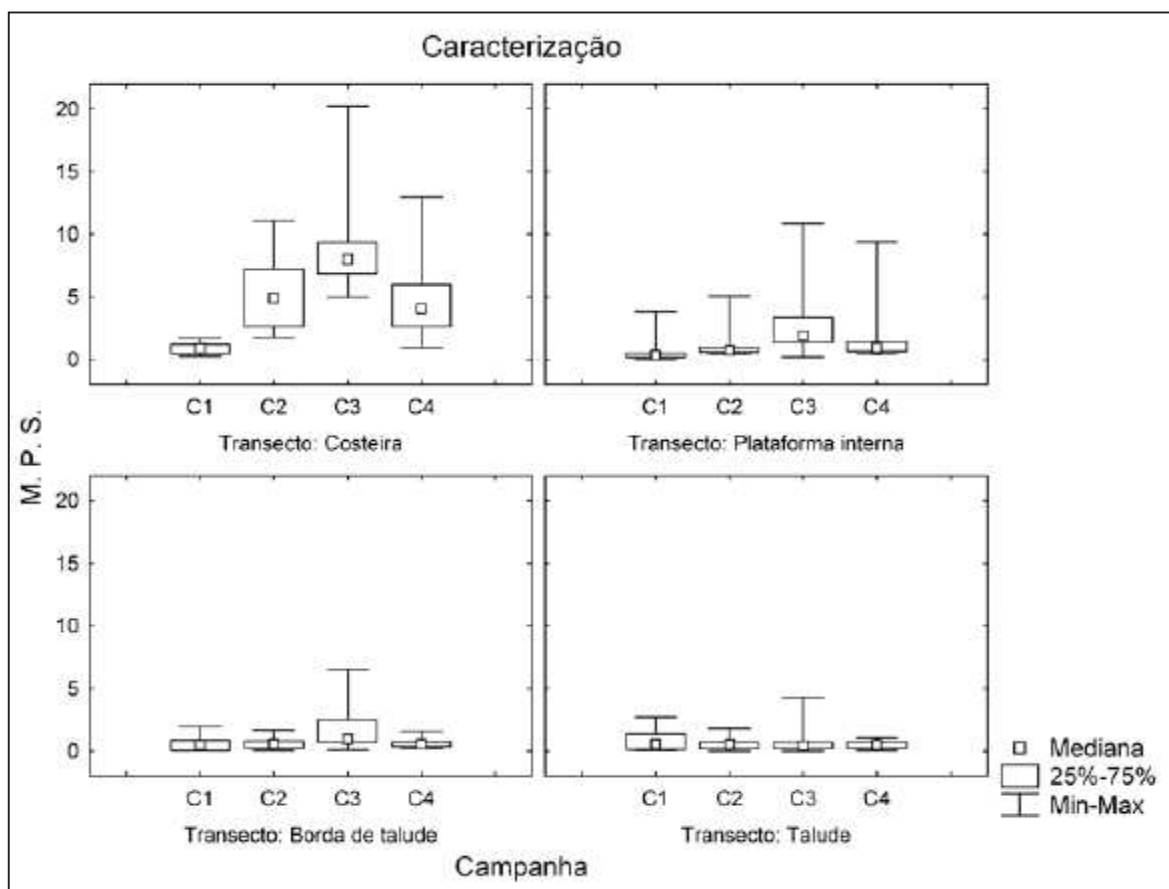


Figura V.1.5.4 -2 - Medianas, mínimos e máximos do material particulado em suspensão, em amostras de água coletadas em diferentes profundidades da compartimentação oceânica, nas estações de caracterização ambiental da Baía Potiguar, em julho de 2002 (C1), maio de 2003 (C2), novembro de 2003 (C3) e maio de 2004 (C4), destacando os valores do transecto: Plataforma interna onde encontra-se a área de estudo do projeto.

Fonte: PETROBRAS, 2006

As Figuras V.1.5.4-3 e V.1.5.4-4 apresentam as imagens AQUA-MODIS para o sedimento em suspensão e transparência da água nos dias 22/05/2005 e 29/05/2005, respectivamente. Na interpretação visual, notam-se as mesmas características das feições realçadas pelas imagens para as duas datas, mostrando pouca alteração do ambiente nesse período. Os valores mais elevados de sedimentos em suspensão ocorrem em faixas com no máximo 8 km de largura paralela a linha de costa.

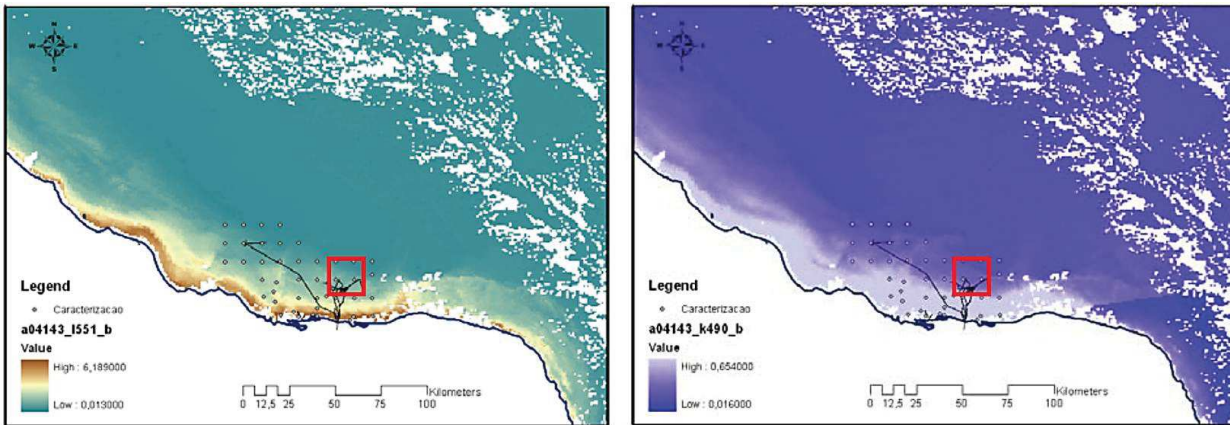


Figura V.1.5.4 - 3 - Imagens de sedimento em suspensão (mapa à esquerda) e transparência da água (mapa à direita) no dia 22/05/2005. A distribuição dos dutos offshore e os pontos de amostragem da campanha de caracterização e monitoramento da Baía Potiguar, próximos à área de estudo do projeto.

Fonte: PETROBRAS, 2006

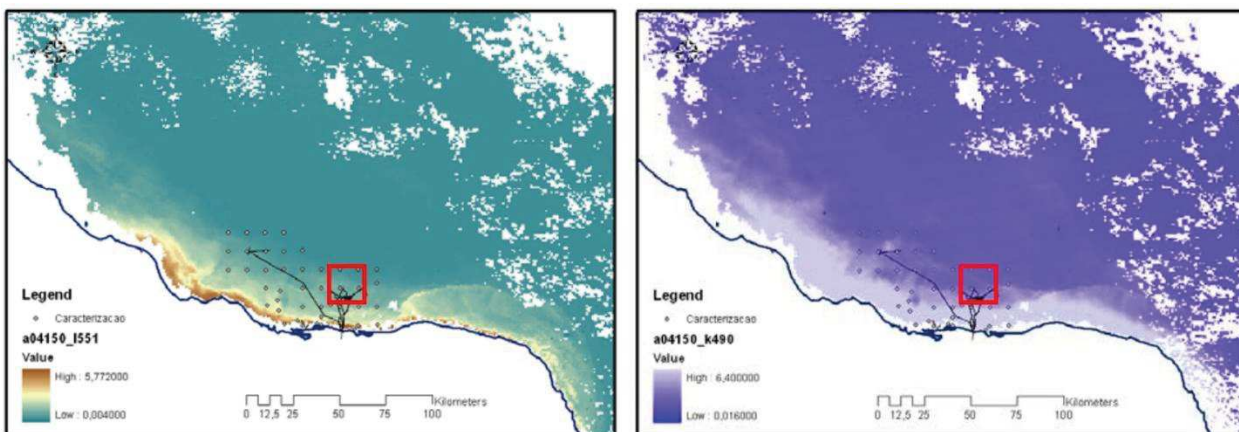


Figura V.1.5.4-4 - Imagens de sedimento em suspensão (mapa à esquerda) e transparência da água (mapa à direita) no dia 22/05/2005 no dia 29/05/2005. A distribuição dos dutos offshore e os pontos de amostragem da campanha de caracterização e monitoramento da Baía Potiguar, próximos à área de estudo do projeto.

Fonte: PETROBRAS, 2006

A partir das desembocaduras dos principais rios, a faixa de sedimentos em suspensão amplia-se progressivamente para oeste, acompanhando a corrente de deriva litorânea. Destaca-se ainda uma estreita faixa de sedimentos em suspensão a leste da área da malha amostral, antes do alto de São Bento do Norte, que denota uma sutil contribuição de sedimentos provenientes dessa região (Alto de Touros) sendo transportada para oeste pelas correntes procedentes de leste. No entanto, a

imagem de 22/05/2005 mostra que grande parte do sedimento fica retida na área de São Bento do Norte.

Outro aspecto fundamental é o fato de que essas imagens, em acordo com aquelas de transparência da água, favorecem a descrição de algumas das principais formas de fundo da plataforma continental, tais como: a forma dos *canyons* submersos dos rios Açu e Apodi, alguns alinhamentos de *beachrocks* e recifes, e a faixa que delinea a quebra da plataforma em toda a extensão da área abrangida pela imagem.

Quando se analisa os resultados das campanhas de 2009 a 2010 (Figuras V.1.5.4-5 e V.1.5.4-6), verifica-se que na estação MR22 (destacado em vermelho nas figuras), ponto mais próximo da área de instalação do projeto, os valores apresentaram variações entre as campanhas. No período seco (Figura V.1.5.4-5), os valores de MPS atingiram nesta estação, 15 mg/l, e, para o período chuvoso (Figura V.1.5.4-6), os valores de MPS apresentaram um aumento de 5,5 mg/l, atingindo o máximo de 20,5 mg/l, sugerindo que durante a estação chuvosa o aumento da concentração de MPS na região da plataforma interna, recebe maior contribuição do material originário do aporte sedimentar continental por meio dos rios que deságuam na zona costeira, transferindo assim, para a plataforma continental interna.

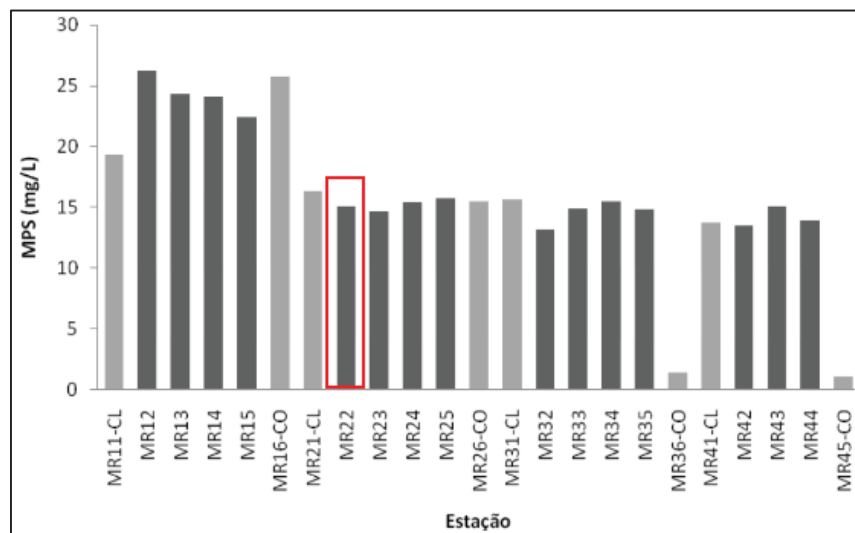


Figura V.1.5.4 5 - Variações dos valores de MPS (mg/L) nas estações de coleta das campanhas de monitoramento ambiental regional da Baía Potiguar em 2010 (outubro, período seco), destacando o ponto MR22 localizado próximo das mediações do projeto.

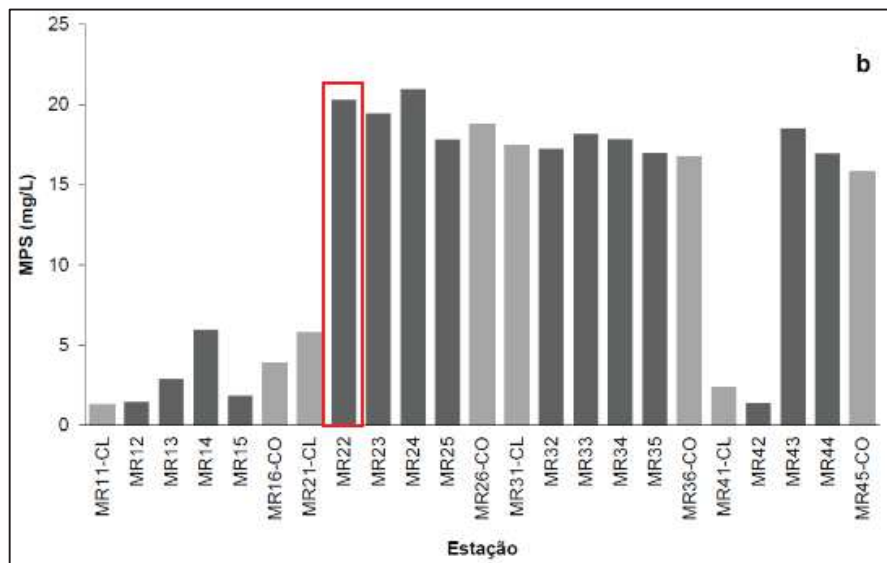


Figura V.1.5.4-6 - Variações dos valores de MPS dos valores de MPS (mg/L) nas estações de coleta das campanhas de monitoramento ambiental regional da Baía Potiguar em 2010 (maio-abril, período chuvoso), destacando o ponto MR22 localizado próximo das mediações do projeto.

O mesmo ocorreu para as campanhas realizadas em 2014 (Figuras V.1.5.4-7 e V.1.5.4-8), contudo, percebe-se uma grande concentração de MPS nas medições do mês de janeiro, para o MR22, com 23,5 mg/l. Em contrapartida, em junho (caracterizado pelo início do período seco), as concentrações de MPS foram extremamente reduzidas. Sobretudo, quando se compara às medições ocorridas no período seco da campanha anterior (2009), os valores atingiram apenas 5,5 mg/l, sugerindo baixa contribuição devido ao baixo aporte do transporte sedimentar na plataforma continental interna nesse período do ano.

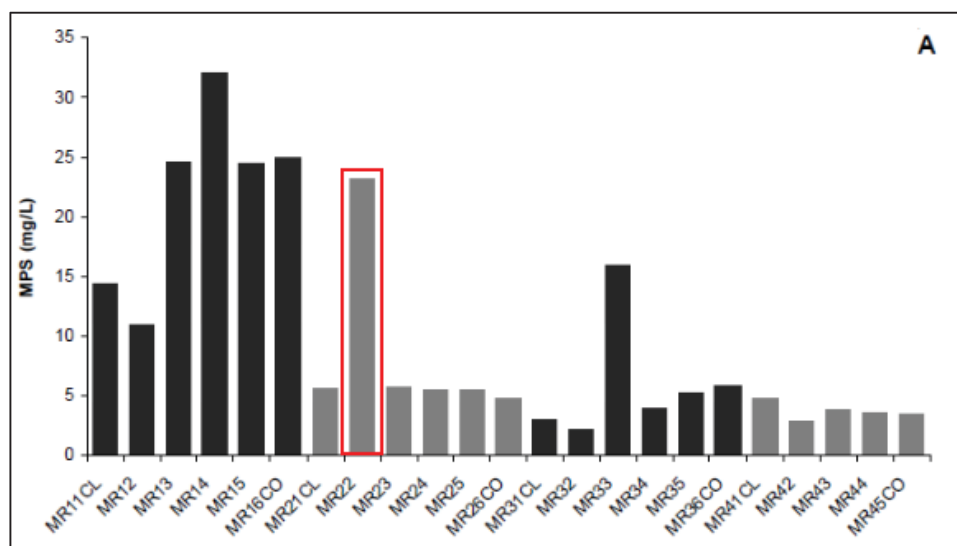


Figura V.1.5.4-7 - Variações dos valores de MPS dos valores de MPS (mg/L) obtidos nas estações de coleta das campanhas de monitoramento ambiental regional da Baía Potiguar em 2014 (janeiro), destacando o ponto MR22 localizado próximo das mediações do projeto piloto.

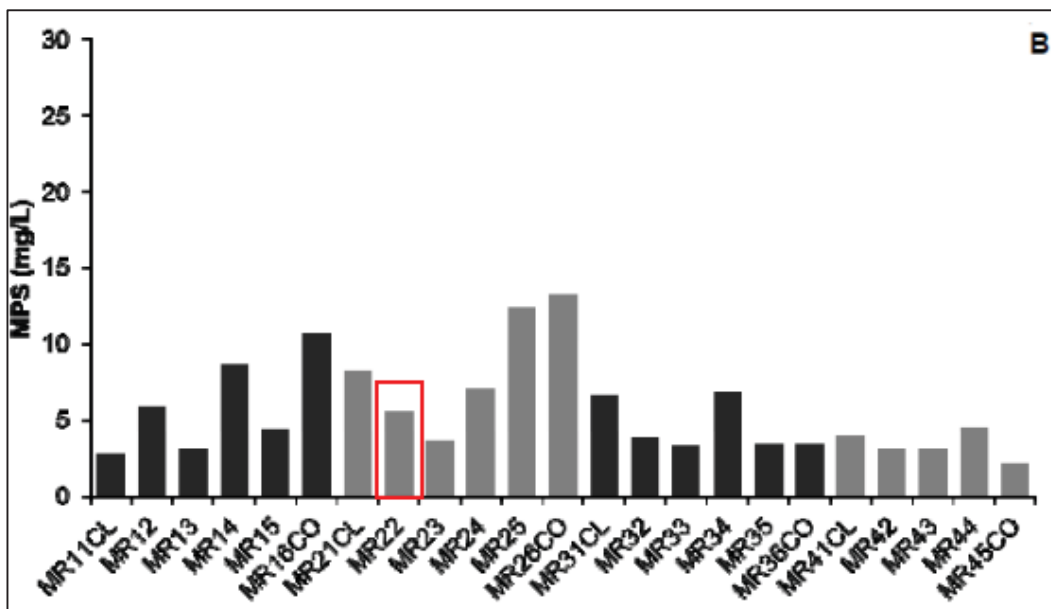


Figura V.1.5.4-8 - Variações dos valores de MPS valores de MPS (mg/L) obtidos nas estações de coleta das campanhas de monitoramento ambiental regional da Baía Potiguar em 2014 (junho), destacando o ponto MR22 localizado próximo das mediações do projeto.

V.1.5.5 - Produtividade Primária (*Clorofila a*)

O ambiente marinho é extremamente sensível à inserção de material alóctone e às mudanças drásticas na conformação geoquímica e físico-química da água, pois afetam sobremaneira a biota planctônica, que é a base de toda a cadeia alimentar nesse nicho. Níveis de *clorofila-a* constituem importantes bioindicadores das superpopulações de algas e os processos de eutrofização em regiões tropicais. O monitoramento das concentrações de *clorofila-a*, da temperatura da superfície do mar e das atividades bióticas de produtividade primária, são importantes conhecimentos para a gestão dos recursos hídricos oceânicos, das modificações populacionais e dos serviços atrelados a esses ambientes (Behrenfeld e Falkowski, 1997; Ogashawara, et al., 2014).

O sensoriamento remoto orbital tem sido utilizado como ferramenta vantajosa na melhoria do conhecimento sobre os aspectos hidrodinâmicos e oceanográficos. Especialmente o sensor AQUA-MODIS, capaz de obter imagens da fluorescência de clorofila oceânica, TSM, entre outros elementos, com revisita diária em todo o globo (Lindsey e Herring, 2002). Na porção norte da plataforma continental do Estado do Rio Grande do Norte, região offshore da Baía Potiguar, alguns trabalhos com o uso desta ferramenta vêm sendo usada para estimar tais parâmetros oceânicos.

Durante a 4ª campanha de caracterização e monitoramento ambiental da Baía Potiguar, realizada em maio de 2004, foram obtidas imagens do sensor MODIS (*Moderate-Resolution Imaging Spectroradiometer*) para os campos de concentração de *clorofila-a*, além de temperatura da superfície do mar (TSM) já apresentado anteriormente no subitem Oceanografia.

A interpretação visual de um conjunto de imagens do AQUA-MODIS favoreceu a identificação de manchas superficiais referentes à clorofila-a e MPS na plataforma continental e áreas oceânicas do litoral setentrional do RN, no contexto offshore da Baía Potiguar.

Quanto às medidas de *clorofila-a*, de acordo com as campanhas de 2005, faixas com largura média de 15 km a partir da linha de costa apresentam valores relativamente mais elevados, com o decréscimo para as áreas oceânicas mais profundas. Nota-se claramente nas imagens que os maiores valores de *clorofila-a* (> 0,3 mg.m⁻³) ocorrem sobre a plataforma continental (Figuras V.1.5.5-1 a V.1.5.5-

3). Contudo, foi descrita uma pluma semicircular de ressurgência na quebra da plataforma, com diâmetro em torno de 40 km, persistente no período abrangido pelas imagens (18/05 a 03/06/2005).

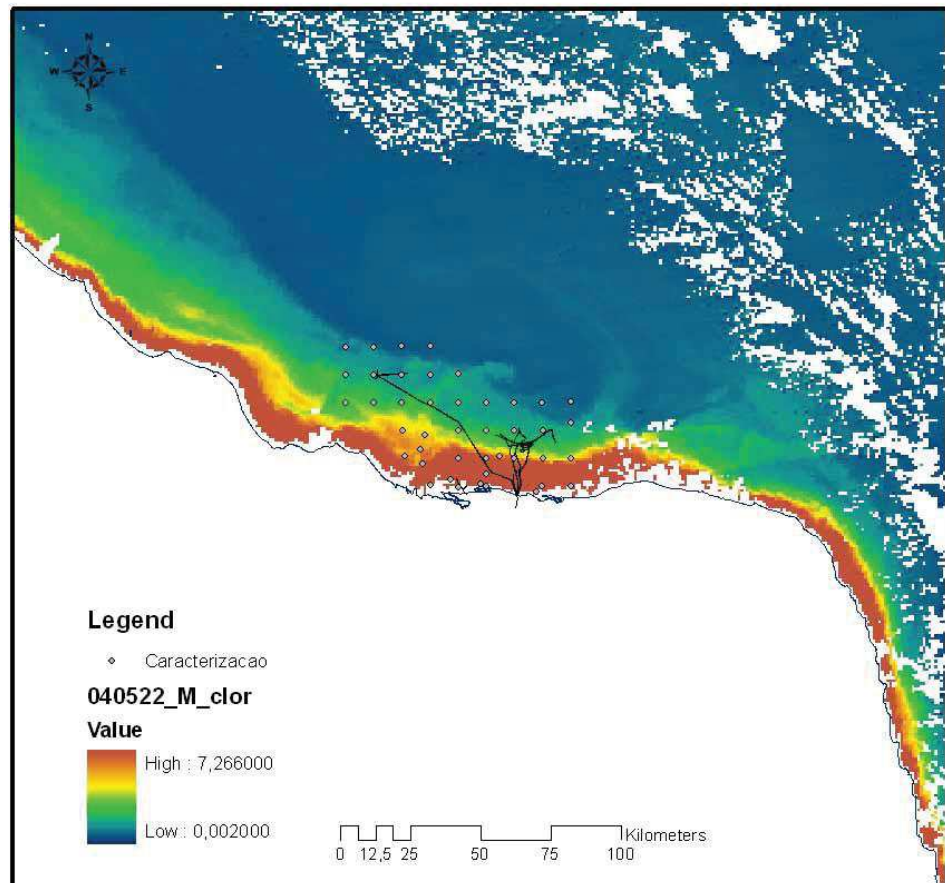


Figura V.1.5.5-1 - Imagem da concentração de Clorofila-a na Superfície do Mar do sensor AQUA-MODIS referente ao dia 18/05/2005. A distribuição dos dutos offshore e os pontos de amostragem da campanha de caracterização e monitoramento da Baía Potiguar estão representados

Fonte: PETROBRAS, 2006

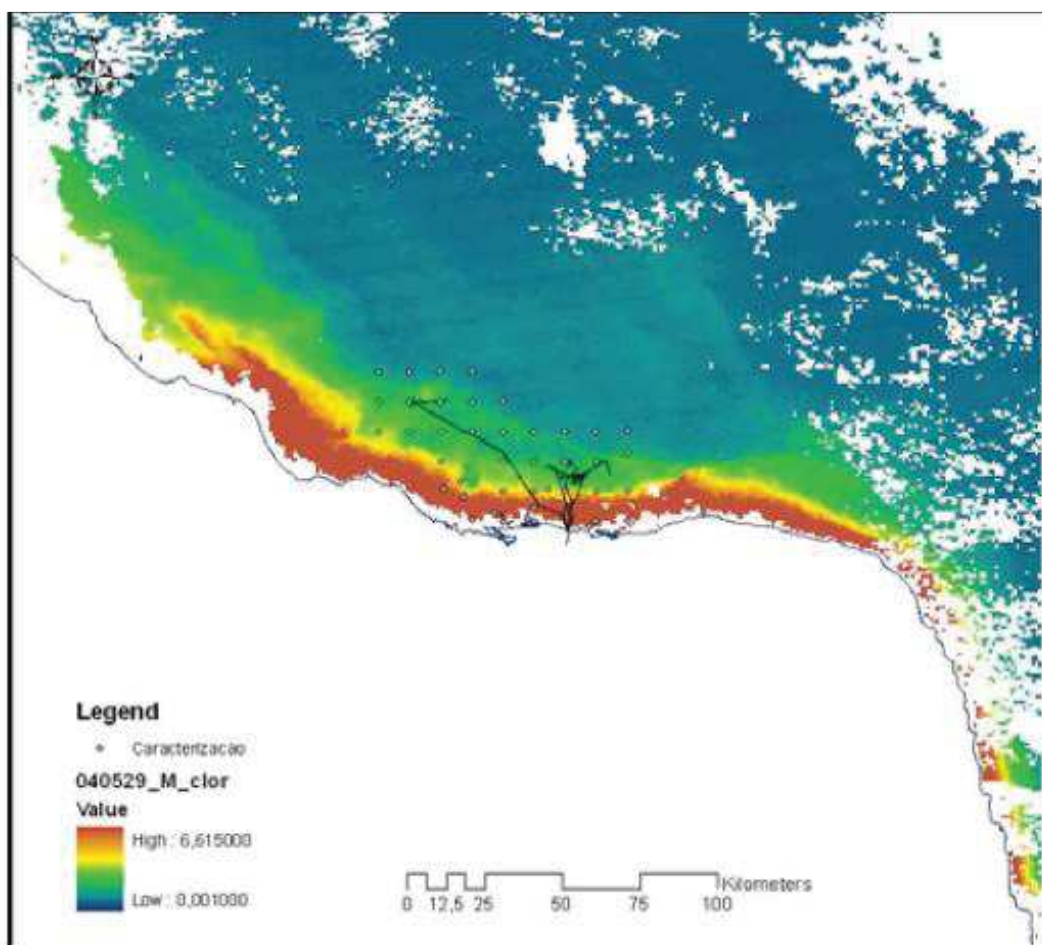


Figura V.1.5.5-2 - Imagem da concentração de Clorofila-a na Superfície do Mar do sensor AQUA-MODIS referente ao dia 22/05/2004. A distribuição dos dutos offshore e os pontos de amostragem da campanha de caracterização e monitoramento da Baía Potiguar estão representados.

Fonte: PETROBRAS, 2006

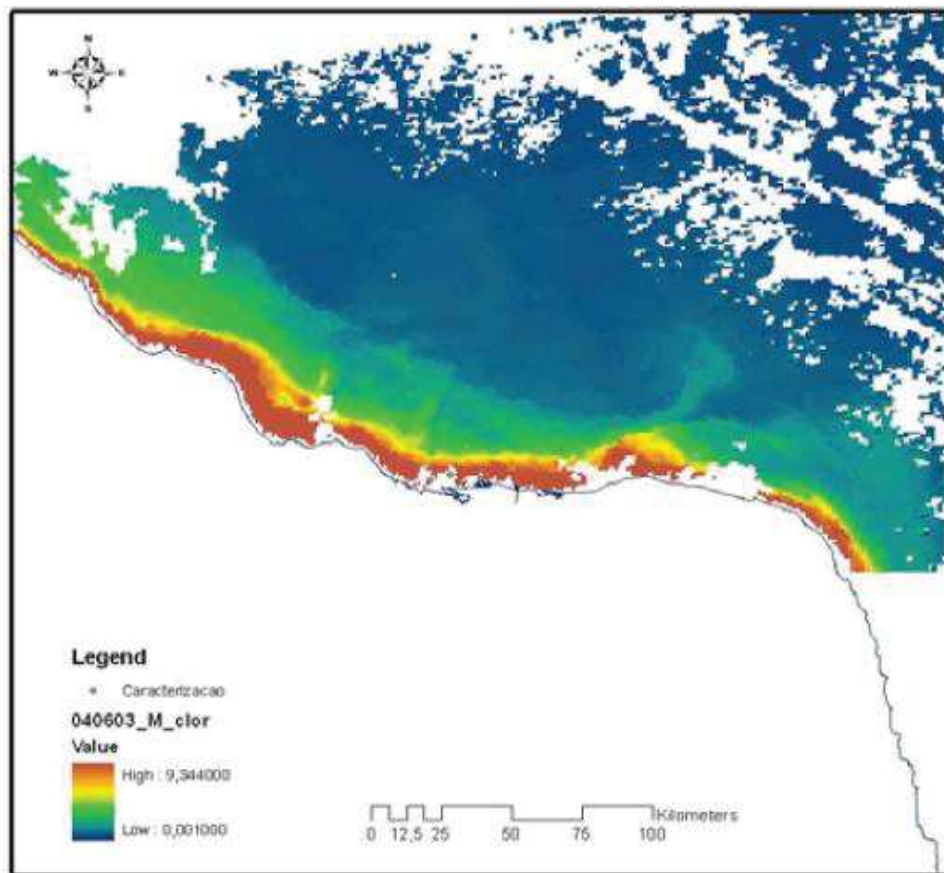


Figura V.1.5.5-3 - Imagem da concentração de Clorofila-a na Superfície do Mar do sensor AQUA-MODIS referente ao dia 29/05/2004. A distribuição dos dutos offshore e os pontos de amostragem da campanha de caracterização e monitoramento da Baía Potiguar estão representados.

Fonte: PETROBRAS, 2006

Os valores máximos da ordem de $6,5 \text{ mg.m}^{-3}$ ocorrem nas imediações das desembocaduras dos estuários dos rios Açu e Apodi. No trecho sobre a região do *canyon* submerso do Rio Açu nota-se uma pluma mais turbulenta e com maior complexidade na distribuição dos valores de *clorofila-a*. No trecho do *canyon* submerso do Rio Apodi ocorre uma expansão de quase 10 km da faixa com concentrações de *clorofila-a* (em torno de $1,0 \text{ mg.m}^{-3}$) apenas no lado oeste do *canyon*. Esta distribuição dos valores de *clorofila-a* está relacionada ao deslocamento hidrodinâmico em relação à morfologia da plataforma continental, seguindo provavelmente a batimetria local quanto à camada fótica.

Um fato relevante na imagem para a *clorofila-a* de 18/05 a 03/06/2005 é a marcante distribuição das concentrações em relação a pontos importantes da morfologia desta porção da plataforma continental do RN. A área de São Bento do

Norte, em que a plataforma é estruturalmente mais elevada, apresenta concentrações superiores a 2,0 mg.m⁻³ (cores vermelho e amarelo), em nítido contraste com os valores inferiores a 0,5 mg.m⁻³ (cores esverdeadas) a oeste onde a plataforma é mais profunda, o que delimita o flanco oeste do alto estrutural (Sistema de Falhas de Carnaubais).

As concentrações de *clorofila-a* inferiores a 0,2 mg.m⁻³ (cores azuladas) a partir da isóbata de 30 m para as águas mais profundas e oligotróficas, definem claramente o lineamento que marca a quebra da plataforma continental. Neste trecho, próximo à porção central da imagem, é delineada uma pluma em espiral de concentrações de *clorofila-a* em torno de 0,25 mg.m⁻³. Esta feição pode ser correlacionada nesse mesmo local às plumas em arco de TSM, com relativamente mais baixos valores, apontando uma aparência semelhante a uma ressurgência de quebra de plataforma continental.

Nas concentrações de *clorofila-a* das campanhas de outubro de 2009, durante o período seco, e maio de 2010, período chuvoso (PETROBRAS, 2011), os valores são sempre maiores na região da zona da plataforma interna, onde encontra-se localizado a área do projeto (Figura V.1.5.5-4).

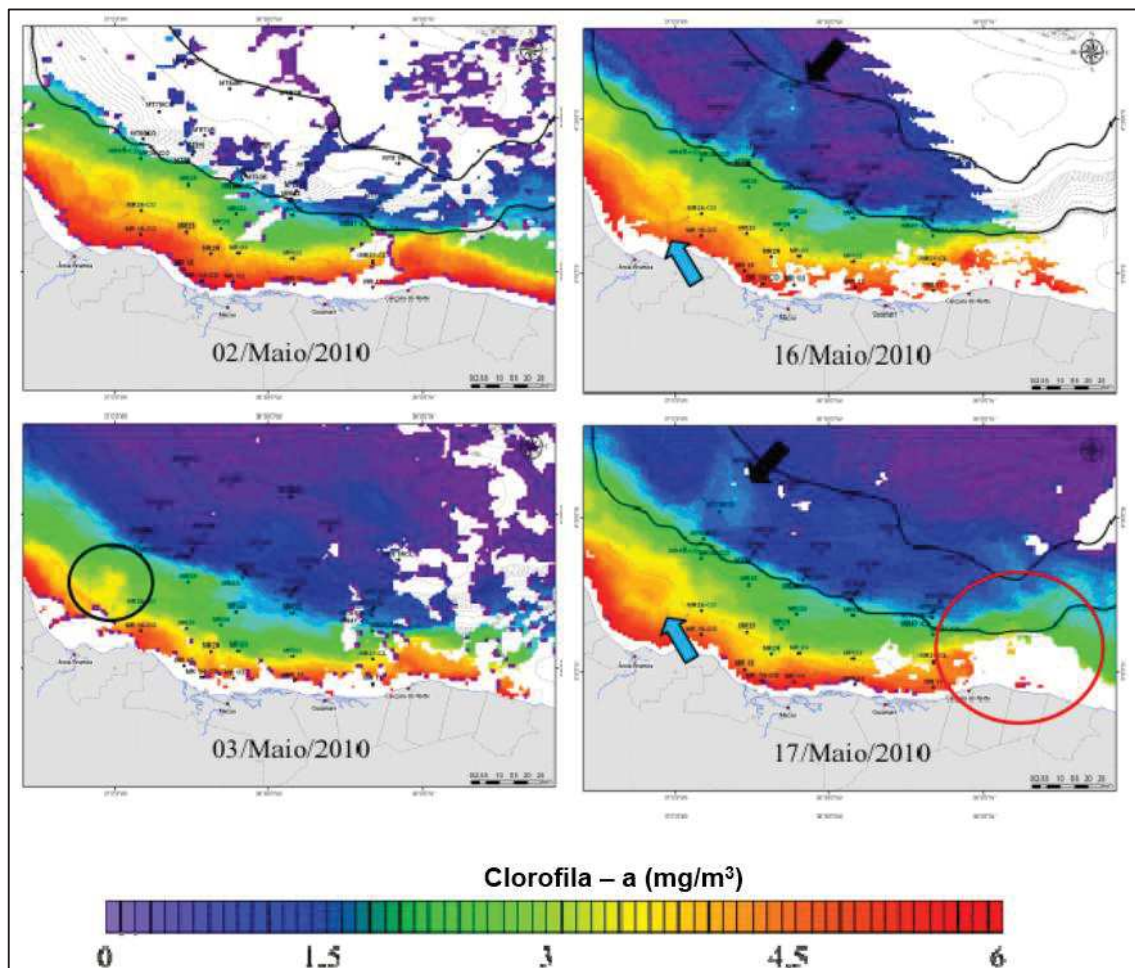


Figura V.1.5.5-4 - Imagens do sensor AQUA-MODIS para clorofila-a durante as campanhas oceanográficas de monitoramento regional em maio de 2010 (período chuvoso) na plataforma continental norte do Rio Grande do Norte.

No período seco (Figuras V.1.5.5-5) as concentrações de clorofila-a apresentaram máximos de até 6 mg/m^3 , superior ao período chuvoso com valores máximos de $3,47 \text{ mg/m}^3$ (Figura V.1.5.5-6).

Os resultados indicam que durante o período chuvoso, devido ao nível baixo de chuvas, assemelham-se ao período seco. Porém, entre a compartimentação oceânica, as diferenças são mais expressivas, indicando uma forte variabilidade com relação a distribuição espacial. É possível perceber nas imagens que na distribuição dos resultados do monitoramento regional, o maior fator de diferença entre as amostras é o gradiente batimétrico, que significa ao mesmo tempo a distância da costa.

Nas campanhas de 2013 a 2014 (PETROBRAS, 2015), as taxas de concentrações de clorofila-a estão mais reduzidas em relação às taxas apresentadas nas

campanhas anteriores de 2009 a 2010. Porém, não houve variações altas nos períodos analisados, seco e chuvoso, quando a variação foi de apenas $0,10 \text{ mg/m}^3$. Em janeiro de 2014, as concentrações de clorofila-a mostraram valores máximos de $2,79 \text{ mg/m}^3$ em toda a região inferior à isóbata de 10 m, e os valores mínimos de $0,06 \text{ mg/m}^3$ se estendem a partir de profundidades acima de 30 m para as zonas mais profundas da plataforma continental externa. Na zona restrita a plataforma interna, onde encontra-se situado o projeto, as concentrações de clorofila-a estão na média de $1,42 \text{ mg/m}^3$ (Figura V.1.5.5-5).

No mês de julho de 2014, as concentrações de clorofila-a mostraram-se mais reduzidas, com máximos de $2,69 \text{ mg/m}^3$ para a mesma da plataforma rasa, e médias de $1,69 \text{ mg/m}^3$ na porção da plataforma interna, mais próxima do projeto (Figura V.1.5.5-6).

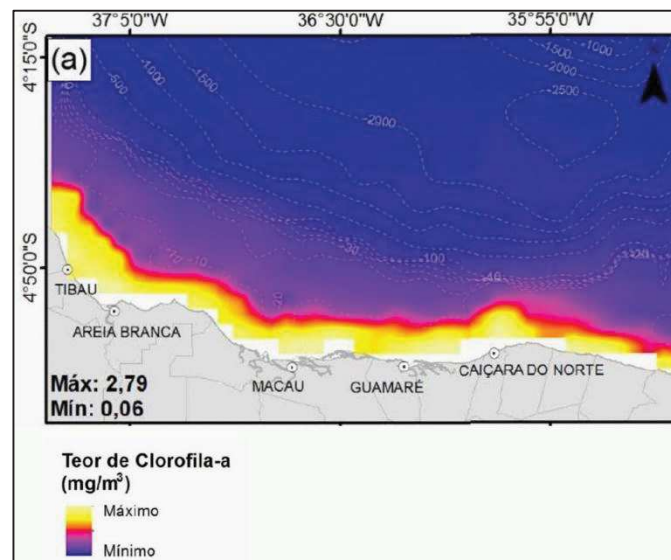


Figura V.1.5.5-5 - Imagens do sensor AQUA-MODIS para clorofila-a durante as campanhas oceanográficas de monitoramento regional de agosto de 2013 a janeiro de 2014 (período seco) na plataforma continental norte do Rio Grande do Norte.

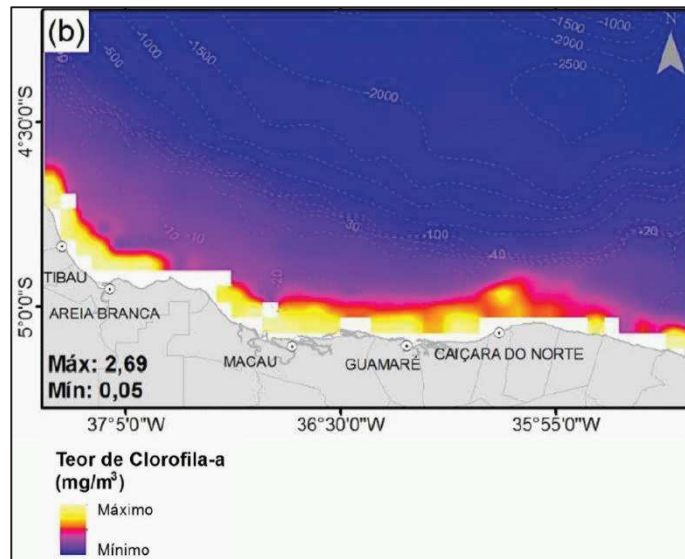


Figura V.1.5.5-6 - Imagens do sensor AQUA-MODIS para clorofila-a durante as campanhas oceanográficas de monitoramento regional de fevereiro a julho de 2014 (período chuvoso) na plataforma continental norte do Rio Grande do Norte.

V.1.6 - Ruídos

V.1.6.1 Metodologia

Para este estudo foi utilizado o medidor de nível de pressão sonora fabricado pela empresa Quest Technologies Inc., modelo Quest Q-400 (Figura V.1.6.1-1A), com faixa de medição entre 40 a 140 dB e curvas de ponderação A, C e Linear com resposta Fast e Slow, calibrado conforme Certificado de Calibração nº 2835, com data de 29 de junho de 2017. E o medidor de nível de pressão sonora, fabricado pela mesma empresa citada anteriormente, de modelo QC-10 (Figura V.1.6-1B), com faixa de medição entre 40 a 140 dB e curvas de ponderação A, C e Linear com resposta Fast e Slow, calibrado conforme Certificado de Calibração nº2839 com data de 29 de junho de 2017.

Ao microfone foi acoplado um protetor de vento, do mesmo fabricante, para minimizar as possíveis interferências causadas pelo vento.



Figura V.1.6.1-1 - Imagem ilustrativa dos equipamentos: Dosímetro Quest Q-400 e (esquerda) e Dosímetro Quest QC-10 (direita).

O ruído ambiental é representado por todas as fontes sonoras, situadas próximas ou afastadas (ruído de tráfego, pássaros, máquinas, etc). Já o ruído de fundo designa o nível sonoro medido quando a fonte específica não é audível

Os descritores do ruído ambiental são: o Nível de Pressão Sonora, o Nível de Intensidade Equivalente e os Níveis Estatísticos. O Nível de Pressão Sonora

(Lp) é a energia acústica total emitida pela fonte em uma unidade de tempo, definido pela ISO 1996/1 (1982), por:

$$NIS = 10 \log \left[\left(\frac{p}{p_0} \right)^2 \right], \text{ em dB}$$

Onde:

P - pressão sonora em pascais;

P₀ - é a pressão sonora de referência, 20μPa (20x10⁻⁶N/m²), que corresponde ao limiar da audição na frequência de 1kHz (GERGES, 2000 apud NAGEM, 2004).

Estes valores (NIS) são obtidos através de instrumentos de medição de pressão sonora.

Por sua vez, o nível de intensidade equivalente (LAeq) é definido, pela ISO1996/1(1982), por:

Estes valores (NIS) são obtidos através de instrumentos de medição de pressão sonora.

Por sua vez, o nível de intensidade equivalente (LAeq) é definido, pela ISO1996/1(1982), por:

$$L_{EQ} = 10 \cdot \log \left[\frac{1}{T} \cdot \sum_{i=1}^n t_i \times 10^{\left(\frac{L_i}{10}\right)} \right]$$

Onde:

T: Tempo total em horas;

L_i: NIS (Nível de Intensidade Sonora) ou NPS (Nível de Pressão Sonora) em dB;

T_i: Tempo parcial em horas;

O nível de pressão sonora equivalente contínuo ponderado na escala A representa o nível de um som contínuo (estacionário) que, em um intervalo de tempo específico, tem a mesma energia sonora do som em estudo, cujo nível varia com o tempo (ISO 1996/1, 1982). O LAeq representa, o nível do ruído contínuo (fixo) ao qual as pessoas estão sujeitas, em várias situações, devido aos diversos tipos de ruído, sendo equivalente ao ruído original que é variável.

Por conseguinte, utilizaremos como padrão metodológico os níveis de pressão sonora (NIS) convertidos em níveis de pressão sonora equivalente contínuo ponderado na escala A (LAeq (A)) e em C (LAeq (C)).

Com o intuito de alcançar o objetivo principal estabelecido para este estudo, que foi verificar pressão sonora de fundo na região onde será instalado o empreendimento, o trabalho foi dividido em medições simultâneas com os dois equipamentos descritos anteriormente, durante um período de 35 minutos e doze segundos.

Nesse estudo em questão, considerou-se nível de ruído ambiental/fundo ou nível de pressão sonora equivalente ponderada em “A”, no local e horário considerados, na ausência do empreendimento o registrado no equipamento de modelo Q-400. No entanto, simultaneamente foi registrado no equipamento de modelo QC-10 o nível de pressão sonora equivalente ponderada em “C”

O ponto específico de monitoramento foi registrado na região onde será implantado o empreendimento, em 28/05/2019. Conforme mencionado foi utilizado apenas um único ponto para ambas as medições simultâneas com os dois aparelhos e ambos estavam com seus respectivos microfones devidamente protegidos por espuma, a uma altura de aproximadamente 1,2 m em relação ao piso de referência.

V.1.6.2 Critérios Utilizados no Estudo

Com objetivo de obedecer aos padrões, critérios e diretrizes estabelecidos na CONAMA nº 01/90, considerou-se o disposto na Norma Brasileira Regulamentadora (NBR) 10.151 (Tabela V.1.6.2-1) – Avaliação de Ruído em Áreas Habitadas visando o conforto da comunidade, da Associação Brasileira de Normas e Técnicas (ABNT). Nesse estudo, considerou-se o nível de critério de avaliação (NCA), para “Área predominantemente industrial”, com níveis máximos de ruído aceitável 70 dB (A) para o período diurno e 60 dB (A) para o período noturno.

Tabela V.1.6.2-1 - Nível de critério de avaliação NCA para ambientes externos, em dB(A).

Tipos de áreas	Diurno	Noturno
Áreas de sítios e fazendas	40	35
Área estritamente residencial urbana ou de hospitais ou de escolas	50	45
Área mista, predominantemente residencial	55	50
Área mista, com vocação comercial e administrativa	60	55
Área mista, com vocação recreacional	65	55
Área predominantemente industrial	70	60

Fonte: NBR 10151, 2000.

V.1.6.3 Resultados das Avaliações

Neste subitem, são apresentados os resultados das medições para a coleta realizada no dia 28/05/2019, que faz referência à área que será instalado o empreendimento.

Na Tabela V.1.6.3-1 estão os dados de Nível de Pressão Sonora Equivalente (LAeq), em decibéis ponderados em “A” [dB(A)], obtidos a partir do valor médio quadrático da pressão sonora, com ponderação A, no ponto amostral.

Tabela V.1.6.3-1 - Média do Nível de Pressão Sonora Equivalente, em decibel.

Pontos	Data	X	Y	LAeq-(A)	Equipamento
P01 - LAeq	28/05/2019	790940,99	9455146,00	63,5	Quest Q-400
P01 LCeq	10/01/2018	790940,99	9455146,00	63,5	Quest QC-10

No gráfico abaixo (Gráfico V.1.6.3-1) estão os valores médios de LAeq (A) e (C) confrontados com os Nível de Critério de Avaliação (NCA) da NBR 10.151 para área predominantemente industrial no período diurno, com o intuito de avaliar o nível de ruído de background da região.

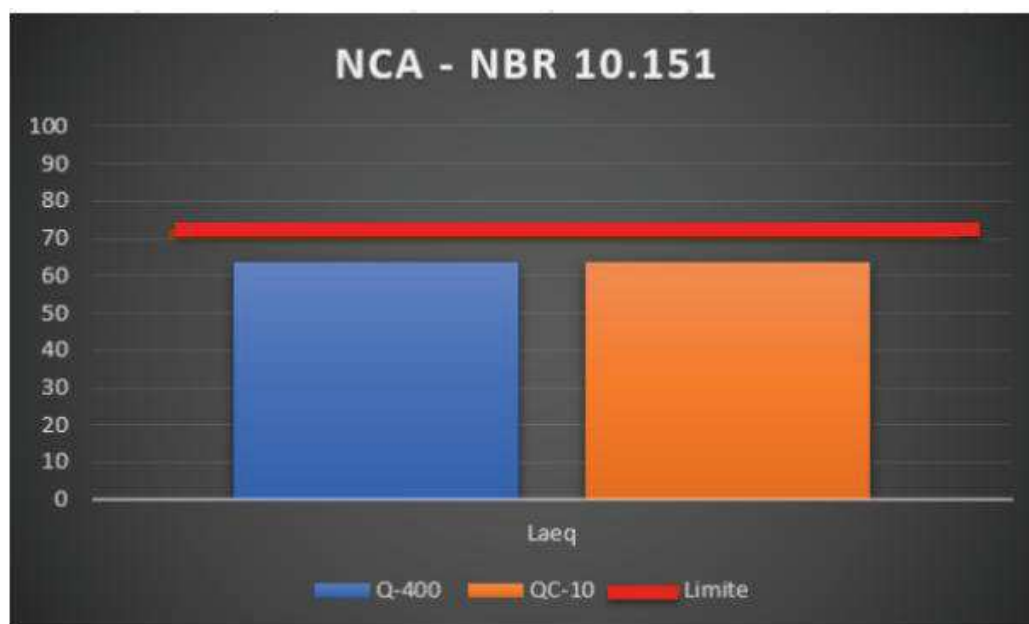


Gráfico V.1.6.3- 1 - NCA com base na Norma 10.151

Portanto, percebe-se através dos resultados que o nível de pressão sonora ambiental é inferior ao limite permitido pela NBR 10.151, para área predominantemente industrial.

Deve-se ressaltar que a localização do projeto, onde foi efetuada a medição, corresponde a um ambiente com expressiva geração de ruído, pela presença de vento e movimento das águas marinhas. Esta afirmativa pode ser constatada a partir da análise dos resultados obtidos, que registrou nível de ruído de 63,5 dB, quase atingindo os limites máximos estabelecidos pelas normas vigentes.

Não é cogitada a possibilidade de interferência significativa dos ruídos atmosféricos do empreendimento em qualquer área habitada, nem mesmo no ambiente ocupacional da PUB-03.

V.1.6.4 Ruídos Subaquático

Na localização do empreendimento são executadas diversas atividades capazes de gerar ruídos no ambiente submarino. Destacam-se, nesse contexto, as atividades da indústria petrolífera e o tráfego de embarcações de pesca. A implementação da Planta Piloto Eólica Offshore contribuirá, mesmo que numa escala pequena, com a geração de ruídos. Estes possíveis impactos causados pelo empreendimento serão detalhados no capítulo VII.

V.1.6.5 Efeito Estroboscópico

Conforme exigido no Termo de Referência para a execução deste item, será abordado aqui o efeito estroboscópico potencialmente provocado por aerogeradores.

Este efeito corresponde ao sombreamento intermitente provocado pela passagem das lâminas, através dos raios solares, quando o sol está mais baixo no céu. O grau deste efeito depende da distância da torre, da latitude do local, do período do dia e do ano. Torna-se mais relevante quanto menor for a distância entre as pás e o receptor.

Segundo pesquisas, o sombreamento intermitente pode causar incômodo e prejudicar pessoas que sofrem de epilepsia, além de náuseas e dores de cabeça. O efeito é sentido em uma distância até dez vezes o diâmetro das pás e depende da direção das turbinas eólicas de residências.

Considerando a distância do empreendimento em relação a qualquer área habitada (aproximadamente 20 km), não é previsto qualquer impacto relacionado com efeito estroboscópico que venha a ser causado com a implementação da Planta Piloto Eólica Offshore. Também não foi encontrado estudo correlacionando o efeito estroboscópico à impactos na fauna marinha.

V.2 - Meio Biótico

V.2.1 - Biota Marinha

Nesta seção faz-se a descrição das espécies nos três tipos de comunidades marinhas: planctônicas, bentônicas (incluindo a biota coralínea) e nectônicas. Para cada tipo de comunidade, e caso existam, serão identificadas as espécies raras, endêmicas, ameaçadas de extinção, indicadoras da qualidade ambiental, de importância na cadeia alimentar, de interesse econômico, científico e invasoras.

V.2.1.1 - Comunidades Planctônicas

Fitoplâncton

O Fitoplâncton é constituído por microalgas (seres unicelulares) que sintetizam matéria orgânica a partir da energia solar e de nutrientes essenciais (fósforo, azoto ou nitrogênio e sílica), em conjunto com o dióxido de carbono e a água. O fitoplâncton constitui o início das cadeias alimentares nos meios aquáticos e é por este motivo considerado o produtor primário mais importante dos ecossistemas marinhos, cuja composição e abundância, bem como as suas eventuais alterações, se repercutem diretamente em todos os níveis tróficos subsequentes. As microalgas do fitoplâncton têm ciclos de vida curtos, respondendo rapidamente a modificações ambientais nos parâmetros físico-químicos

O fitoplâncton na Baía de Potiguar apresenta características de regiões tropicais oligotróficas (pobres em nutrientes), com níveis baixos de produção primária e grande diversidade de espécies.

Os resultados das campanhas de amostragem realizadas indicam uma riqueza de aproximadamente 300 espécies, havendo uma predominância de espécies pertencentes ao grupo das diatomáceas (59 a 69%), seguida pelo grupo dos dinoflagelados (21 a 29%) e cianobactérias (4 a 8%) (Figura V.2.1.1-1).

À semelhança de outras zonas costeiras, a Baía de Potiguar apresenta uma composição e abundância florística em diatomáceas maior em zonas mais próximas à costa (LDA de 5 m de profundidade), onde a variação da salinidade é mais ampla e a concentração de nutrientes mais elevada.

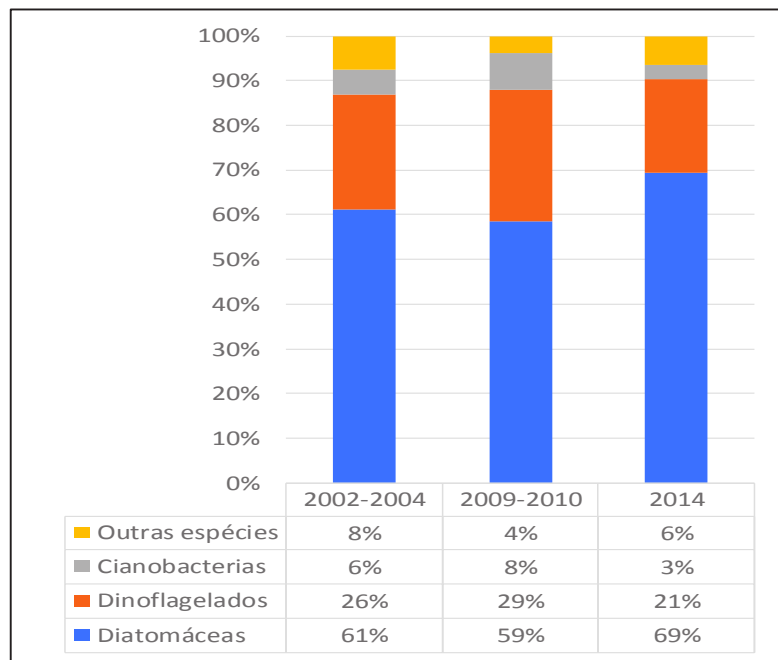


Figura V.2.1.1-1 - Composição fitoplanctônica das águas costeiras da Baía de Potiguar.

Fonte: Petrobras, 2006, 2011, 2015

Uma maior composição em espécies de dinoflagelados foi registrada nas zonas um pouco mais afastadas da costa onde as condições oceanográficas são mais estáveis. A participação quantitativa em termos de densidade, biomassa e biovolume de dinoflagelados, depois das diatomáceas, indica que a Baía de Potiguar apresenta condições oceanográficas adequadas ao desenvolvimento deste último grupo de espécies, isto é, águas transparentes, mais quentes e pobres em nutrientes.

O terceiro grupo com mais espécies corresponde ao grupo das cianobactérias que embora contribuindo com um reduzido número de espécies, quando comparado com as diatomáceas e dinoflagelados, contribui para o aumento da densidade e biovolume em estações mais afastadas da costa.

Em geral, os resultados obtidos nos estudos realizados na Baía de Potiguar indicam um número de espécies e abundância de fitoplâncton maiores em zonas mais próximas da costa, que têm também a influência dos rios que desaguam na baía. Estes números apresentam redução gradual conforme há o afastamento em relação à linha de costa. As principais espécies registradas para cada um dos grupos mais abundantes encontram-se listada no Quadro V.2.1.1-1 assim como o número total de espécies e o número de campanhas efetuadas em cada período de amostragem.

Quadro V.2.1.1-1 - Principais grupos de fitoplâncton, espécies mais abundantes e frequentes por grupo e número total de espécies registradas na Baía de Potiguar (Petrobras, 2002-2003, 2009-2010, 2014). A negrito encontram-se as espécies presentes em todos os períodos de amostragem.

GRUPOS FITO-PLÂNTONICOS	CAMPANHA 2002-2003	CAMPANHA 2009-2010	CAMPANHA JANEIRO E JUNHO 2014
Diatomáceas	<i>Amphora arenaria</i> <i>Asterionellopsis glacialis</i> <i>Bacillaria paxillifera</i> <i>Diploneis suborbicularis</i> <i>Grammatophora marina</i> <i>Hemiaulus membranaceus</i> <i>Lyrella lyra</i> <i>Navicula sp.</i> <i>Paralia sulcata</i> <i>Pleurosigma sp.</i> <i>Proboscia alata</i> <i>Rhizosolenia styliformis</i> <i>Striatella unipunctata</i> <i>Thalassionema nitzschioides</i> <i>Thalassiosira subtilis</i>	<i>Chaetoceros sp.</i> <i>Cylindrotheca closterium</i> <i>Guinardia striata</i> <i>Hemiaulus membranaceus</i> <i>Hemiaulus sinensis</i> <i>Paralia sulcata</i> <i>Proboscia alata</i> <i>Rhizosolenia styliformis</i> <i>Thalassiosira subtilis</i>	<i>Cylindrotheca closterium</i> <i>Hemiaulus membranaceus</i> <i>Nitzschia longissima</i> <i>Paralia sulcata</i> <i>Rhizosolenia styliformis</i> <i>Rhizosolenia stouterfothii</i> <i>Rhizosolenia robusta</i> <i>Proboscia alata</i>
Dinoflagelados	<i>Ceratium furca</i> <i>Ceratium teres</i> <i>Gonyaulax sp.</i> <i>Prorocentrum gracile</i> <i>Prorocentrum micans</i> <i>Protopteridinium sp.</i>	<i>Neoceratium furca</i> <i>Protopteridinium sp.</i>	<i>Ceratium furca</i> <i>Ceratium trichoceros</i> <i>Ceratium tripos</i> <i>Protopteridinium sp.</i> <i>Pyrophacus horologium</i>
Cianobactérias	<i>Oscillatoria sp.</i> <i>Richelia intercellularis</i> <i>Synechococcus sp.</i> <i>Trichodesmium erythraeum</i>	<i>Trichodesmium erythraeum</i>	<i>Oscillatoria thiebautii</i>
Outros filós e espécies	Clorofíceas Cocolitoforídeos Euglenofíceas Silicoflagelados	<i>Pleurotaenium ehrenbergii</i>	Fitoflagelados <i>Korshikoviella sp.</i> (clorofíceas)
Nº total de espécies (campanhas)	358 (4 campanhas)	340 (2 campanhas)	280 (2 campanhas)

Embora o número de espécies registradas seja maior para o período de estiagem, não parecem existir diferenças significativas em relação aos períodos chuvosos. Esta observação está de acordo com os níveis de produção primária, que na Baía de Potiguar, e em geral para águas tropicais oligotróficas, se mantêm baixos (abaixo de 3 mg m^{-3}) e constantes ao longo de todo o ano (Figura V.2.1.1-2).

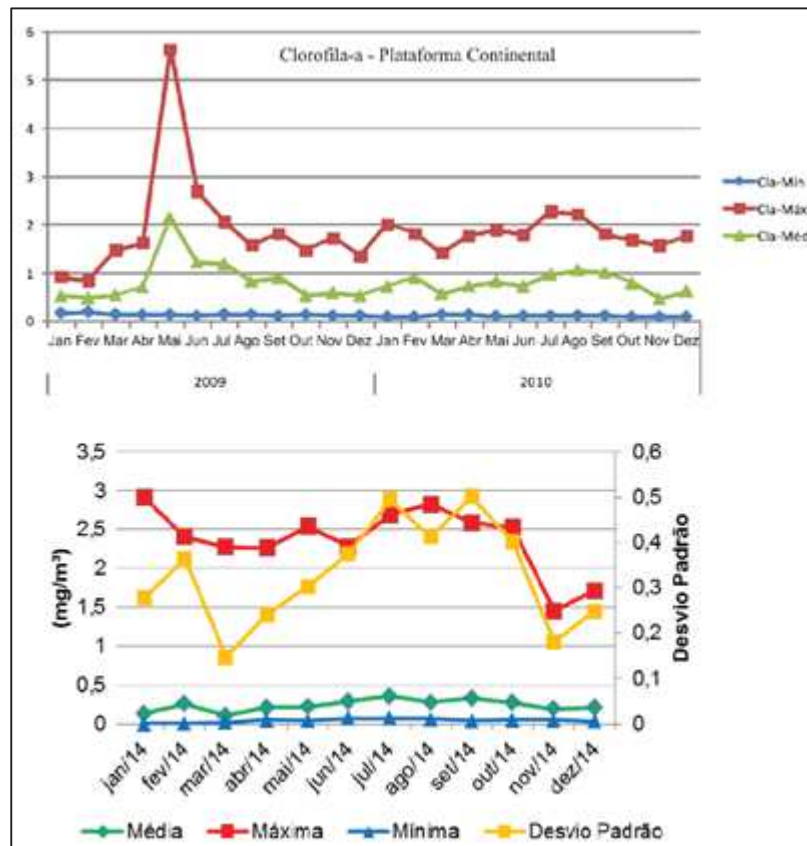


Figura V.2.1.1-2 - Valores da concentração de Clorofila a (Cl-a) na bacia de Potiguar durante os períodos de amostragem a) 2009-2010 e b) 2014.

Fonte: Petrobras, 2011, 2015

Zooplâncton e Zoonêuston

O zooplâncton corresponde a um conjunto de protistas não fotossintéticos e de animais que, embora possam ter movimento próprio, não são capazes de contrariar o movimento das correntes. Este conjunto de seres vivos inclui organismos permanentes, isto é, que passam todo o seu ciclo de vida como plâncton (holoplâncton) e organismos temporários, que passam apenas parte do seu ciclo de vida nesta condição (meroplâncton), passando ao longo de seu desenvolvimento para

fase bentônica ou nectônica. É conhecido que, na região tropical, 80% dos organismos bentônicos de águas rasas possuem larvas plânctônicas (Gross & Gross, 1996).

O zoonêuston corresponde ao grupo dos organismos que ocupam a interface oceano-atmosfera, camada que se estende desde a superfície até 1 m de profundidade e que normalmente alberga copépodes e larvas e ovos de invertebrados e de peixes (Pérès, 1976).

As espécies predominantes identificadas na Baía de Potiguar são características de águas oceânicas e indicadoras da passagem da Corrente Norte do Brasil. Verificou-se também a presença de estados larvares de muitas espécies bentônicas da zona nerítica da plataforma continental e de espécies estuarinas, associada à proximidade dos estuários de alguns rios na costa. Por outro lado, os resultados indicam uma composição de espécies característica de uma região tropical sob influência de águas oligotróficas (pobres em nutrientes) onde a biomassa de zooplâncton é geralmente baixa, embora correspondente a uma elevada diversidade em espécies. Ainda assim, são observados relativamente maiores biovolumes e densidades de organismos em zonas mais próximas da costa.

A composição do zooplâncton em termos de número de espécies de Copepoda por classes de tamanho encontra-se representada na Figura V.2.1.1-3 verifica-se que a riqueza de espécies é relativamente homogênea entre as classes do micro (<64 µm), mezo (120 µm) e macroplâncton (300 µm), havendo uma predominância de espécies pertencentes ao holoplâncton (espécies que passam todo o seu ciclo de vida no plâncton). Além de Copepoda, foram observadas larvas de crustáceos decápodes, de moluscos (Gastropoda de Bivalvia) e larvas de Bryozoa. É de referir que durante o período de amostragem 2009-2010, a maior percentagem de espécies do microplâncton foi do grupo de foraminíferos (30 a 46%).

Em termos da distribuição do número de espécies de Copepoda pelas duas classes do zoonêuston, verifica-se uma percentagem semelhante entre as duas camadas (inferior e superior) (Figura V.2.1.1-3). Em termos de abundância, esta é cerca de 4 vezes mais elevada junto à superfície (na interface ar-água) e constituída essencialmente por larvas da ordem Decapoda (camarões, lagostas e caranguejos), por organismos da ordem Euphausiacea e por larvas da ordem Stomatopoda (Figura V.2.1.1-3)

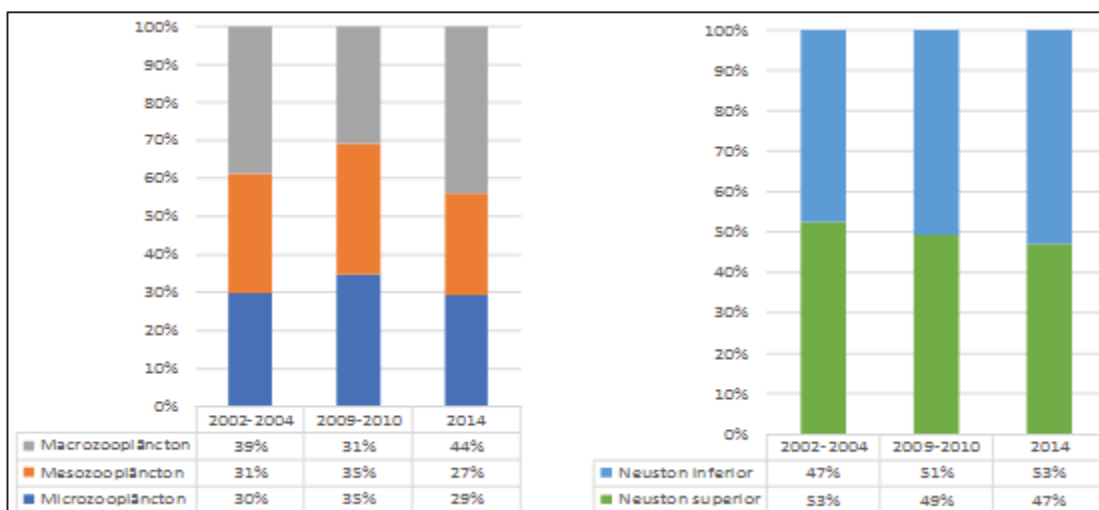


Figura V.2.1.1-3 - Número de espécies da classe Copepoda por classes de tamanho do zooplâncton e período de amostragem. Microzooplâncton <math><64 \mu\text{m}</math>; mesozooplâncton <math><120 \mu\text{m}</math>; macrozooplâncton <math><300 \mu\text{m}</math>. Esquerda: Zooplâncton e Direita: Zoonêuston

Fonte: Petrobras, 2006, 2011, 2015

No que diz respeito ao gradiente costa-oceano, verifica-se um aumento da biodiversidade com o afastamento da costa. O zooplâncton costeiro é composto por espécies indicadoras de eutrofização, dando lugar a espécies oceânicas características de ambientes tropicais oligotróficos em direção ao oceano. A abundância de zooplâncton é variável ao longo de um ciclo anual e pode estar associada à variação do aporte de nutrientes de origem estuarina/continental.

V.2.1.2 - Comunidades Nectônicas

Ictiofauna: peixes teleósteos

A caracterização da ictiofauna é apresentada através da informação disponível sobre o ictioplâncton, em estudos de identificação quantitativa na zona costeira do estado do Rio Grande do Norte, utilizando dados disponíveis sobre a pesca nesta região.

A fase planctônica da ictiofauna é o período mais sensível do ciclo de vida de um peixe no que diz respeito a variações ambientais. Deste modo, a análise do ictioplâncton é usada para detectar, ainda em estados iniciais, eventuais alterações ambientais de origem natural ou antrópica. Por outro lado, os levantamentos quali-quantitativos permitem conhecer o recrutamento juvenis à população de adultos e

estimar o potencial pesqueiro de uma região tendo em vista uma eficiente gestão da pesca (PETROBRAS, 2007, 2011, 2015).

Na Baía de Potiguar, os ovos de peixe ocorrem durante todo o ano e com distribuição por toda a região amostrada. Destacam-se os ovos de Engraulidae, que pela sua abundância junto à costa, indicam que as espécies desta família desovam basicamente nesta zona. Um grande número de espécies desta família é de interesse econômico relativo tanto ao consumo fresco como à sua utilização em farelo para ração animal (PETROBRAS, 2007, 2011, 2015).

Quanto as larvas de peixe, a densidade média de larvas de peixe aumenta com a distância à costa e os valores registrados variaram entre 12 larvas / 100 m³, próximo da costa e 30 larvas / m³ em zonas mais afastadas da costa. A análise das larvas de peixes coletadas na área de estudo indica uma elevada riqueza de espécies (N=133), característica de zonas tropicais (PETROBRAS, 2007, 2011, 2015).

As larvas de peixes da família Clupeidae (sardinha) é a que apresenta a maior densidade (e abundância) de larvas (20%), sendo também encontrada uma densidade total de 34% correspondente às larvas das famílias Carangidae (xixarro e pampo, entre outros), Myctophidae (peixe lanterna), Scombridae (albacora e atum, entre outros), Sparidae (salema) e Haemulidae (pargo) (densidades representando entre 5% a 8%) (Figura V.2.1.2-1). Tanto as espécies da família Clupeidae como as da família Engraulidae vivem a fase adulta em cardumes nas regiões costeiras próximas de estuários tendo um importante papel como elo na transferência de energia para níveis tróficos superiores. A Corrente Norte do Brasil é também responsável pelo transporte, para a plataforma continental, de larvas mesopelágicas da família Myctophidae que servem de alimento a espécies maiores de peixes e cetáceos. Estas larvas são de peixes oceânicos mesopelágicos que habitam em profundidades entre os 100 e os 1000 metros, e realizam migrações diárias até à superfície.

Das 13 famílias de peixes registradas num estudo de desembarque da frota pesqueira artesanal realizada na Baía de Potiguar foram identificadas larvas de 11 destas famílias, demonstrado que estas têm origem em peixes adultos residentes na plataforma continental da área de estudo (PETROBRAS, 2007, 2011, 2015).

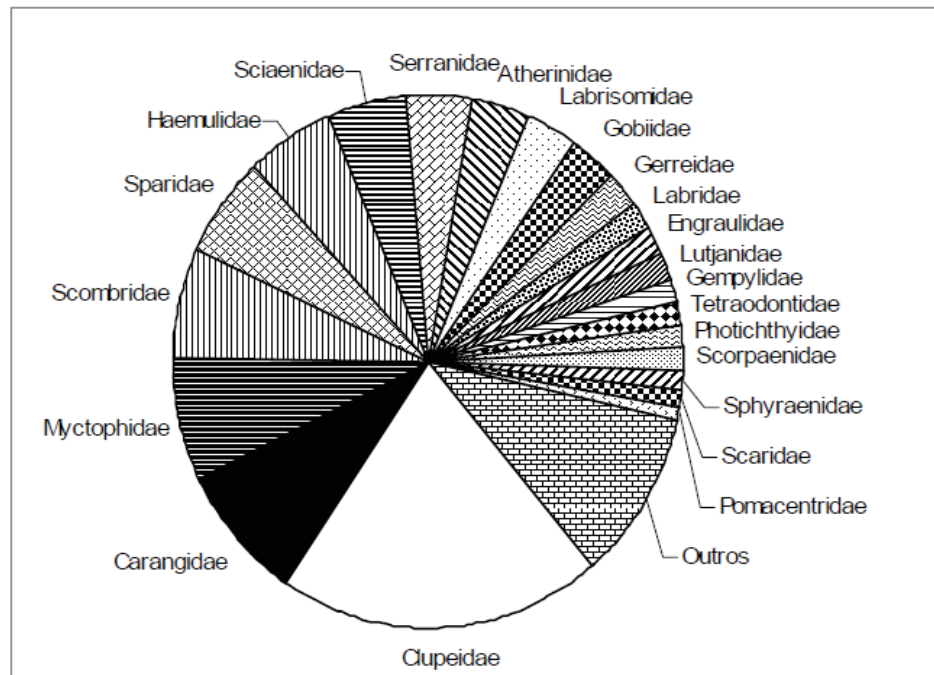


Figura V.2.1.2-1 - Distribuição das larvas de peixes agrupadas por família, com densidades superiores a 1%. Dados obtidos a partir das quatro campanhas de caracterização ambiental da Baía de Potiguar realizadas em julho de 2002, maio e novembro de 2003 e maio de 2004.

Fonte: Petrobras, 2006

No litoral do Rio Grande do Norte estão registradas 440 espécies de peixe, 12 são oceânicas e de ambientes recifais, 31 de ocorrência exclusivamente oceânica, 19 de ambientes unicamente estuarinos, 110 de ambientes estuarino e recifal e, finalmente, 268 espécies unicamente de ambiente recifal (Garcia Jr. 2006). Quanto à estrutura taxonômica, estas espécies estão distribuídas por 2 classes, 25 ordens, 106 famílias e 253 gêneros. Os censos da ictiofauna marinha brasileira (Garcia Jr, 2006) reuniram 1297 espécies, ou seja, aproximadamente 34% dos peixes marinhos registrados para o Brasil ocorrem no estado do Rio Grande do Norte. A ordem Perciformes é a que apresenta um maior número de espécies, correspondente a 56% do total, seguida das ordens Tetraodontiformes, Pleuronectiformes, Anguiliformes, Rajiformes, Carcharhiniformes e Beloniformes. Existem ainda outras ordens com um menor número de espécies: Clupeiformes, Scorpaeniformes, Siluriformes, Mugiliformes, Gasterosteiformes, Aulopiformes, Batrachoidiformes, Lophiiformes, Lamniformes, Ophidiiformes, Beryciformes, Orectolobiformes, Elopiformes, Albuliformes, Cyprinodontiformes, Polymixiiformes, Lampridiformes e Atheriniformes (Garcia Jr, 2006).

O Quadro V.2.1.2-1 apresenta as principais espécies pescadas na região. Destaca-se também a presença de espécies de peixes teleósteos com estatuto de conservação classificado na categoria de “Críticamente em perigo”: *Epinephelus itajara* (mero) e *Epinephelus nigritus* (piraroba), na categoria de “Em perigo”: *Epinephelus striatus* (garoupa-de-trindade), *Pagrus pagrus* (pargo) e na categoria de “Vulnerável”: *Lutjanus analis* (cioba), *Lutjanus cyanopterus* (caranha), *Scarus guacamaia*, *Dermatolepis inermis*, *Epinephelus niveatus*, *Mycteroperca microlepis*, *Balistes vetula* (cangulo verdadeiro, cangulo rei).

Quadro V.2.1.2-1 - As principais espécies comerciais pescadas na Baía de Potiguar.

FAMÍLIAS	ESPÉCIES NOME CIENTÍFICO E NOME COMUM
<i>Clupeidae</i>	<i>Opisthonema oglinum</i> , <i>sardinha-lage</i> <i>Chirocentron bleekermani</i>
<i>Carangidae</i>	<i>Caranx</i> spp., <i>xaréu</i> <i>Chloroscombrus chrysurus</i> , <i>palombeta</i> <i>Decapterus</i> <i>Seriola</i> spp., <i>arabaiana</i> <i>Elagatis bipinnulata</i> , <i>arabaiana</i> <i>Caranx crysos</i> , <i>guarajuba</i>
<i>Scombridae</i>	<i>Thunnus thynnus</i> , <i>atum</i> <i>Katsuwonus pelamis</i> , <i>bonito</i> <i>Scomberomorus cavalla</i> , <i>cavala</i>

Ictiofauna: elasmobrânquios

Os elasmobrânquios são peixes com esqueleto cartilaginoso, tais como os tubarões e as raias.

Os tubarões distribuem-se em todos os mares e oceanos, em águas tropicais, subtropicais, temperadas e frias apresentando hábitos demersais ou pelágicos. Os peixes deste grupo apresentam crescimento lento, maturação sexual tardia, baixa fecundidade e alta longevidade, fatores que devem ser considerados na gestão da pesca destas espécies. Na costa nordeste brasileira, ocorrem 21 espécies de raias e 45 de tubarões (LESSA et al., 2002). Destas, as que se apresentam no Quadro V.2.1.2-2 possuem registro confirmado no Estado do Rio Grande do Norte. Foram também identificadas várias espécies de tubarões pelágicos capturados com espinhel na Zona Econômica Exclusiva do nordeste brasileiro.

No Quadro V.2.1.2-2 destaca-se a ocorrência de cinco espécies ameaçadas e classificadas na categoria de “Em perigo” e “ criticamente em perigo” de extinção.

Quadro V.2.1.2-2 - Espécies de peixes elasmobrânquios registradas no estado do Rio Grande do Norte e no Nordeste Brasileiro. (Fonte lista de espécies: Revizee, 2006; Fonte do estatuto de conservação: (1) Portal da Biodiversidade do Brasil, 2019; (2) IUCN, 2019).

REGIÃO	NOME CIENTÍFICO	NOME COMUM	ESTADO DE CONSERVAÇÃO
Espécies com registo confirmado no Estado do Rio Grande do Norte	<i>Dasyatis americana</i>	Raia-prego	Não ameaçada (1)
	<i>Dasyatis marianae</i>	Raia-mariquita	Não ameaçada (1)
	<i>Dasyatis violacea</i>	Ratão ou uge-violeta	-
	<i>Dasyatis macrophthalma</i>	Arraia-do-oião	-
	<i>Aetobatus narinari</i>	Raia-chita	Não ameaçada (1)
	<i>Manta birostris</i>	Raia-jamanta	Ameaçada / Vulnerável (1)
	<i>Gymnura altavela</i>	Raia-manteiga	Ameaçada / Criticamente em perigo (1)
	<i>Hexanchus griseus</i>	Tubarão-de-seis-fendas	Não ameaçada (1)
	<i>Ginglymostoma cirratum</i>	Tubarão-lixia	Ameaçada / Vulnerável (1)
	<i>Carcharhinus leucas</i>	Cabeça-chata	Não ameaçada (1)
	<i>Carcharhinus obscurus</i>	Cação-fidalgo	Ameaçada / Em perigo (1)
	<i>Carcharhinus perezi</i>	Tubarão-dos-recifes	Ameaçada / Vulnerável (1)
	<i>Galeocerdo cuvier</i>	Tubarão-tigre	Não ameaçada (1)
	<i>Rhizoprionodon porosus</i>	Tubarão-rabo-seco	Não ameaçada (1)
	<i>Sphyrna tiburo</i>	Tubarão-mar-telo	Menor preocupação (2)
Principais espécies de tu-	<i>Prionace glauca</i>	Tubarão-azul	Não ameaçada (1)
	<i>Carcharhinus signatus</i>	Cação-noturno	Ameaçada / Vulnerável (1)

REGIÃO	NOME CIENTÍFICO	NOME COMUM	ESTADO DE CONSERVAÇÃO
barões pelágicos na Zona Econômica Exclusiva do nordeste Brasileiro	<i>Carcharhinus longimanus</i>	Tubarão-es-trangeiro	Vulnerável (2)
	<i>Isurus oxyrinchus</i>	Tubarão-ane-quim	Não ameaçada (1)
	<i>Isurus paucus</i>	Tubarão-mes-tiço	Ameaçada (2)
	<i>Alopias supercili-osus</i>	Tubarão-ra-posa	Vulnerável (2)
	<i>Pseudocarcharias kamoharai</i>	Tubarão-croco-dilo	Quase ameaçada (2)
	<i>Sphyrna lewini</i>	Tubarão-mar-telo	Ameaçada / Critica-mente em perigo (1)
	<i>Carcharhinus fal-ciformis</i>	Tubarão-lombo-preto	Não ameaçada (1)
	<i>Carcharhinus plumbeus</i>	Tubarão-ga-lhudo	Ameaçada / Critica-mente em perigo (1)
	<i>Carcharhinus lim-batus</i>	Tubarão-galha-preta	Ameaçada / Vulnerável (1)
	<i>Carcharhinus obscurus</i>	Cação-fidalgo	Ameaçada / Em perigo (1)
	<i>Galeocerdo cu-vier</i>	Tubarão-tigre	Não ameaçada (1)

Mamíferos marinhos

Os primeiros estudos sobre mamíferos marinhos no Brasil foram realizados a partir de carcaças oriundas da atividade baleeira. Essa atividade remonta à época colonial e desenvolvia-se desde o estado da Bahia até ao estado de Santa Catarina, tendo sido decretada como atividade proibida em 1987 (Lei nº 7643 de 18 de dezembro). Atualmente o estudo dos mamíferos marinhos no litoral do Brasil é essencialmente feito através do monitoramento de encalhes e das respectivas atividades impactantes, em estudos de populações costeiras e em avistagens costeiras e oceânicas (Di Benedito et al., 2001; Medeiros, 2006; Sena et al., 2007), embora se tenham também vindo a desenvolver levantamentos pontuais no litoral brasileiro (Medeiros, 2006).

A diversidade de mamíferos marinhos que se distribuem ao longo da costa brasileira é composta por 47 espécies distribuídas por três grupos taxonômicos: a ordem Cetacea que inclui as baleias, golfinhos e botos, a ordem Sirenia onde se

incluem os peixes-boi e a ordem Carnívora onde se inclui a subordem Pinnípedia da qual fazem parte as focas, os lobos, os leões e os elefantes marinhos (Quadro V.2.1.2-3). Estas últimas espécies não ocorrem na área de estudo, podendo apenas serem encontradas na costa sul do Brasil, pelo que não serão aqui abordadas.

Quadro V.2.1.2-3 - Lista de espécies de mamíferos marinhos identificadas no litoral da área nordeste do Brasil, respectivo estatuto de conservação e classificação do seu tipo de habitat. (Fonte lista de espécies: Zerbini et al., 1999; Fonte do estatuto de conservação e tipo de habitat: (1) Portal da Biodiversidade do Brasil, 2019; (2) IUCN, 2019).

Ordem ou Subordem	Nome Científico	Nome Comum	Estado de conservação / categoria	Habitat (2)
Ordem Cetacea Subordem Mysticeti	<i>Balaenoptera acutorostrata</i>	Baleia-minke-anã	Não ameaçada (1)	MNP MOE
	<i>Balaenoptera bonaerensis</i>	Baleia-minke-antártica	Pouco preocupante (2)	MNP MOE
	<i>Balaenoptera borealis</i>	Baleia-sei	Ameaçada / Em perigo (1)	MNP MOE
	<i>Balaenoptera edeni</i>	Baleia-de-Bryde	Não ameaçada (1)	MNP MOE
	<i>Balaenoptera musculus</i>	Baleia-azul	Ameaçada / Em perigo (1)	MNP MOE MOM
	<i>Balaenoptera physalus</i>	Baleia-fin	Ameaçada / Em perigo (1)	MNP MOE
	<i>Eubalaena australis</i>	Baleia-francao-sul	Ameaçada / Em perigo (1)	MNP MOE
	<i>Megaptera novaeangliae</i>	Baleia-jubarte	Não ameaçada (1)	MNP MOE
Ordem Cetacea Subordem Odontoceti	<i>Delphinus spp.</i>	Golfinho-comum	Não ameaçada (1)	MNP MOE
	<i>Feresa attenuata (OP)</i>	Orca-pigméia	Não ameaçada (1)	MOE MOM MOB
	<i>Globicephala melas</i>	Baleia-piloto	Não ameaçada (1)	MOM MOB
	<i>Globicephala macrorhynchus</i>	Baleia-piloto-de-peitorais-curtas	Pouco preocupante (2)	MOE MOM MOB
	<i>Grampus griseus</i>	Golfinho.-de-risso	Não ameaçada (1)	MOM MOB

<i>Hyperoodon planifrons</i>	Baleia-bicuda-de-frente-plana	Pouco preocupante (2)	MOM MOB
<i>Kogia breviceps</i>	Cachalote-pigmeu	Não ameaçada (1)	MOE MOM MOB
<i>Kogia simus</i>	Cachalote-anão	Não ameaçada (1)	MOE MOM MOB
<i>Lagenodelphis hosei</i> (OP)	Golfinho-de-Fraser	Não ameaçada (1)	MOE
<i>Mesoplodon densirostris</i> (OP)	Baleia-bicuda-de-Blainville	Dados Deficientes (2)	MOM
<i>Orcinus orca</i>	Orca	Não ameaçada (1)	MNP MNE MOE
<i>Peponocephala electra</i>	Golfinho-cabeça-de-melão	Não ameaçada (1)	MOM MOB
<i>Physeter macrocephalus</i>	Cachalote	Ameaçada / Vulnerável (1)	MNP MOE MOM
<i>Pseudorca crassidens</i>	Falsa-orca	Não ameaçada (1)	MNP MOE MOM MOB
<i>Stenella longirostris</i>	Golfinho-rotador	Não ameaçada (1)	MNP MOE MOM MOB
<i>Stenella clymene</i>	Golfinho-de-capacete	Não ameaçada (1)	MOE
<i>Stenella attenuata</i>	Golfinho-pintado-pantropical	Não ameaçada (1)	MNP MOE
<i>Stenella frontalis</i>	Golfinho-pintado-do-Atlântico	Não ameaçada (1)	MNP MOE
<i>Stenella coeruleoalba</i>	Golfinho-listrado	Não ameaçada (1)	MOE MOM
<i>Sotalia guianensis</i>	Boto-cinza	Ameaçada / Vulnerável (1)	MNP MNE
<i>Sotalia fluvialis</i>	Tucuxi ou boto	Não ameaçada (1)	
<i>Steno bredanensis</i>	Golfinho-dentes-rugosos	Não ameaçada (1)	MNP MOE
<i>Tursiops truncatus</i>	Golfinho-nariz-de-garrafa	Não ameaçada (1)	MNP MNE MOE

	<i>Ziphius cavirostris</i>	<i>Baleia-bicuda-de-cuvier</i>	Não ameaçada (1)	MOE MOM MOB
Ordem Sirenia	<i>Trichechus manatus manatus</i>	<i>Peixe-boi-marinho</i>	Ameaçada / Em perigo (1)	MNP MNE MI

No entanto o trabalho publicado por Zerbini et al. em 1999, lista as espécies que ocorrem no Nordeste brasileiro, cobrindo as zonas costeiras e oceânicas dos estados do Piauí, Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco, Alagoas e Sergipe. Descrevem-se abaixo os vários grupos de mamíferos marinhos que ocorrem na área de estudo.

Cetáceos

A ordem Cetacea é a mais diversa e está representada pelas subordens Mysticeti (baleias com barbas) e Odontoceti (cetáceos com dentes). As baleias com barbas são filtradoras, possuindo estruturas córneas fixadas na maxila superior por onde a água passa retendo os organismos que nela se encontram como cardumes de pequenos peixes, lulas e crustáceos. Possuem também barbatanas e duas aberturas nasais, no topo da cabeça. Os golfinhos possuem apenas uma abertura nasal e apresentam dentes nas suas maxilas (Jefferson et al., 2015).

Os Mysticeti são representados por sete espécies migratórias das quais seis ocorrem no litoral brasileiro durante o inverno e primavera, correspondendo ao período reprodutivo (acasalamento e nascimento das crias) destas espécies. Na restante parte do ano estas espécies deslocam-se para as suas áreas de alimentação na Antártida. As baleias desta subordem são exclusivamente marinhas e tem uma estrutura social baseada em grupos pequenos e instáveis, penetrando em estuários e desembocaduras de rios apenas acidentalmente (Zerbini et al., 1999; Medeiros, 2006).

A subordem Odontoceti está representada por 31 espécies divididas em sete famílias (Zerbini et al., 1999) e contrariamente aos Mysticeti, os organismos desta subordem não possuem um comportamento migratório bem definido sendo normal-

mente encontrados em grupos que podem ir desde 2 a centenas de animais (Medeiros, 2006). No entanto, realizam movimentos menos extensos que estão normalmente relacionados com a temperatura da água e a disponibilidade de alimento (Jefferson et al., 2015). Apenas uma espécie (Boto-cor-de-rosa, *Inia geoffrensis*) ocorre em ambiente fluvial e outras podem ser encontradas tanto em rios e estuários como no meio marinho.

Os cetáceos ocorrem na área de estudo durante todo o ano não havendo conhecimento muito detalhado sobre as suas áreas e épocas de reprodução, bem como sobre as suas rotas de deslocamento ou migração na área diretamente afetada pelo projeto. No entanto, têm sido feitas observações de pequenos cetáceos junto às regiões costeiras até uma profundidade de 50 m. Pequenos e grandes cetáceos também ocorrem nas áreas da plataforma continental interna e talude da plataforma continental. O Quadro V.2.1.2-4 apresenta os períodos de ocorrência de pequenos e grandes cetáceos na área de estudo.

Quadro V.2.1.2-4 - Períodos de ocorrência (x) de pequenos e grandes cetáceos (baleias jubarte) na área de estudo (Fonte: IBAMA, 2001 e Yamamoto et al., 2002).

Meses	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
Pequenos cetáceos	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Grandes cetáceos							x	x	x	x	x	x

Os trabalhos de monitoramento de encalhes realizados na região indicam que o Boto-cinza (*Sotalia guianensis*) é a espécie de maior ocorrência (Medeiros, 2006) e também uma das espécies classificada como ameaçada na categoria de vulnerável. Esta é uma espécie com hábitos costeiros, sendo também encontrada em regiões estuarinas onde entra para se alimentar e proteger (Link, 2001; Silva e Firmino, 2006). Outro delfínido bastante comum é o golfinho-nariz-de-garrafa (*Tursiops truncatus*), ocorrendo em zonas costeiras temperadas e tropicais em todo o mundo. Espera-se a ocorrência de espécies da família Delphinidae e Ziphiidae na área diretamente afetada pelo projeto. O cachalote (*Physeter macrocephalus*) é outra das espécies ameaçadas, classificada na categoria de vulnerável relativamente ao seu estatuto de conservação. Existem ainda relatos de esporádicos de encalhes de baleia-piloto-de-aletas-curtas ou tininha-cabeça-de-melão (*Globicephala macrorhynchus*) e golfinho-cabeça-de-melão (*Peponocephala electra*) (Alves-Junior et

al., 1996; Medeiros, 2006). As espécies de hábitos oceânicos como a jubarte, o cachalote, as baleias-piloto e a falsa orca, não ocorrem naturalmente na área de influência delimitada. Por fim, é também de referir que algumas das espécies de baleias da ordem Mysticeti que ocorrem na região têm um estatuto de conservação desfavorável (“Em Perigo”), embora tendo em conta os hábitos oceânicos, não seja provável encontrá-las na área de estudo e área diretamente afetada pelo projeto.

Sirênios

A ordem Sirenia possui duas espécies no Brasil, o peixe-boi-da-Amazônia (*Trichechus inunguis*) que se distribui no interior da bacia amazônica e o peixe-boi marinho (*Trichechus manatus manatus*) que ocorre em ambientes costeiros e estuarinos (Zerbini et al., 1999). Os peixes-boi são os únicos mamíferos aquáticos herbívoros existentes. Habitam rios, estuários e águas costeiras rasas nas zonas tropicais.

O peixe-boi-marinho é uma espécie em perigo de extinção devido à caça indiscriminada, para obtenção da sua carne e gordura, ao encalhe e captura acidental de filhotes em redes de pesca associados à sua baixa taxa reprodutiva, atropelamento por barcos, poluição marinha e devastação das suas áreas de alimento (manguezal), com a consequente redução do seu habitat natural. Por este motivo, o governo do Brasil realiza, desde 1980, um esforço em prol da conservação da espécie com o Projeto Peixe-Boi (Figura V.2.1.2-2).

A ocorrência do peixe-boi-marinho está associada a ambientes estuarinos, bancos de gramíneas e recifes costeiros, locais onde encontram condições propícias ao pastoreio. Um estudo efetuado na região costeira de Sagi (litoral sul do estado do Rio Grande do Norte que faz fronteira com Paraíba) registrou uma ocorrência de animais entre os 0,4 e 3,8 m de profundidade, a uma distância da costa que varia entre 5 a 30 m. No entanto, é também observado que estes valores podem variar, como referido, de acordo com a disponibilidade de alimento.

A distribuição de peixe-boi-marinho é descontínua ao longo da costa e restrita às regiões norte e nordeste, entre os estados do Amapá e Alagoas. Foi também observada no município de Guamaré em ambientes estuarinos e áreas adjacentes. A abundância estimada para a zona costeira do Nordeste é de aproximadamente 278 peixes-boi sendo estimada em cerca de 500 para a totalidade da área de distribuição da espécie.

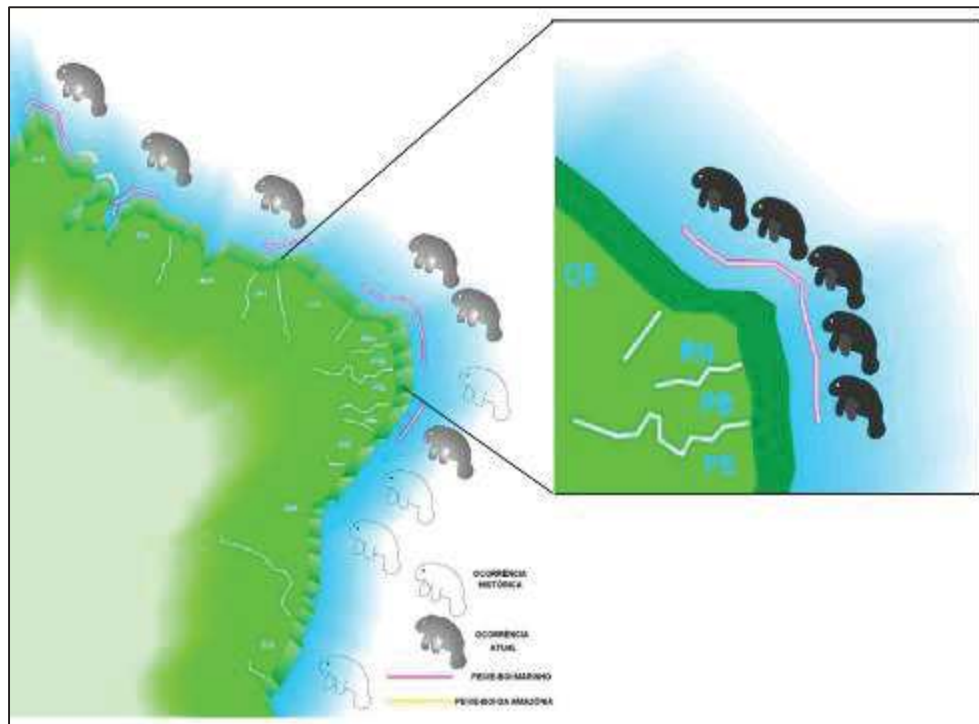


Figura V.2.1.2-2 - Esquema da distribuição histórica e atual do peixe-boi ao longo do litoral Nordeste do Brasil. O detalhe mostra as ocorrências de encalhes de filhotes

Fonte: Lima, 2001

A região costeira em frente a Icapuí (fora da área de estudo) é apontada como uma área frequentada pela população destes animais durante todo o ano (cerca de dez indivíduos), provavelmente devido à presença de extensos bancos de capim-agulha (*Syringodium filiforme*) e macroalgas (*Glacilaria cornea*, *Soliera spp.*, *Hypnea musciforme* e *Caulerpa spp.*), os principais alimentos do peixe-boi-marinho (AQUASIS, 2003).

Têm sido registrados encalhes de peixe-boi-marinho nas praias do Rio Grande do Norte e da costa leste do Ceará, principalmente de filhotes que ficam presos em redes de pesca (Quadro V.2.1.2-5). Este parece ser um dos aspectos mais problemáticos para a conservação da espécie. Paludo (1998) observou que os meses de verão correspondem à época de maior número de nascimentos, sendo o período de reprodução, quando os animais se agrupam, o mais vulnerável relativamente à captura acidental e intencional. Não se sabe se a sazonalidade de ocorrências verificada está relacionada à migração dos indivíduos para outras áreas ou, apenas à dispersão dos indivíduos ao longo das mesmas áreas nas quais ocorrem

as atividades reprodutivas de formação de grupos ou manadas (Paludo, 1998). Segundo a autora, os fatores que determinam tal sazonalidade ainda são desconhecidos para a população brasileira de peixes-boi marinhos.

Quadro V.2.1.2-5 - Períodos de ocorrência de peixe-boi-marinho na área de estudo.

Meses	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
Probabilidade de ocorrência de peixe-boi-marinho	x	x	x*	x*				x*	x	x*	x	x

Fonte: Paludo, 1998 e Luna et al., 2001; *Observação dos maiores índices de encalhe de filhotes.

Quelônios

Os quelônios são répteis marinhos pertencentes à ordem Testunides, diferenciando-se dos outros vertebrados pelo desenvolvimento de uma estrutura de proteção que reveste o corpo da animal chamada carapaça, na zona dorsal, e plastrão, na zona ventral. Esta ordem é constituída por tartarugas (água doce e salgada), jabotis (tartarugas terrestres) e cágados (água doce). Os quelônios incluem 7 espécies distribuídas por 5 gêneros. São animais solitários que permanecem submersos durante muito tempo, o que dificulta os estudos do seu comportamento. A maior parte do que se conhece sobre estes organismos refere-se à desova das fêmeas, que acontece normalmente em praias. O seu tamanho (comprimento da carapaça) varia entre cerca de 70 cm (*Lepidochelys olivacea*) a 213 cm (*Caretta caretta*). São animais omnívoros, alimentando-se de uma variedade de esponjas, cnidários, moluscos, crustáceos, peixes e algas.

Possuem visão, olfato e audição bastante desenvolvidos, além de uma apurada capacidade de orientação sendo animais migratórios por excelência. Sabe-se que são capazes de detectar o ângulo e a intensidade do campo magnético terrestre, através da presença de magnetita (mineral muito sensível à direção do campo magnético) no seu cérebro sugerindo a capacidade de orientação em mar aberto, embora não seja ainda claro qual é o mecanismo concreto (Hays et al., 2001). De qualquer modo, o seu sistema de orientação permite-lhes saber o momento e o local para a reprodução quando atingem a maturidade sexual, realizando viagens transoceânicas para voltar às praias onde nasceram e desovar.

São cinco as espécies de tartarugas marinhas que habitam a costa brasileira e a área diretamente afetada pelo projeto usando a zona como abrigo, como área de alimentação e, esporadicamente, como área de reprodução (CENPES/TAMAR, 2005), conforme detalha o Quadro V.2.1.2-6. A predação humana de ovos e carne por comunidades costeiras, bem como a pesca acidental (*bycatch*), são fatores que têm debilitado a abundância de indivíduos destas cinco espécies e por isso todas elas possuem um estatuto de conservação classificado como “ameaçado”, quatro delas na categoria de “em perigo” ou “criticamente em perigo” (Ribeiro et al., 2014; Portal da Biodiversidade, 2019; IUCN, 2019). A Portaria do IBAMA nº 1522 de 19/12/89 é o instrumento legal que declara as tartarugas marinhas ameaçadas de extinção. Baseadas nesta Portaria existem outras leis estaduais que regulam questões específicas relacionadas com a proteção destas espécies como a iluminação artificial (Portaria nº 11 de 31/01/1995) e o trânsito de veículos nas praias (Portaria nº 10 de 30/01/1995).

Desde 2010, a Petrobras tem conduzido Projetos de Monitoramento de Praias (PMPs) na Baía Potiguar (entre outras), com o objetivo de registrar as ocorrências de encalhes de animais marinhos como tartarugas, e identificar evidências entre os encalhes desses organismos e as atividades de exploração e produção de petróleo e gás natural (Reis et al., 2014).

Quadro V.2.1.2-6 - Lista de espécies e respectivo estatuto de conservação de tartarugas marinhas que habitam a costa brasileira.

Nome científico	Nome comum	Estado de conservação
Caretta caretta	Tartaruga-cabeçuda	Ameaçada / Em perigo (1)
Chelonia mydas	Tartaruga-verde	Em Perigo (2)
Dermochelys coriacea	Tartaruga-de-couro	Ameaçada / Criticamente em perigo (1)
Eretmochelys imbricata	Tartaruga-de-pente	Criticamente em perigo (2)
Lepidochelys olivacea	Tartaruga-oliva	Vulnerável (2)

Fonte lista de espécies: Luschi et al., 1998; Papi et al., 2000; Hays et al., 2001; Reis et al., 2014; Ribeiro et al., 2014;
Fonte do estatuto de conservação: (1) Portal da Biodiversidade do Brasil, 2019; (2) IUCN, 2019)

Na Baía Potiguar, foi feito monitoramento de trechos descontínuos de praia com avaliação necroscópica dos animais encalhados, entre Aquiraz e Caiçara do Norte, totalizando aproximadamente 336 km. Nesta extensão, foi registrado um número de 1984 encalhes de quelônios, cerca de 0,1 encalhes por cada 10 km.

A espécie mais frequentemente registrada foi a tartaruga-verde (*Chelonia mydas*; 92%), seguindo-se a tartaruga-de-pente (*Eretmochelys imbricata*; 4,5%), a tartaruga-oliva (*Lepidochelys olivacea*; 2%) e a tartaruga-cabeçuda (*Caretta caretta*; 1%). A elevada frequência de encalhe da tartaruga-verde está associada ao uso de habitat desta espécie, já que os juvenis utilizam a região costeira de quase todo o litoral brasileiro para alimentação e descanso. No entanto, os encalhes tem relação forte com a atividade de pesca e com resíduos sólidos (lixo em especial plástico) (Reis et al., 2014). A Figura V.2.1.2-3 apresenta as rotas migratórias da tartaruga verde entre a ilha da Ascensão no Atlântico Sul e a costa Brasileira. Sabe-se também, a partir do projeto TAMAR-IBAMA, que tem realizado monitoramentos através do acompanhamento por satélite de indivíduos capturados e marcados, através da sua recaptura, que a área diretamente afetada pelo projeto é o ponto de partida das rotas migratórias de vários indivíduos com destino à Nicarágua e ilhas da Trindade e Tobago.

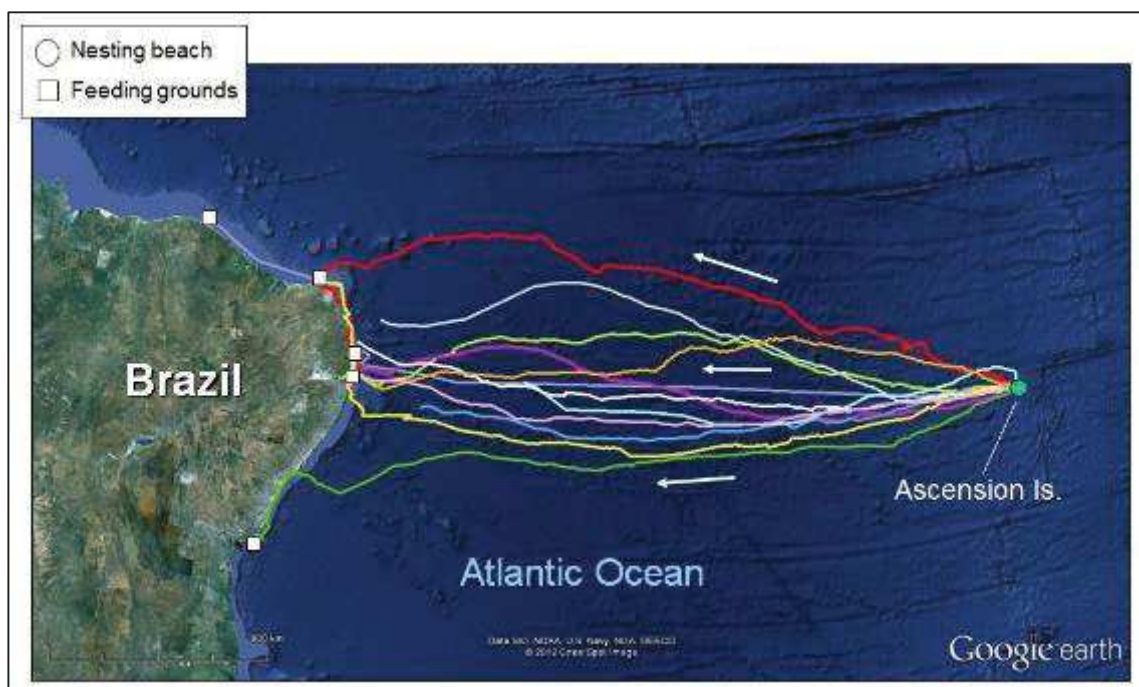


Figura V.2.1.2-3 - Rotas migratórias da tartaruga verde (*Chelonia mydas*) entre a ilha Ascensão e a costa Brasileira.

Fonte: https://people.unipi.it/paolo_luschi/research-2/migrations-of-adult-turtles/; Luschi et al., 1998; Papi et al., 2000; Hays et al., 2001)

A tartaruga-de-couro é uma espécie oceânica que se aproxima da costa em raras ocasiões e é a mais ameaçada na região sendo, no entanto, pouco frequente na área diretamente afetada pelo projeto (Quadro V.2.1.2-7). A desova de tartarugas na costa dos municípios da baía Potiguar foi apenas confirmada para a região

da Praia de Pipa (Tibau do Sul/RN) que se encontra fora da área diretamente afetada pelo projeto (Petrobras, 2007). No entanto, a região de Guamaré é indicada como área de reprodução das espécies de *Eretmochelys imbricata* e *Lepidochelys olivacea* embora não sendo tão importante como outras áreas do litoral brasileiro. O quadro a seguir apresenta os períodos de ocorrência e desova de quelônios na área diretamente afetada pelo projeto.

Quadro V.2.1.2-7 - Períodos de ocorrência e desova de quelônios (x) na área diretamente afetada pelo projeto

Meses	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
Ocorrência	x	x	x	x	x		x	x	x	x	x	x
Desova	x	x	x	x					x	x	x	x

Fonte: Marcovaldi, 1998 e Lima et al., 2001

V.2.1.3 - Comunidades Bentônicas

Macrofitobentos

O Macrofitobentos inclui organismos fotossintéticos tais como macroalgas e angiospermas (gramas marinhas). As macroalgas são representadas essencialmente por organismos pluricelulares apresentando ampla distribuição desde a zona intertidal até grandes profundidades. As gramas marinhas são plantas avasculares que se fixam ao substrato, ocorrendo submersas sob forma de pradaria.

O macrofitobentos desempenha um papel importante como produtor primário na base da rede trófica dos ambientes marinhos e costeiros, proporcionando condições favoráveis como berçário, refúgio e reprodução de diversos organismos. Além disso, são importantes na ciclagem de nutrientes e na estabilização de sedimentos. O fitobentos é utilizado como indicador de poluição, como por exemplo poluição orgânica ou por metais traço.

Na Baía Potiguar foram identificados 184 taxas de macrofitobentos (Figura V.2.1.3-1). O grupo mais representativo em termos de espécies foi a divisão Rhodophyta (algas vermelhas) com 8 ordens – Corallinales, Gelidiales, Nemaliales, Gigartinales, Halymeniales, Gracilariales, Rhodymeniales e Ceramiales, e 14 famílias, sendo as mais representativas as Rhodomelaceae (23 espécies), Ceramiaceae (14 espécies), Corallinaceae (14 espécies) e Gracilariaceae (11 espécies). O gênero com maior riqueza taxonômica foi *Gracilaria* (9 espécies).

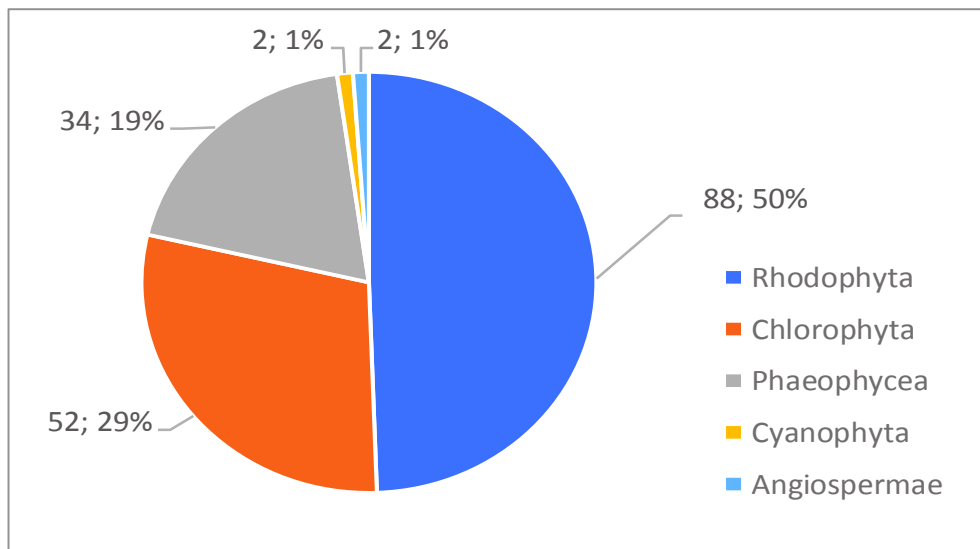


Figura V.2.1.3-1- Número de espécies e respectiva percentagem relativa registrada em cada divisão de macrofitobentos.

Fonte: Petrobras (2006, 2011, 2015)

A divisão Chlorophyta representa o segundo grupo mais representativo em termos de número de espécies, estando distribuído por quatro ordens: Ulvales, Cladophorales, Bryopsidales e Dasycladales, e 11 famílias, destacando-se as Caulerpaceae (11 espécies), Udoteaceae (14 espécies), Cladophoraceae (7 espécies) e Siphonocladaceae (05 espécies). Os gêneros *Caulerpa* (10 espécies) e *Halimeda* (7 espécies) apresentaram a maior riqueza taxonômica para esta Divisão.

O terceiro grupo mais representativo em termos de número de espécies corresponde a divisão Phaeophyceae que se distribui por cinco ordens – Chordariales, Scytosiphonales, Sphacelariales, Dictyotales e Fucales, e 5 famílias, sendo as mais representativas a Dictyotaceae (23 espécies) e a Fucaceae (7 espécies). Os gêneros *Dictyota* (10 espécies), *Sargassum* (07 espécies) e *Dictyopteris* (06 espécies) apresentaram a maior riqueza taxonômica.

A Divisão Cyanophyta esteve pouco representada na composição do macrofitobentos, com apenas 02 espécies da família Oscillatoriaceae, ordem Nostocales. Também as Angiospermae estiveram pouco representadas, com 2 famílias, Cymodoceaceae e Hydrocharitaceae da ordem Alistinatales.

O maior número de taxa (116 espécies) ocorreu até 10 m de profundidade. Nesta secção, os gêneros *Gracilaria* (8 espécies), *Dictyota* (8 espécies) e *Caulerpa* (7 espécies), foram os de maior riqueza taxonômica. Entre 10 e 40 m foram identificadas 92 espécies. Os gêneros de maior riqueza taxonômica foram *Dictyota* (06

espécies), *Halimeda* (06 espécies) e *Caulerpa* (05 espécies). Em profundidade superior a 40 m foram identificadas 70 espécies, destacando-se os gêneros *Dictyopteris* (06 espécies) e *Caulerpa* (05 espécies).

Em função da frequência de ocorrência (em %) foram definidas as categorias: i) muito frequentes (>70%), ii) frequentes (40-70%), iii) pouco frequentes (10-40%), e iv) raras (<10%). Dos 184 taxa, 164 (89%) foram considerados raros, 19 (10%) pouco frequentes e apenas 1 espécie (Rhodophyta - *Bryothamnion triquetrum*) foi considerada frequente. Nenhuma espécie foi considerada muito frequente.

Na área de estudo, conhecida como Ubarana, foram identificados 54 taxa, dentro dos quais 28 espécies pertencem à divisão Rhodophyta, 13 à Phaeophyceae, dez à Chlorophyta, duas à Angiospermae e uma à Cyanophyta. Os gêneros *Dictyopteris* (4 espécies) e *Caulerpa* (3 espécies) apresentaram maior riqueza taxonômica. Nesta área (Ubarana), dos 54 taxa observados 9 (17%) foram considerados como raros, 35 (65%) pouco frequentes, 6 (11%) como frequentes e 4 (7%) como muito frequentes. Dos taxa enquadrados como raros encontram-se quatro da divisão Rhodophyta, dois da Phaeophyceae, dois da Chlorophyta e um da Angiospermae, todas com frequências de ocorrência de 5,5%. Dezoito Rhodophyta e uma Cyanophyta foram classificadas como pouco frequentes, com ocorrência entre 11% e 39%. Das espécies consideradas como frequentes encontram-se três da divisão Rhodophyta, duas da Chlorophyta, e uma da Angiospermae, com frequências entre 44% e 67%. Entre as espécies muito frequentes incluem-se três da divisão Rhodophyta e uma da Chlorophyta. *Bryothamnion seaforthii* obteve 100% de frequência de ocorrência, seguida de *Bryothamnion triquetrum* e *Caulerpa prolifera*, ambas com 89%, e *Prokuetzingia schottii* com 72%.

Macrozoobentos

As comunidades de macroinvertebrados bentônicos (macrozoobentos) apresentam diversas características que oferecem vantagens para estudos de monitoramento ambiental (UNESCO, 1980; Clarke & Warwick, 1993; Weisberg et al., 1997), como por exemplo: a) mobilidade restrita, o que permite estudos localizados de poluição; b) a maioria das espécies completa todo, ou a maior parte, do seu ciclo de vida associado ao sedimento, servindo como monitores contínuos da qualidade do ambiente; c) os resultados dos estudos de populações locais submetidas ou não a impacto ambiental são, na maioria das vezes, facilmente interpretáveis, sendo de

entendimento acessível por parte de administradores, gerenciadores e do público em geral.

Nos anos de 2002-2004 foram realizadas na Baía Potiguar duas malhas amostrais visando caracterizar a área quanto à estrutura da comunidade de fauna bentônica, determinando os seus padrões de variação espacial e temporal regional, além de avaliar os possíveis efeitos do descarte de efluentes do Pólo Industrial através dos emissários submarinos. Nessas campanhas foram identificados um total de 1762 taxa distribuídos pelos grupos Mollusca (604), Crustacea (447), Annelida (313) e outros animais bentônicos (398).

Na malha de monitoramento ambiental dos emissários submarinos foi encontrada uma elevada riqueza de 766 taxa (sendo 206 com uma única ocorrência) em comparação com outras áreas da plataforma interna do litoral brasileiro. E os valores de densidade apresentados foram elevados mesmo se comparados aos valores mais altos registrados no Score Nordeste ou no Score Central.

Nessa área foram registradas várias espécies endêmicas do Brasil, bem como um conjunto extenso de espécies representando novas ocorrências para o Nordeste. Foram também identificadas várias espécies de interesse econômico (Quadro V.2.1.3-1).

Quadro V.2.1.3-1 - Exemplos de espécies de macrozoobentos identificadas na Baía de Potiguar.

Grupos e classes		Espécies	
<i>Espécies endêmicas</i>			
Crustacea	Decapoda	<i>Acanthonyx petiverii</i>	<i>Lithadia vertiginosa</i>
		<i>Batrachonotus fragosus</i>	<i>Microlissa brasiliensis</i>
		<i>Chasmocarcinus meloi</i>	<i>Podochela brasiliensis</i>
		<i>Epialtoides rostratus</i>	<i>Podochela minuscula</i>
		<i>Epialtus brasiliensis</i>	<i>Scyllarides brasiliensis</i>
		<i>Isocheles sawayai</i>	<i>Tyche potiguara</i>
		<i>Lithadia conica</i>	
	Isopoda	<i>Excorallana costata</i>	<i>Metacirolana menziesi</i>
	Stomatopoda	<i>Neogonodactylus moraisi</i>	<i>Hemisquilla braziliensis</i>
	Tanaidacea	<i>Paraleiopus macrochelis</i>	
Mollusca	Gastropoda	<i>Charonia variegata*</i>	<i>Strombus pugilis*</i>
		<i>Lobatus goliath*</i>	<i>Stylocheilus longicauda*</i>
<i>Novos registros de espécies</i>			

Mollusca	Bivalvia	Cuspidaria ros-trata Felaniella vilardebo-ana Limatula regularis	Lioberus castanea Propeleda fortiana Pseudomacalia antillarum
	Cephalopoda	<i>Eledone massyae</i>	
	Gastropoda	<i>Amphissa acuminata</i> <i>Arene briarea</i> <i>Arene microforis</i> <i>Atys sandersoni</i> <i>Bacteridium bermu-dense</i> <i>Bacteridium resticu-lum</i> <i>Calliotropis globosa</i> <i>Carinodrillia brazilien-sis</i> <i>Cerithiopsis io</i> <i>Cerithium bayeri</i> <i>Compsodrillia acestra</i> <i>Conus lemniscatus</i>	<i>Crenella decussata</i> <i>Cyclostremiscus panamensis</i> <i>Drilliola loprestiana</i> <i>Egila virginiae</i> <i>Eratoidea janeiroensis</i> <i>Gemmula periscelida</i> <i>Hastula imitatrix</i> <i>Ivara terryi</i> <i>Kurtziella serga</i> <i>Odostomia unidentata</i> <i>Subcancilla candida</i> <i>Terebra doellojuradoi</i>
<i>Espécies de interesse comercial</i>			
Crustacea	Decapoda	<i>Callinectes</i> spp. <i>Menippe nodi-frons</i> <i>Panulirus argus</i> <i>Panulirus laevicauda</i>	<i>Penaeus subtilis</i> <i>Penaeus schmitti</i> <i>Scyllarides brasiliensis</i> <i>Xiphopenaeus kroyeri</i>
Mollusca	Bivalvia	<i>Anadara</i> spp. <i>Anomalocardia flexuosa</i>	<i>Chione</i> spp. <i>Tivela</i> spp.
	Gastropoda	<i>Cassis</i> spp.	<i>Strombus</i> spp.

*Ameaçada de extinção.

Considerando os principais 25 taxóons amostrados, o Mollusca *Bittiolium varium* apresentou uma frequência relativa de cerca de 100% e uma abundância relativa de cerca de 40% na malha de monitoramento ambiental dos emissários submarinos. Esta espécie apresenta distribuição ampla, sendo muito comum entre associações de algas e fanerógamas marinhas de águas rasas, onde é frequentemente dominante, mesmo em outras regiões geográficas. Já a segunda espécie em abundância, o Annelida *Sphaerosyllis brasiliensis*, foi descrita recentemente

para o estado de São Paulo, estando associada ao coral *Mussismilia hispida*. No entanto, a sua elevada densidade e alta frequência de ocorrência na baía Potiguar indicam muito provavelmente que esta espécie utiliza uma maior variedade de habitats.

As densidades de macrobentos encontradas na malha de monitoramento ambiental dos emissários submarinos foram bastante elevadas com média de 11.800 indivíduos por m² quando comparadas aos valores da malha de caracterização ambiental da Baía Potiguar, onde foi observada a abundância média de 6900 indivíduos por m².

Avaliando a densidade de macrofauna, não foram encontradas diferenças temporais entre campanhas. Diferenças significativas foram encontradas entre os grupos de estações de coletadas, nas estações mais afastadas dos difusores dos emissários e nas estações localizadas no entorno do difusor do emissário I e II.

Em relação à diversidade, foram calculadas médias do número de taxa por amostra (S), diversidade (H') e equitabilidade (J') para os agrupamentos das estações (transectos e grupos) de ambas as malhas de amostragem. Na malha de monitoramento ambiental dos emissários submarinos foram evidenciadas para todos os três descritores mencionados variações temporais fortemente significativas entre campanhas. O número de taxa foi significativamente diferente em relação à distância dos emissários, sendo mais elevado no entorno do difusor do emissário I.

No período entre 2009-2010 foi feito um outro estudo para monitoramento da Baía Potiguar. Foram identificados 828 dos taxa, num total de 31301 indivíduos. Os grupos dominantes foram Mollusca (400 taxa), seguido de Crustacea (218 taxa), Nematoda (94 taxa), outros grupos (70 taxa) e Annelida (46 taxa). De notar que no estudo anterior (2002-2004) não foram contemplados organismos do Phylum Nematoda.

Nas campanhas de 2009-2010, apenas 10-13 das taxas obtiveram frequência de ocorrência igual ou superior a 50%. Os Mollusca representaram 47% da abundância, seguidos de Annelida (32%), Crustacea (13%), Nematoda (4%) e outros grupos (4%). Dos 25 taxa mais abundantes encontram-se os Syllidae (anelídeos poliquetas) e o Mollusca *Bittiolium varium*. A biomassa apresentou variação forte entre estações de coleta, no entanto sem padrão aparente.

Em termos de diversidade, a riqueza específica média variou entre estações de coleta e entre transectos, com a maior variação associada às diferentes profundidades, onde o número de taxa aumentou de zonas rasas (~35 taxa nos 5 m) para

zonas mais profundas (~80 taxa nos 50 m). A diversidade de Shannon (H') acompanhou a tendência da riqueza específica, aumentando dos 5 m até aos 50 m.

Em 2014, foram realizadas mais duas campanhas de monitoramento ambiental da Baía Potiguar. Foram identificados 623 dos taxa e um total de 24.055 indivíduos. As associações bentônicas foram dominadas pelos Crustacea (218 taxa), Mollusca (196 taxa), Nematoda (118 taxa), Annelida (51 taxa) e outros grupos (50 taxa). Nestas campanhas, apenas 11-25 dos taxa apresentaram frequência de ocorrência igual ou superior a 50%. Ainda assim, este número de taxa é quase o dobro daquele observado nas campanhas de 2009-2010 (10-13 taxa).

Os Annelida representaram 56% da abundância, seguidos de Crustacea (19%), Nematoda (12%), Mollusca (10%), e outros grupos (3%). Os taxa mais abundantes foram também anelídeos. A biomassa apresentou variação forte entre estações de coleta, no entanto sem padrão aparente.

A riqueza específica média variou pouco (em comparação com as campanhas de 2009-2010) entre estações de coleta (25-45 taxa) e entre transectos (28-45 taxa), ainda que tenha sido observado um aumento da riqueza de estações rasa (10 m) para estações mais profundas (50 m). A diversidade de Shannon (H') foi elevada, com os maiores valores encontrados nas profundidades de 50 m.

Em suma, a área de estudo da Baía Potiguar, em especial a zona dos emissários submarinos, apresenta uma riqueza considerável de macrozoobentos e também de macrofitobentos. Apesar das diferenças encontradas entre diferentes anos de monitoramento a abundância relativa dos taxa foi semelhante.

Recifes

No Estado do Rio Grande do Norte, os recifes são principalmente de formação mineralógica, sendo designados de recifes de arenito. Os recifes localizam-se paralelos à costa longitudinalmente no sentido nordeste-sudeste, geralmente a 4-6 km da praia em profundidades até aos 28 m (Garcia Jr., 2006). Estas formações recifais estendem-se cerca de 30 km paralelas à costa.

As espécies de corais registradas na região são *Siderastrea stellata*, *Mussismilia hispida*, *Mussismilia hartti*, *Porites branneri*, *Porites astreoides*, *Stephanocoenia michelini*, *Montastrea cavernosa*, *Meandrina brasiliensis*, *Scoloyia welsii* (Castro, 2002). Os hidrocorais como a espécie *Millepora alcicornis* também ocorrem nestas áreas recifais. Na plataforma continental, é observada a presença de grandes campos de recifes de arenito ocorrendo entre os 20 m e os 50 m de profundidade. Inspeções de mergulho permitiram caracterizar os recifes (Quadro V.2.1.3-2).

Quadro V.2.1.3-2 - Exemplos de organismos formadores de colônias em recifes da Baía de Potiguar.

GRUPO		ESPÉCIES	
Cnidaria	Anthozoa	<i>Montastraea cavernosa</i> <i>Porites astreoides</i> <i>Siderastrea stellata</i>	
Porifera	Demospongiae	<i>Scoplaina ruetzleri</i> <i>Callyspongia (Cladochalina) vaginalis</i> <i>Ectyoplasia ferox</i>	<i>Ircinia sp.</i> <i>Spirastrella sp.</i> <i>Aiolochoiria sp.</i>
Foraminifera	Foraminifera	<i>Amphisorus hemprichii</i> <i>Amphistegina gibbosa</i> <i>Archaias angulatus</i> <i>Heterostegina antillarum</i>	<i>Laevipeneroplis proteus</i> <i>Homotrema rubra</i> <i>Peneroplis (peneroplis) carinatus</i>

Especificamente na área de influência das atividades de Ampliação do Sistema de Injeção de Água do Campo de Ubarana foram identificadas as seguintes formações recifais: i) Urca do Minhoto (Guamaré); ii) Banco das Agulhas (Guamaré); e iii) Urca do Tubarão (Macau). Nesta área foram encontrados recifes de algas calcárias formados principalmente pela família Corallinacea, destacando-

se as espécies pertencentes aos gêneros *Lithophyllum*, *Titanoderma*, *Lithophorella*, *Neogoniolithon*, *Spongites*, *Lithothamnion*, *Melobesia*, *Mesophyllum*, *Phymatolithon* e *Amphiroa*, além das espécies do gênero *Peyssonnelia* (não calcárias, da família Peyssonneliaceae).

Associados aos recifes estão diversos invertebrados bentônicos, principalmente moluscos gastrópodes, bivalves e cefalópodes, crustáceos decápodes, anelídeos sésseis e errantes, esponjas, cnidários, corais, hidrocorais e gorgônias (Quadro V.2.1.3-3).

Quadro V.2.1.3-3 - Exemplos de organismos associados a recifes na área de influência das atividades de Ampliação do Sistema de Injeção de Água do Campo de Ubarana.

GRUPO		ESPÉCIES	
Mollusca	Bivalvia	<i>Anadara notabilis</i> <i>Donax spp.</i> <i>Laevicardium brasiliense</i>	<i>Lucina spp.</i> <i>Tellina spp.</i>
	Gastropoda	<i>Diodora spp.</i> <i>Natica marochiensis</i> <i>Neritina spp.</i>	<i>Tegula spp.</i> <i>Terebra imitatrix</i>
	Cephalopoda	<i>Octopus spp.</i>	
Crustacea	Decapoda	<i>Callinectes spp.</i> <i>Paguroidea</i>	<i>Panulirus argus</i> <i>Panulirus laevicauda</i>
Annelida	Polychaeta	<i>Spirobranchus spp.</i> <i>Eurythoe spp.</i>	
Cnidaria	Anthozoa	<i>Palythoa spp.</i> <i>Zoanthus spp.</i>	

A norte da localização do projeto existem também fundos carbonáticos inorgânicos, conhecidos com arenito de praia ou rocha praial (*beachrocks*) onde o desenvolvimento de recifes de coral é propício (Santos et al., 2007).

Os recifes de coral albergam uma biodiversidade muito elevada correspondente a ambientes muito importantes do ponto de vista da bioconservação, sendo por este motivo habitats amplamente protegidos na costa do Brasil.

V.2.2 - Avifauna

Ao contrário de outros organismos tais como a ictiofauna ou a macrofauna bentônica, a avifauna não é de fácil setorização. Desta forma, serão apresentados dados de avifauna disponíveis numa área que supera área de estudo.

Na região costeira dos Estados do Ceará e Rio Grande do Norte ocorrem seis das nove ordens de aves marinhas e costeiras descritas para o Brasil. Foram registradas 45 espécies de aves, entre elas várias espécies de maçaricos (rasteirinho, solitário, perna-amarela), batuíras, garças e gaivotas. Para o complexo litoral da Baía Potiguar, que inclui os Municípios de Porto do Mange, Caraubais, Pendências, Macau, Guamaré e Galinhos, existem censos de avifauna realizados desde 1987, com estimativas de 14.700 aves nesse local (Irusta e Cassimiro, 2006). Uma grande parte das espécies foram registradas pontualmente, em determinadas épocas do ano (aves migradoras) enquanto que outras estão presentes durante todo o ano. Descrevem-se seguidamente estes dois grupos de aves: residentes e migradoras.

V.2.2.1 - Avifauna Residente

De acordo com o estudo efetuado por Alpina Briggs / Petrobras (2002), são várias as espécies residentes na zona costeira da área de estudo. Destas espécies, estão listadas no Quadro V.2.2.1-1 as espécies típicas de habitats costeiros como praias e estuários. Das espécies identificadas no estudo referido, excluíram-se aquelas que ocorrem exclusivamente em estuários uma vez que o projeto não terá nenhum componente nem afetará direta ou indiretamente este tipo de sistemas costeiros. Das espécies listadas no Quadro V.2.2.1-1 destaca-se o maçarico-solitário, espécie ameaçada de extinção na categoria de vulnerável. Verifica-se também que das espécies listadas, poucas são aquelas que têm informação sobre os seus períodos de nidificação. Apesar disso, verifica-se que o período de Dezembro a Julho é aquele no qual as espécies, para as quais existe informação, realiza a nidificação.

Quadro V.2.2.1-1 - Avifauna residente na zona costeira do estado do Rio Grande do Norte: lista de espécies, distribuição e estatuto de conservação.

NOME CIENTÍFICO	NOME COMUM	ESTADO DE CONSERVAÇÃO	HABITAT
<i>Arenaria interpres</i>	Vira-pedras	Não ameaçada (1)	Praias e estuários; época de nidificação não conhecida
<i>Bulbucus ibis</i>	Garça-vaqueira	Não ameaçada (1)	Estuários e praias; época de nidificação não conhecida
<i>Butorides striata</i>	Socozinho	Não ameaçada (1)	Estuários e praias; época de nidificação de março a julho
<i>Casmerodius albus</i>	Garça-branca ou garça-branca-grande	Não ameaçada (1)	Estuários e praias; época de nidificação não conhecida
<i>Charadrius collaris</i>	Batuíra-de-coleira	Não ameaçada (2)	Estuários e praias; época de nidificação de dezembro a julho
<i>Charadrius wilsonia</i>	Batuíra-bicuda	Não ameaçada (2)	Indivíduos solitários registrados em dezembro, janeiro e março
<i>Coragyps atratus</i>	Urubu-de-cabeça-preta	Não ameaçada (1)	Praias e estuários; época de nidificação não conhecida
<i>Egretta thula</i>	Garça-branca-pequena	Não ameaçada (1)	Estuários e praias; época de nidificação não conhecida
<i>Fregata magnificens</i>	Tesourão ou fragata	Não ameaçada (1)	Praias; época de nidificação não conhecida
<i>Haematopus palliatus</i>	Piru-piru	Não ameaçada (1)	Estuários e praias; época de nidificação não conhecida
<i>Larus cirrocephalus</i>	Gaivota-de-cabeça-cinza	Não ameaçada (2)	Estuários e praias; época de nidificação de junho a agosto
<i>Mimus gilvus</i>	Sabiá-de-praia	Não ameaçada (1)	Estuários e praias; época de nidificação não conhecida
<i>Sterna dougalli</i>	Trinta-réis -róseo	Ameaçada / Vulnerável (1)	Praias; época de nidificação não conhecida

NOME CIENTÍFICO	NOME COMUM	ESTADO DE CONSERVAÇÃO	HABITAT
<i>Sterna eurygnatha</i>	<i>Trinta-réis-de-bico-amarelo</i>	<i>Não ameaçada (1)</i>	<i>Estuários e praias; época de nidificação não conhecida</i>
<i>Sterna nilotica</i>	<i>Trinta-réis-de-bico-preto</i>	<i>Não ameaçada (1)</i>	<i>Estuários e praias; época de nidificação de março a julho</i>
<i>Tigrisoma lineatum</i>	<i>Socó-boi</i>	<i>Não ameaçada (1)</i>	<i>Estuários e praias; época de nidificação não conhecida</i>

Fonte lista de espécies: Alpina Briggs / Petrobras, 2002; Fonte do estatuto de conservação: (1) ICMBio, 2019; (2) IUCN, 2019

V.2.2.2 - Avifauna Migratória

As principais rotas migratórias da avifauna no Brasil encontram-se representadas na Figura V.2.2.2-1. Tendo em conta a área de estudo, verifica-se que a principal rota migratória a considerar é a “Atlântica”, ao longo de toda a costa Brasileira do Amapá até ao Rio Grande do Sul. O maior número de dados relacionado com aves migradoras setentrionais (aves cuja origem das suas migrações é o hemisfério norte) recai sobre algumas espécies de Charadriiformes na região costeira do país. Grande parte das aves limícolas (aves das zonas húmidas como estuários, lagoas costeiras e manguezais) brasileiras compõem uma população mundial que tem suas áreas de reprodução no ártico e, a cada ano, com a proximidade do outono boreal, cerca de trinta espécies migram para a América do Sul, chegando à costa brasileira (ICMBio, 2016).

Essas aves concentram-se num pequeno número de locais, destacando-se, na Região Nordeste, a costa de Icapuí, no Ceará, a região de Galinhos e Areia Branca, no Rio Grande do Norte, a Ilha Coroa do Avião, em Pernambuco, a região da Área de Proteção Ambiental de Piaçabuçu, em Alagoas, e as regiões de Mangue Seco e Cacha-Prego, na Bahia. Em geral, estas espécies permanecem no Brasil de setembro a maio e dependem de habitats importantes para descanso, muda de penas e alimentação, incluindo a reposição de energia gasta na migração e preparação para os voos de retorno (ICMBio, 2016)



Figura V.2.2.2-1 - Mapa das principais rotas de aves migratórias no Brasil.

Fonte: ICMBio, 2016

No estado do Rio Grande do Norte estão identificados dois locais importantes para as aves migratórias: a salina Diamante Branco (localizada em Galinhos) e uma área mais extensa denominada de complexo litoral da bacia de Potiguar (localizadas na área A representada na Figura V.2.2.2-2).

A Salina Diamante Branco é área de concentração de algumas espécies de aves limícolas, como *Calidris pusilla* com cerca de 1.500 indivíduos, *Tringa flavipes* com mais de 400 indivíduos e *Tringa melanoleuca* representada por mais de 300 indivíduos (Azevedo-Júnior e Larrazábal, 2011). No complexo litoral da bacia Potiguar há quatro localidades importantes em termos de concentração de aves migratórias: as salinas de Macau (120 km²) e de Galinhos (50 km²); a área em torno de Soledade (Macau; 15 km²) e a lagoa Lagamar (Carnaubais e Porto de Mangue; 2 km²). Destacam-se os registros de grupos de mais de 1.000 indivíduos de *Limnodromus griseus*, 2.800 indivíduos de *Calidris pusilla* e mais de 400 indivíduos de *Tringa flavipes* e *Tringa melanoleuca* (Irusta e Sagot-Martin 2011).

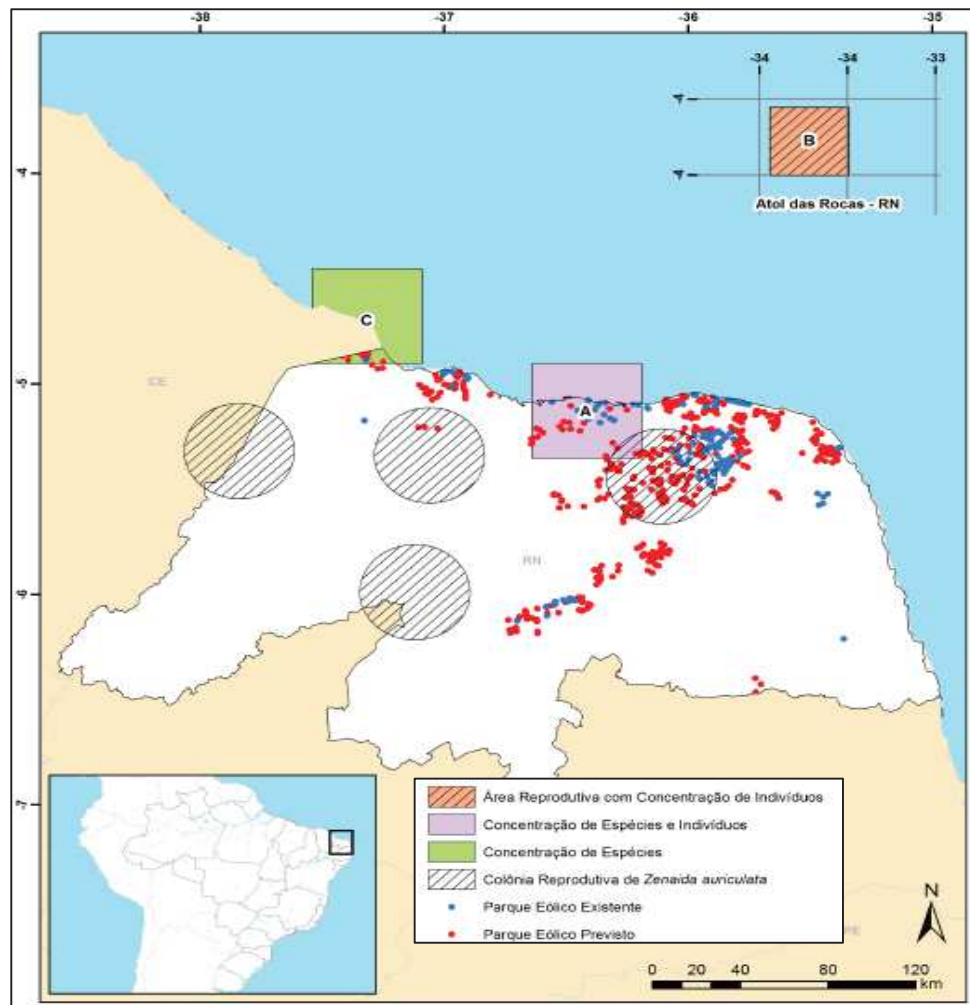


Figura V.2.2.2-2 - Áreas importantes para as aves migratórias no estado do Rio Grande do Norte.

Fonte: ICMBio, 2016

Dentro dos Charadriidae migratórios, existem também visitantes setentrionais, sendo o batuiruçu-de-axila-preta (*Pluvialis squatarola*) e a batuira-de-bando (*Charadrius semipalmatus*) os mais comuns. Dentro dos Scolopacidae, migrantes setentrionais incluem espécies representativas das praias locais, tais como o maçarico-solitário (*Tringa solitaria*), o maçarico-pintado (*Actitis macularia*), o maçarico-de-asa-branca (*Catoptrophorus semipalmatus*), o maçarico-de-papo-vermelho (*Calidris canutus*), o maçariquinho (*Calidris minutilla*), o maçarico-de-sobre-branco (*Calidris fuscicollis*), o maçarico-branco (*Calidris alba*) e o maçaricão (*Numenius phaeopus*). Dentro dos Laridae, os representantes mais comuns são as andorinhas-domar ou trinta-réis (gênero *Sterna*), cuja maioria das espécies é também proveniente do Hemisfério Norte.

O estado de conservação destas espécies encontra-se no Quadro V.2.2.2-1 salientam-se quatro das espécies listadas que estão ameaçadas de extinção na categoria de “Em Perigo”: o maçarico-rasteirinho (*Calidris pusilla*) e o maçarico-solitário (*Tringa solitaria*); e “ criticamente Em Perigo”: o maçarico-de-costas-brancas (*Limnodromus griseus*) e o maçarico-de-papo-vermelho (*Calibris canutus*).

Quadro V.2.2.2-1 - Espécies de aves migratórias no Rio Grande do Norte e área de estudo.

NOME CIENTÍFICO	NOME COMUM	ESTADO DE CONSERVAÇÃO	HABITAT
<i>Actitis macularius</i>	Maçarico-pintado	Não ameaçada (1)	Estuários e praias
<i>Calidris alba</i>	Maçarico-branco	Não ameaçada (1)	Estuários e praias
<i>Calidris canutus</i>	Maçarico-de-papo-vermelho	Ameaçada / Criticamente em Perigo (1)	Estuários e praias; época de nidificação não conhecida
<i>Calidris fuscicollis</i>	Maçarico-de-sobre-branco	Não ameaçada (1)	Em Galinhos, alguns indivíduos em novembro-dezembro e março-abril
<i>Calidris himantopus</i>	Maçarico-pernilongo	Não ameaçada (1)	Em março, abril e julho
<i>Calidris minutilla</i>	Maçariquinho	Não ameaçada (1)	Em Soledade, com alguns indivíduos na maior parte do ano, poucos invernando, e ausente em maio
<i>Calidris pusilla</i>	Maçarico-rasteirinho	Ameaçada / Em Perigo (1)	Estuários e praias
<i>Catoptrophorus semipalmatus</i>	Maçarico-de-asa-branca	Não ameaçada (2)	Estuários e praias
<i>Charadrius semipalmatus</i>	Batuíra-de-bando	Não ameaçada (2)	Mais de 400 indivíduos em dezembro e janeiro
<i>Limnodromus griseus</i>	Maçarico-de-costas-brancas ou Narceja-de-costas-brancas	Ameaçada / Criticamente em Perigo (1)	Estuários e praias

<i>Numenius phaeopus</i>	Maçarico-galego	Não ameaçada (1)	Máximos de 284 indivíduos em fevereiro, 182 em janeiro-fevereiro, e 137 em junho e início de julho
<i>Pluvialis squatarola</i>	Batuirucu-de-axila-preta	Não ameaçada (1)	Bandos de mais de 600 indivíduos entre dezembro e março
<i>Sterna hirundo</i>	Trinta-réis-boreal	Não ameaçada (1)	Com pequenos bandos (até 10 aves) nas praias e áreas intertidais, em novembro e janeiro e de maio a julho
<i>Tringa flavipes</i>	Maçarico-de-perna-amarela	Não ameaçada (1)	Estuários e praias
<i>Tringa melanoleuca</i>	Maçarico-grande-de-perna-amarela	Não ameaçada (1)	Estuários e praias
<i>Tringa solitaria</i>	Maçarico-solitário	Ameaçada / Em Perigo (1)	Estuários e praias
<i>Zenaida auriculata</i>	Ribaça ou pomba-de-bando	Não ameaçada (1)	Estuários e praias; época de nidificação de janeiro a maio
<i>Pandion haliaetus</i>	Águia-pescadora	Não ameaçada (1)	Estuários e praias

Fonte: ICMBio, 2019

V.3 - Meio Socioeconômico

O diagnóstico do meio socioeconômico foi elaborado conforme as premissas adotadas na seção IV.3 do capítulo anterior (sobre a definição da área de estudo do meio sócio econômico) e de acordo com a organização e conteúdo propostos no Termo de Referência para a elaboração do Estudo Ambiental (EA). A saber:

“3 - MEIO SOCIOECONÔMICO

Deverá ser conduzida uma pesquisa socioeconômica a partir de dados secundários, de forma que este diagnóstico apresente uma descrição da área de intervenção do empreendimento e dos grupos sociais potencialmente impactados, considerando os seguintes aspectos:

3.1 Proposição da área de exclusão de pesca adequada de forma a garantir a segurança dos pescadores e a integridade dos elementos do projeto.

3.2 Descrição das principais atividades econômicas desenvolvidas na área de exclusão de pesca proposta.

3.3 Caracterização das comunidades pesqueiras diretamente afetadas, incluindo populações tradicionais e extrativistas.

3.4 Quantificação da geração de empregos previstos em função das atividades de implantação do empreendimento.

3.5 Caracterização das áreas utilizadas para turismo, lazer e esportes aquáticos.”

Desta forma, a área de estudo do meio socioeconômico foi assumida como a área de intervenção do empreendimento, correspondendo aos municípios de Caiçara do Norte, Galinhos, Guamaré e Macau. Em relação aos grupos sociais potencialmente impactados, foram considerados os integrantes das comunidades pesqueiras presentes nestes quatro municípios, incluindo as populações tradicionais e extrativistas.

V.3.1 - Proposição da Área de Exclusão de Pesca

Não há legislação específica aplicável à empreendimentos eólicos *offshore* no Brasil. Assim sendo, a proposição da área de exclusão de pesca teve como referência a experiência europeia com parques de geração de energia eólica *offshore*.

A proposição das áreas de exclusão do empreendimento levou em consideração duas fases distintas do empreendimento, a instalação e a operação:

- ✓ 500 m a partir do aerogerador, durante a instalação do empreendimento, com duração de no máximo 30 dias;
- ✓ 50 m a partir do aerogerador, durante a operação do empreendimento, com duração estimada de 20 anos.

A maior distância de 500 m durante a fase de instalação é justificada pela presença e movimentação das quatro embarcações de apoio ao longo do processo de fixação das subestruturas, conexão do aerogerador e da torre anemométrica e lançamento do cabo submarino. Sendo que o período de 30 dias foi adotado de forma conservadora, considerando a necessidade das embarcações de apoio aguardarem melhores condições de mar para o início das atividades.

Para a fase de operação, a distância mínima de 50 m visa prevenir eventual contato das embarcações de pesca com as subestruturas. É importante ressaltar que a operação do aerogerador e torre anemométrica serão remotas e que as visitas para manutenção ocorrerão, no máximo, uma vez por mês, através de embarcações do tipo *surfer landing*.

V.3.2 - Descrição das Principais Atividades Econômicas Desenvolvidas na Área de Exclusão de Pesca

Conforme apresentado na seção IV.3, do Capítulo IV, a principal atividade econômica desenvolvida na área proposta para exclusão de pesca do empreendimento é a exploração e produção de petróleo e gás, consolidada há décadas através da existência de plataformas fixas, árvores de natal molhadas e dutos submarinos.

Esta área também é utilizada pela atividade pesqueira, sendo limitada à existência de embarcações com maior autonomia para viagens como, por exemplo, do tipo bote ou barco com propulsão a motor (considerando a distância de 20 km do empreendimento em relação à costa). Entre as espécies comerciais que podem ser pescadas, temos: lagosta, cioba, serra, guarajuba, bonito, ariacó, cavala, pescada e sardinha. Embarcações que realizam a pesca do peixe-voador e que comumente realizam grandes derivas em alto mar, também costumam transitar na região quando na ida e/ou retorno de suas pescarias.

Considerando que os peixes e as lagostas são organismos móveis e as estruturas da Planta Piloto de Geração Eólica *Offshore* podem funcionar como atratores, seria razoável inferir a possibilidade de pesca na área de exclusão do empreendimento. Entretanto, ressalta-se que para a definição do local de instalação do mesmo será respeitado um distanciamento mínimo de 100 metros das formações carbonáticas já mapeadas. Isto evitará a sobreposição com pesqueiros preexistentes.

V.3.3 - Caracterização das Comunidades Pesqueiras Diretamente Afetadas

Metodologia

A revisão de literatura foi um pré-requisito para o desenvolvimento da pesquisa de campo realizada pela equipe, de modo sistemático as temáticas relativas às comunidades tradicionais, área de estudo, impactos socioambientais e a implementação de aerogeradores offshore foram os norteadores deste relatório. A pesquisa bibliográfica foi realizada para fundamentar teoricamente e para subsidiar a

análise dos dados obtidos em campo. Convém enfatizar que o pensamento tem que estar em constante diálogo com o real, isto é, as categorias são apreendidas a partir da realidade, da observação empírica do movimento histórico concreto (QUIROGA, 1991; PONTES, 1997). De modo geral, foi realizado um levantamento em bases de dados nacionais e internacionais que contêm artigos de revistas, livros, teses e outros documentos.

Compreendemos que a entrevista semiestruturada, aliada à observação participante em campo constituem os dois principais instrumentos da coleta de dados, pois permite uma visão ampliada e integralizada do objeto de estudo, desta forma, optou-se por realizar dez entrevistas semiestruturadas (dividida em blocos), em cada um dos quatro municípios considerados pelo estudo de campo, como área de estudo do empreendimento a ser instalado, tendo como público alvo os pescadores ativos, respeitando o contexto individual e do grupo ao qual estão inseridos.

A escolha pela entrevista semiestruturada foi baseada na possibilidade de um diálogo direcionado e flexível, fundamentais para obter informações junto aos pescadores artesanais, que retratam suas experiências com narrativas subjetivas, com gestos e emoções, que podem ser observadas nesta modalidade de entrevista, que combina perguntas fechadas e abertas, com a possibilidade do entrevistado discorrer mais sobre o tema abordado, as perguntas previamente definidas direcionam o entrevistador, que pode realizar perguntas adicionais, esclarecer questões específicas, contextualizar, objetivando aproveitar ao máximo a participação do entrevistado e evitando sair da temática abordada.

Características Gerais dos Municípios da Área de Estudo

De modo geral, os municípios que compõem a área de estudo se conectam pelo desenvolvimento de atividades econômicas, como: pesca, parques eólicos, petróleo e gás, salinas e carcinicultura.

A distribuição, transmissão, geração (convencional e renovável) e comercialização de energia elétrica no Rio Grande do Norte é feita pela Neoenergia. Já a concessão dos serviços públicos de saneamento básico, captação, tratamento e distribuição de água no estado são realizados pela Companhia de Águas e Esgotos do Rio Grande do Norte (CAERN).

V.3.3.1 - Caiçara do Norte

O município de Caiçara do Norte comporta a maior comunidade pesqueira do norte do estado do Rio Grande do Norte. Segundo dados do Ministério da Pesca e Agricultura (MPA), em 2010 o município abrigava cerca de 700 pescadores registrados. Atualmente, esse número pode ser elevado para mais de 900 pescadores.

Historicamente, Caiçara do Norte possui a primeira colônia de pescadores criada no Estado do Rio Grande do Norte, sendo considerada a área de maior produção pesqueira artesanal do Estado. Ainda por isso, tem a pesca como sua principal fonte de renda. Em 2017, segundo dados do Projeto de Monitoramento do Desembarque Pesqueiro realizado pela PETROBRAS na localidade, o município teve sua produção estimada em 1.750 toneladas e movimentou cerca de R\$ 10.741.193,33 de reais, com base apenas no preço médio de primeira comercialização das espécies pescadas no município – isto é, com base apenas no recebidos pelos pescadores, não considerando os valores movimentados pelos compradores de peixe locais, popularmente denominados de rancheiros. Estes atores, por sua vez, recebem e revendem o pescado para o mercado interno e externo.

Os pescadores são, em sua totalidade, de sexo masculino. A figura da mulher não atua na pesca em si, podendo apenas ter envolvimento na limpeza ou beneficiamento do pescado, o que não foi possível de ser observado na realidade em campo. Mesmo assim, praticamente todas as famílias do município têm membros envolvidos nesse setor.

Quanto a idade dos pescadores, é possível observar a presença de adultos e idosos na atividade. O número reduzido de jovens e crianças pode ser resultado do melhor nível de escolaridade dos jovens, o que viabiliza a busca por empregos em outras áreas ou até mesmo fora da comunidade. É comum que os pescadores desejem para seus filhos condições menos árduas de trabalho.

Dentre os pescadores entrevistados, aqueles que possuíam menor tempo de atuação na pesca, afirmaram possuir 16 anos. Isto mostra que a dinâmica de renovação dos pescadores é lenta. Entretanto, há ainda aqueles pescadores eventuais, que na falta de melhores oportunidades em determinado momento, acabam atuando na pesca com intuito de auferir alguma renda. Sobre a escolaridade destes, houve a predominância do ensino fundamental incompleto, sendo esta uma realidade comum em diferentes locais do país, pois a pesca é uma atividade capaz de absorver mão de obra de baixa ou nenhuma escolaridade, podendo chegar a

ser uma das poucas oportunidades de trabalho para indivíduos nesta condição. Neste sentido, a baixa escolaridade pode dificultar a organização social do grupo e à realização de cursos de capacitação técnica. Mesmo assim, estes atores possuem um enorme potencial relacionado ao conhecimento sobre o ambiente marinho local e as espécies pescadas na região.

Para todos os entrevistados, a única fonte de renda familiar era a atividade pesqueira. Alguns englobavam além da pesca, outras atividades relacionadas a cadeia produtiva, como exemplo compra e venda de pescado (atuavam também como rancheiros), realizando algum tipo de beneficiamento do pescado ou auxiliando no descarregamento das embarcações.

A frota pesqueira artesanal de Caiçara do Norte é composta por embarcações a vela e a motor que desenvolvem atividades em áreas costeiras e oceânicas, geralmente em pontos perpendiculares ao litoral do município (OLIVEIRA et al., 2013). Entre as embarcações encontram-se barcos a motor pequenos e médios, botes a motor e a vela, canoas motorizadas e a vela, jangada a motor e a vela e paquetes motorizados e a vela. Algum tipo de pesca desembarcada ocorre através de tresmalho e arrasto de praia. Não há extração de mariscos, siris ou caranguejos na região devido não haver uma região estuarina próxima.

No ano de 2017, haviam cerca de 262 embarcações compondo a frota do município e aproximadamente 190 embarcações permaneceram ativas durante o ano. A predominância é de embarcações a motor, podendo ser a vela também utilizada por elas com intuito de economizar combustível. As canoas, paquetes e jangadas operam no sistema de “ir e vir”, realizando desembarques quase diariamente, enquanto que os botes e barcos possuem maior autonomia, realizando pescarias onde permanecem uma média de 2 a 3 dias no mar, podendo chegar até 8 dias (Figura V.3.3.1-1). A utilização de gelo ou salga para a conservação do pescado é mais comum nas embarcações que passam mais dias no mar, assim como também o uso de equipamentos de auxílio a navegação como o GPS. As demais embarcações navegam através de orientações visuais, observando pontos de referência em terra ou no mar (por exemplo, as plataformas marítimas).



Figura V.3.3.1-1 - Embarcações variadas na praia de Caiçara do Norte/RN.

Fonte: Veritas Engenharia Ambiental, 2019.

Nem todos os pescadores são proprietários das embarcações em que operam, havendo um número maior de pessoas que se revezam nas pescarias. Embarcações menores costumam operar com 1 ou 2 pescadores, enquanto as embarcações maiores com 2 ou 3. E, segundo dados da PETROBRAS (2010), a frota pesqueira de Caiçara do Norte ocasionalmente realiza pescarias desde seu município de origem até o município de Areia Branca, ainda no Rio Grande do Norte. De acordo com informações dos pescadores locais, é comum que barcos e botes que possuem como espécie-alvo de captura o voador acabem chegando próximo da praia de Ponta do Mel, em Areia Branca, retornando para seu município de origem a partir de então.

Os petrechos mais utilizados são: a linha, para captura de espécies como dourados (Figura V.3.3.1-2), albacoras, cavalas, agulhões e vermelhos; Jereré e/ou pequenas redes para a captura do peixe-voador; Rede de espera para captura de serra, guarajuba e ariacós; compressor para captura de lagostas e polvos e; Rede de agulha para captura do agulha-preta.



Figura V.3.3.1-2 - Peixe dourado desembarcado em Caiçara do Norte/RN.

Fonte: Veritas Engenharia Ambiental, 2019.

As pescarias também podem ser realizadas através das combinações destas artes. Há o destaque ainda para o capacho de coqueiro (brácteas e espatas do coqueiro), utilizado para extração da ova não fecundada do peixe-voador, pescado de alto valor agregado. A Tabela V.3.3.1-1, apresenta a produção de pescado no ano de 2017 por tipo de petrecho ou suas combinações.

Tabela V.3.3.1-1 - Produção de pescado em Caiçara do Norte/RN, em toneladas, por tipo de petrecho em 2017.

PETRECHO DE PESCA	PRODUÇÃO DO ANO DE 2017 (TONELADAS)
Linha e jereré	747,9 toneladas
Rede de espera	461,9 toneladas
Linha	164,2 toneladas
Linha, jereré e capacho de coqueiro	118,2 toneladas
Rede de agulha	107,5 toneladas
Compressor	103,6 toneladas
Tresmalho	16,2 toneladas
Espinhel e linha	9,9 toneladas
Rede caçoeira	6,8 toneladas
Espinhel	6,3 toneladas
Arrasto com portas	4,4 toneladas
Linha e rede	1,5 toneladas

Mergulho livre	0,7 toneladas
Covo de peixe	0,5 toneladas
Linha e mergulho livre	0,4 toneladas
Capacho de coqueiro	0,4 toneladas
Linha e covo de peixe	0,2 toneladas
Total	1.750 toneladas

Fonte: Adaptado de PETROBRAS (2018b).

Entre as espécies mais frequentes pescadas estão o peixe-voador (*Hirundichthys affinis*), o dourado, a agulha, o peixe serra e a lagosta. Na região, há um destaque para pesca do voador, a qual acontece durante todo o ano, mas possui uma safra no período de abril a agosto, época de reprodução destes peixes e quando os pescadores conseguem extrair em grandes quantidades a ova do peixe (Figura V.3.3.1-3).



Figura V.3.3.1-3 - Ova do peixe-voador (*Hirundichthys affinis*).

Fonte: Veritas Engenharia Ambiental, 2019.

Tanto a pesca da ova quanto a do peixe-voador é realizada a partir do talude continental, no pesqueiro comumente denominado de “águas do voador”. No local de pesca o barco é deixado à deriva e algum tipo de óleo ou farinha é lançado na água como engodo. Então, quando os voadores se aproximam da embarcação, são capturados com a utilização do jereré e/ou redes pequenas (cerca de 12 metros de comprimento). Para a pesca da ova, são lançados vários capachos de coqueiro amarrados em cordas na água. Os peixes depositam suas ovas nelas. Após um

tempo, o pescador recolhe os capachos para o barco e retira manualmente o aglomerado amarelo formado pela ova. A conservação é feita preferencialmente em gelo, mas também pode ser salgada.

A carne do voador é comercializada comumente como filé ou ainda salgada e seca (Figura V.3.3.1-4). A ova é totalmente vendida para fora do município, há apenas dois compradores que realizam alguma forma de beneficiamento e distribuem para estabelecimentos que vendem sushis, os quais as utiliza como *tobiko*. Quando não, são exportadas. O seu valor de primeira comercialização cerca de R\$7,00 reais o quilo, enquanto o peixe-voador em si é comumente vendido por “milheiros” (hum mil peixes) que custam entre 80,00 e 120,00 reais. Além da importância econômica, esses peixes constituem um importante elo ecológico na cadeia trófica epipelágica, onde são presas preferenciais de grandes predadores de alto valor comercial, tais como, dourado, albacora, agulhões e alguns tubarões (LESSA & ARAÚJO, 2004). Ainda por isso, costumam também ser consumidos pelos próprios pescadores, agora como iscas para a captura das espécies supracitadas.



Figura V.3.3.1-4 - Peixe voador após o processo de secagem.

Fonte: Veritas Engenharia Ambiental, 2019.

De modo geral, há poucos pescadores que negociam sua produção devido a limitação de espaço apropriado para armazenamento do pescado. A maioria costuma tirar alguns quilos para sua subsistência e todo o restante é vendido para os ranchos. Após a venda do peixe do pescador para o rancho, normalmente acontece a partilha do pagamento que costuma acontecer através da divisão de “quinhões”: do valor total, retira-se a despesa com os insumos do barco. O que restou é dividido em duas partes iguais, sendo uma inteiramente para o dono do barco e a outra

dividida entre o número de pescadores que operaram naquele cruzeiro de pesca. Deste modo, quem mais lucra é o rancheiro, o dono da embarcação e, por último, o simples pescador.

A falta de infraestrutura e recursos nas comunidades pesqueiras gera uma dependência dos pescadores pela comercialização do pescado com os rancheiros, que vendem para a comunidade local e repassam também para outros atravessadores (pessoas que compram para revender aos consumidores a preço mais elevado). O atravessador ou “intermediário” pode atuar fornecendo ou financiando insumos para a pesca a fim de assegurar uma parte da produção. Além disso, acaba mediando a chegada ao mercado, garantindo congelamento, estocagem, distribuição, etc. Nesse contexto, há um consumo local, mas boa parte é repassada aos atravessadores para garantirem a chegada do pescado a mercados mais distantes (SILVA et al., 2009).

Os insumos utilizados na pesca são as despesas e investimentos que contribuem para a obtenção do pescado. Corresponde às iscas, aos ranchos (refeições), gelo e combustível. De acordo com as entrevistas realizadas, embarcações menores podem gastar entre R\$20,00 e R\$50,00 reais por viagem, enquanto as despesas das maiores podem variar entre R\$230,00 a R\$420,00 reais. Tais insumos comumente são adquiridos pelo dono do barco e/ou rancheiro que irá comprar a produção.

Por fim, em Caiçara do Norte, há apenas uma entidade de representação da pesca, a Colônia de Pescadores de Caiçara do Norte e São Bento do Norte Z – 01 (Figura V.3.3.1-5). Quase toda a extensão da praia é ocupada por barcos que ali fazem porto, não havendo estruturas específicas para realização de desembarques. O peixe é levado do barco até em terra com auxílio de catraias. Quando necessário, os barcos são colocados em terra com auxílio de rolos de coqueiro ou carretinhas, no caso de embarcações pequeno porte ou de carretinhas e trator, no caso das embarcações de médio a grande porte. Não há empresas de beneficiamento ou frigoríficos, mas há cerca de 40 ranchos. Não há local coletivo para a guarda de materiais que não os ranchos. Há pelo menos três locais onde é possível realizar reparos e reformas nas embarcações, 04 locais onde comprar gelo e apenas 02 locais onde comprar combustível.



Figura V.3.3.1-5 - Fachada da Colônia de Pescadores de Caiçara do Norte Z-01.

Fonte: Veritas Engenharia Ambiental, 2019.

V.3.3.2 - Galinhos

O município de Galinhos comporta uma menor frota quando comparada aos demais municípios. Segundo dados do Ministério da Pesca e Agricultura (MPA), em 2010 o município abrigava cerca de 273 pescadores registrados. Atualmente, entretanto, acredita-se que vários destes pescadores estejam voltados para as atividades turísticas do município como passeios de barco ou ainda transporte de pessoas e/ou materiais entre Galinhos e o estacionamento Pratagil ou Guamaré.

Mesmo assim, a pesca continua sendo uma fonte de renda do município. Em 2017, segundo dados do Projeto de Monitoramento do Desembarque Pesqueiro realizado pela PETROBRAS na localidade, o município teve sua produção estimada em 204 toneladas e movimentou cerca de R\$ 1.085.483,33 de reais, com base apenas no preço médio de primeira comercialização das espécies pescadas no município – isto é, com base apenas no recebidos pelos pescadores, não considerando os valores movimentados pelos compradores de peixe locais, popularmente denominados de rancheiros. Estes atores, por sua vez, recebem e revendem o pescado para o mercado interno e externo.

O município destaca-se pela sua área estuarina, importante local para crescimento de várias espécies de interesse econômico capturadas na região costeira, como também local importante para a pesca local. Além da captura de peixes, favorece ainda a extração do búzio, marisco e ostra. Neste sentido, o favorecimento destas atividades faz surgir no município uma representatividade das mulheres na

pesca, no caso, atuando como marisqueiras. Além disto, atualmente, a presidente de colônia de pescadores local também é uma mulher. Já na pesca embarcada, principalmente em barcos maiores, os pescadores homens são maioria absoluta. De qualquer modo, praticamente todas as famílias do município têm membros envolvidos nesse setor.

Quanto a idade dos pescadores, é possível observar a presença de adultos e idosos na atividade. O número reduzido de jovens e crianças pode ser resultado do melhor nível de escolaridade dos jovens, o que viabiliza a busca por empregos em outras áreas ou até mesmo fora da comunidade. É comum que os pescadores desejem para seus filhos condições menos árduas de trabalho, como também o acesso à educação está mais facilitado.

Dentre os pescadores entrevistados, foi possível observar que haviam pescadores com até 05 anos de atuação na pesca. Isto demonstra que há uma maior dinâmica na renovação de pescadores. Sobre a escolaridade destes, houve a predominância do ensino fundamental incompleto, sendo esta uma realidade comum em diferentes locais do país. A pesca é uma atividade capaz de absorver mão de obra de baixa ou nenhuma escolaridade, podendo chegar a ser uma das poucas oportunidades de trabalho para indivíduos nesta condição. Neste sentido, a baixa escolaridade pode dificultar a organização social do grupo e à realização de cursos de capacitação técnica. Mesmo assim, estes atores possuem um enorme potencial relacionado ao conhecimento sobre o ambiente marinho local e as espécies pescadas na região.

Sobre a transmissão de conhecimentos tradicionais relacionados à pesca, Diegues (2000) destaca que esse processo de aprendizagem, em Galinhos, ocorre corriqueiramente de maneira informal – quando os jovens observam os mestres das embarcações e se apropriam de suas atitudes – do que formalmente, quando os mestres ensinam os mais jovens através de instruções.

Um menor número de entrevistados afirmou a pesca como única fonte de renda familiar. Aqueles que afirmaram ter outras fontes de renda, citaram desenvolver outras atividades que poderiam estar relacionadas a cadeia produtiva, como exemplo, compra e/ou venda direta de pescado (sem a figura do atravessador), ou não, indicando o desenvolvimento de outras atividades como: aluguel de barco para passeio, pilotar barco para passeio, realizar transporte de pessoas ou materiais para o estacionamento Pratagil ou Guamaré, atuação como auxiliar de produção na carcinicultura ou atuação como servente de obras. Ainda, há de se concordar

com Salles (2011), o qual afirma que o uso da mão de obra do pescador em outras atividades profissionais vem se tornando cada vez mais comum, principalmente pelos pescadores de “ir e vir”, o que pode ser notado em Galinhos sobre aqueles pescadores que operam em canoas, realizando a pesca estuarina.

A frota pesqueira artesanal de Galinhos é composta por jangada a motor, canoas a motor que operam na região estuarina e botes a vela, botes a motor e barcos a motor que realizam a pesca costeira ou oceânica (Figura V.3.3.2-1). Esta última, assim como em Caiçara do Norte, possui como espécies-alvo o peixe-voador, a ova do voador e espécies como dourado, cavala, albacora e agulhões, para os quais utiliza-se o peixe-voador como isca.



Figura V.3.3.2-1 - Embarcações componentes da frota pesqueira de Galinhos/RN.

Fonte: Veritas Engenharia Ambiental, 2019.

Segundo dados do Projeto de Monitoramento do Desembarque Pesqueiro, no ano de 2017, haviam cerca de 118 embarcações compondo a frota do município e apenas 58 embarcações permaneceram ativas durante o ano. As canoas foram as mais numerosas, operando no sistema de “ir e vir”, realizando desembarques quase diariamente. Atuam principalmente na pesca de saúna, tainha e espécies capturadas no tresmalho. Já os botes e barcos a motor, por possuírem maior autonomia, costumam realizar pescarias de 02 a 03 dias. A utilização de gelo para a conservação do pescado é mais comum nas embarcações que passam mais dias no mar, assim como também o uso de equipamentos de auxílio a navegação como o GPS. As demais embarcações navegam através de orientações visuais, observando pontos de referência em terra ou no mar (por exemplo, as plataformas marítimas do Campo de Agulha).

Nem todos os pescadores são proprietários das embarcações em que operam, havendo um número maior de pessoas que se revezam nas pescarias. Embarcações menores costumam operar com 1 ou 2 pescadores, enquanto as embarcações maiores com 02 ou 03. Os petrechos mais utilizados por eles são: a rede de espera para captura de serra, guarajuba e ariacós; Tresmalho para captura de espécies diversas como tainha, saúna, caíco, entre outras; Tainheira para captura de tainha e saúna (Figura V.3.3.2-2); Linha para captura de espécies como dourados, albacoras, cavalas, agulhões e vermelhos; Jereré e/ou pequenas redes para a captura do peixe-voador; Compressor para captura de lagostas, polvos e outras variedades de peixes.



Figura V.3.3.2-2 - Pescador remendando sua rede tainheira em Galinhos/RN.

Fonte: Engenharia Ambiental, 2019.

As pescarias também podem ser realizadas através das combinações das artes supracitadas. Assim como em Caiçara do Norte, há também a utilização do capacho de coqueiro para a extração da ova do peixe-voador, porém esta pesca é mais comum durante o período da safra do peixe-voador (abril a agosto), por haver a possibilidade de maiores capturas e maior rentabilidade das viagens. A seguir, a produção de pescado no ano de 2017 por tipo de petrecho ou suas combinações (Tabela V.3.3.2-1).

Tabela V.3.3.2-1 - Produção de pescado em Galinhos/RN, em toneladas, por tipo de petrecho em 2017.

PETRECHO DE PESCA	PRODUÇÃO DO ANO DE 2017 (TONELADAS)
Rede de espera	53,5 toneladas
Tresmalho	45,8 toneladas
Tainheira	34,3 toneladas
Linha e jereré	31,7 toneladas
Linha	15,9 toneladas
Linha, jereré e capacho de coqueiro	7,8 toneladas
Sardinheira	3,9 toneladas
Arrasto de praia	2,4 toneladas
Operação manual de marisco	2,3 toneladas
Linha e mergulho livre	1,8 toneladas
Rede caçoeira	1,2 toneladas
Compressor	1,1 toneladas
Mergulho livre	1 toneladas
Linha e rede de espera	0,5 toneladas
Covo de lagosta	0,4 toneladas
Espinhel	0,2 toneladas
Arrasto de portas	0,1 toneladas
Total	202 toneladas

Fonte: Adaptado de PETROBRAS (2018b).

Entre as espécies mais frequentes pescadas estão a tainha, o caíco, serra, dourado, guaiúba, bicuda, dourado, cioba, cavala e o peixe-voador. Há um destaque também para a extração do búzio, marisco e ostra. Enquanto este último é extraído manualmente com auxílio do facas e espátulas, os demais podem ser catados de forma manual ou ainda separados do substrato em que vive com o auxílio de monoblocos: coloca-se nos monoblocos com ou sem auxílio de pás o substrato em que o animal se encontra e realiza-se movimentos dentro da água para auxiliar a separação. Permanece no monobloco apenas os indivíduos. Este é o tipo de pescado que obrigatoriamente passa por algum tipo de beneficiamento antes da venda. As conchas normalmente são cozinhadas e é retirado e vendido apenas o filé.

Tanto a pesca da ova quanto a do peixe-voador é realizada a partir do talude continental, no pesqueiro comumente denominado de “águas do voador”. No local de pesca o barco é deixado à deriva e algum tipo de óleo ou farinha é lançado na água como engodo. Então, quando os voadores se aproximam da embarcação, são capturados com a utilização do jereré e/ou redes pequenas (cerca de 12 metros de comprimento) (Figura V.3.3.2-3). Para a pesca da ova, são lançados vários capachos de coqueiro amarrados em cordas na água. Os peixes depositam suas ovas nelas. Após um tempo, o pescador recolhe os capachos para o barco e retira manualmente o aglomerado amarelo formado pela ova. A conservação é feita preferencialmente em gelo, mas também pode ser salgada.



Figura V.3.3.2-3 - Jereré utilizado para captura do peixe-voador.

Fonte: Veritas Engenharia Ambiental, 2019.

De modo geral, há poucos pescadores que negociam sua produção devido a limitação de espaço apropriado para armazenamento do pescado. A maioria costuma tirar alguns quilos para sua subsistência e todo o restante é vendido para os ranchos. Parte da produção pesqueira é consumida pelos próprios pescadores ou localmente pela comunidade e em pousadas e restaurantes. A maior parte é vendida para atravessadores de outros municípios próximos, como Caiçara do Norte, ou não, como Santa Cruz. Novamente, a ova é totalmente vendida para fora do município.

Após a venda do peixe do pescador para o rancheiro, normalmente acontece a partilha do pagamento que costuma acontecer através da divisão de “quinhões”: do valor total, retira-se a despesa com os insumos do barco. O que restou é dividido em duas partes iguais, sendo uma inteiramente para o dono do barco e a outra

dividida entre o número de pescadores que operaram naquele cruzeiro de pesca. Deste modo, quem mais lucra é o rancheiro, o dono da embarcação e, por último, o simples pescador. Alguns rancheiros que também são donos de barcos podem ainda atuar dividindo o valor total apenas em duas partes, onde de sua parte já retira as despesas da viagem e a outra é dividida entre o número de pescadores. Neste esquema, o simples pescador consegue ter um maior ganho financeiro.

A falta de infraestrutura e recursos nas comunidades pesqueiras gera uma dependência dos pescadores pela comercialização do pescado com os rancheiros, que passam então para outros atravessadores (pessoas que compram para revender aos consumidores a preço mais elevado). O atravessador ou “intermediário” pode atuar fornecendo ou financiando insumos para a pesca a fim de assegurar uma parte da produção. Além disso, acaba mediando a chegada ao mercado, garantindo congelamento, estocagem, distribuição, etc. Nesse contexto, há um consumo local, mas boa parte é repassada aos atravessadores para garantirem a chegada do pescado a mercados mais distantes (SILVA et al. 2009).

Os insumos utilizados na pesca são as despesas e investimentos que contribuem para a obtenção do pescado. Corresponde às iscas, aos ranchos (refeições), gelo e combustível. De acordo com as entrevistas realizadas, embarcações menores podem gastar entre R\$5,00 e R30,00 reais por viagem, sendo o combustível e o gelo (quando necessário) adquiridos pelo dono do barco e/ou rancheiro que irá comprar a produção. Já as despesas das embarcações maiores podem variar entre R\$170,00 a R\$440,00 reais e, novamente, os insumos são comumente são adquiridos pelo dono do barco e/ou rancheiro que irá comprar a produção.

Por fim, em Galinhos, há apenas uma entidade de representação da pesca, a Colônia de Pescadores de Galinhos Z – 30. Tanto na sede do município quanto no distrito de Galos, há uma grande concentração de embarcações atracadas na beira do rio. São poucas (aproximadamente 05) embarcações que aportam do lado da praia. Apesar de haver estruturas como trapiches em ambas as localidades, estes são utilizados apenas para embarque e desembarque de pessoas e alguns materiais.

Não há empresas de beneficiamento ou frigoríficos, e há cerca de 5 ranchos em todo o município. Não há local coletivo para a guarda de materiais que não os ranchos. Alguns pescadores de Galos acabam por construir estruturas rudimentares a fim de guardar material e ter um espaço na sombra para realizar atividades como os remendos de rede ou pintura de canoas. Há um único local em Galinhos

onde é possível realizar reparos e reformas nas embarcações, sendo mais comum que os façam na beira do rio. Há ainda 02 locais onde comprar gelo e 05 onde comprar combustível. O município, entretanto, não possui postos de combustíveis, vindo este de Caiçara do Norte e Guamaré. Há alguns pescadores que costumam ir de barco e comprar o combustível diretamente nestas localidades, porém, outros compram com pessoas do próprio município de Galinhos que possuem em estoque. Desta última forma, é ínfima a possibilidade de repasse da isenção de ICMS sobre o óleo diesel para os pescadores profissionais e armadores de pesca aprovada pelo Decreto Nº 28.707, de 13 de fevereiro de 2019.

V.3.3.3 - Guamaré

O município de Guamaré, segundo dados do Projeto de Monitoramento do Desembarque Pesqueiro realizado pela PETROBRAS na localidade, possuía, no ano de 2017, 107 embarcações pesqueiras cadastradas. Entretanto, deste quantitativo, apenas 65 foram ativas durante todo o ano. Segundo dados Ministério da Pesca e Agricultura (MPA), em 2010 o município abrigava cerca de 144 pescadores registrados. Atualmente, entretanto, acredita-se haver um número de pelo menos 230 pescadores cadastrados. A Colônia de Pescadores de Guamaré Z-07, atualmente, encontra-se sem presidente, estando sob a junta governativa provisória designada pela Federação de Pescadores do Rio Grande do Norte, a qual participa as Colônias de pescadores de Diogo Lopes, Galinhos e Porto do Manguê – Zonas 41, 30 e 17. Ainda por isso, é possível que este número seja passível de grandes variações, principalmente devido ao crescimento do turismo na região, o que leva a alguns pescadores a desenvolver outras atividades relacionadas ao segmento.

No mais, a pesca continua sendo uma importante fonte de renda para o município, podendo ser a única fonte de renda de vários pescadores. Segundo dados do Projeto de Monitoramento do Desembarque Pesqueiro realizado pela PETROBRAS na localidade, o município teve sua produção estimada em 230 toneladas e movimentou cerca de R\$ 1.154.556,67 de reais, com base apenas no preço médio de primeira comercialização das espécies pescadas no município – isto é, com base apenas no recebidos pelos pescadores, não considerando os valores movimentados pelos compradores de peixe locais, popularmente denominados de rancheiros. Estes atores, por sua vez, recebem e revendem o pescado para o mercado interno e externo.

O município possui uma grande área estuarina, ambiente importante para a pesca local, principalmente a de subsistência. Além da captura de peixes, favorece também a extração do búzio e marisco. O favorecimento da atividade de mariscagem faz surgir alguma representatividade das mulheres na pesca, porém, ao contrário de outros municípios, esta atividade no local está sendo dominada por homens. Na pesca embarcada, principalmente os homens são maioria absoluta. De todo modo, praticamente todas as famílias nativas do município têm membros envolvidos nesse setor.

Quanto a idade dos pescadores, é possível observar a presença de adultos e idosos na atividade. O número reduzido de jovens e crianças pode ser resultado do melhor nível de escolaridade dos jovens, o que viabiliza a busca por empregos em outras áreas ou até mesmo fora da comunidade. É comum que os pescadores desejem para seus filhos condições menos árduas de trabalho, como também o acesso à educação está mais facilitado e há outras oportunidades de emprego para mão de obra qualificada no município.

A frota pesqueira artesanal de Guamaré é composta por paquetes a vela e a motor, canoas a vela e a motor (Figura V.3.3.3-1), botes a vela e a motor e barcos motorizados. Enquanto os paquetes e canoas costumam operar pelo estuário ou em distâncias próximas a costa, os botes e barcos realizam a pesca costeira ou oceânica. Ao contrário dos municípios de Caiçara do Norte, Macau e Galinhos, a pesca do peixe-voador raramente acontece, mesmo na safra (abril a agosto).



Figura V.3.3.3-1 - Canoas que compõem a frota pesqueira de Guamaré/RN.

Fonte: Veritas Engenharia Ambiental, 2019.

Segundo dados do Projeto de Monitoramento do Desembarque Pesqueiro, no ano de 2017, haviam cerca de 107 embarcações compondo a frota do município e apenas 65 embarcações permaneceram ativas durante o ano. As canoas foram as mais numerosas. Estas operam no sistema de “ir e vir”, pescando principalmente com rede tainheira e tresmalho e realizando desembarques quase diariamente. Desembarcam principalmente a tainha e a saúna (Figura V.3.3.3-2). Já os botes e barcos a motor, por possuírem maior autonomia, costumam realizar pescarias de 2 a 3 dias em média. A utilização de gelo para a conservação do pescado é mais comum nas embarcações que passam mais dias no mar, assim como também o uso de equipamentos de auxílio a navegação como o GPS. As demais embarcações navegam através de orientações visuais, observando pontos de referência em terra ou no mar (por exemplo, as plataformas marítimas do Campo de Ubarana e do Campo de Agulha).



Figura V.3.3.3-2 - Desembarque de tainha, saúna e caícos em Guamaré/RN.

Fonte: Veritas Engenharia Ambiental, 2019

Como nos municípios de Caiçara do Norte e Galinhos, nem todos os pescadores são proprietários das embarcações em que operam, havendo um número maior de pessoas que se revezam nas pescarias. Embarcações menores costumam operar com 01 ou 02 pescadores, enquanto as embarcações maiores com 02 ou 03. Os petrechos mais utilizados por eles são: tainheira para captura de tainha e saúna; tresmalho para captura de caíco, espada, tainha e espécies diversas; Linha para captura de dourado, Guaiuba, cioba; Coleta Manual de caranguejos e siris e; Rede de espera para a captura de serra, guaiúba e ariacós. Há ainda a prática do mergulho para captura de peixes e lagosta.

As pescarias também podem ser realizadas através das combinações destas artes. A Tabela V.3.3.3-1 apresenta a produção de pescado no ano de 2017 por tipo de petrecho ou suas combinações.

Tabela V.3.3.3-1 - Produção de pescado em Guamaré/RN, em toneladas, por tipo de petrecho em 2017.

PETRECHO DE PESCA	PRODUÇÃO DO ANO DE 2017 (TONELADAS)
Tainheira	71,0 toneladas
Tresmalho	48,8 toneladas
Linha	28,9 toneladas
Coleta manual de siris e caranguejos	25,6 toneladas
Rede de espera	21,9 toneladas
Rede de agulha	10,1 toneladas
Linha e jereré	9,7 toneladas
Linha, jereré e capacho de coqueiro	2,7 toneladas
Operação manual de marisco	1,9 toneladas
Covo de lagosta	1,5 toneladas
Arrasto de portas	1,3 toneladas
Mergulho livre	0,9 toneladas
Jereré	0,8 toneladas
Tarrafa	0,2 toneladas
Linha e rede de espera	0,1 toneladas
Total	230 toneladas

Fonte: Adaptado de PETROBRAS (2018b).

Entre as espécies mais frequentes pescadas estão a tainha, saúna, o caíco, agulha, espada, cioba, guaiúba, ariacó e serra. A ainda uma grande produção de caranguejo e, atualmente, vem crescendo a produção de búzio. Tal como nas demais localidades, este é extraído e selecionado do ambiente com auxílio de pás e monoblocos. Obrigatoriamente, passa por algum tipo de beneficiamento antes da venda. As conchas normalmente são cozinhadas e é retirado e vendido apenas o filé.

De modo geral, há poucos pescadores que negociam sua produção devido a limitação de espaço apropriado para armazenamento do pescado. A maioria costuma tirar alguns quilos para sua subsistência e todo o restante é vendido para os

ranchos. Parte da produção pesqueira é consumida pelos próprios pescadores ou localmente pela comunidade e em restaurantes. A maior parte é vendida para atravessadores, que levam o pescado para a venda em outros municípios.

A falta de infraestrutura e recursos nas comunidades pesqueiras gera uma dependência dos pescadores pela comercialização do pescado com os rancheiros, que passam então para outros atravessadores (pessoas que compram para revender aos consumidores a preço mais elevado). O atravessador ou “intermediário” pode atuar fornecendo ou financiando insumos para a pesca a fim de assegurar uma parte da produção. Além disso, acaba mediando a chegada ao mercado, garantindo congelamento, estocagem, distribuição, etc. Nesse contexto, há um consumo local, mas boa parte é repassada aos atravessadores para garantirem a chegada do pescado a mercados mais distantes (SILVA et al., 2009).

Os insumos utilizados na pesca são as despesas e investimentos que contribuem para a obtenção do pescado. Corresponde às iscas, aos ranchos (refeições), gelo e combustível. De acordo com as entrevistas realizadas, embarcações menores podem gastar entre R\$20,00 e R\$30,00 reais por viagem, enquanto as despesas das maiores podem variar entre R\$250,00 a R\$500,00 reais. Tais insumos comumente são adquiridos pelo dono do barco.

Em Guararé, há duas entidades de representação da pesca, a Colônia de Pescadores de Guararé Z – 07 e a Associação de Pescadores de Guararé (APAG). Atualmente, apenas a Associação encontra-se em funcionamento pleno. O atendimento na Colônia de pescadores está sendo realizado pelos presidentes das Colônias de Galinhos, Diogo Lopes e Porto do Mangue, que se revezam para tanto.

Há uma concentração de pescadores que residem próximo ao centro de Guararé e fazem porto no Rio Aratuá ou Rio Miassaba (rios que contornam a sede). Novamente, há algumas estruturas criadas pelos pescadores com intuito de criar um espaço para remendar redes ou até guardar a canoa na sombra. Há um outro pequeno grupo de pescadores que atuam na praia do Amaro, onde há pequenas canoas a motor que realizam pesca de tainheira e tresmalho e não possuem qualquer infraestrutura relacionada à pesca.

Por fim, não há empresas de beneficiamento ou frigoríficos, mas há pelo menos 10 ranchos locais. Não há local coletivo para a guarda de materiais que não os ranchos. Há pelo menos um local onde é possível realizar reparos e reformas

nas embarcações, 02 locais onde comprar gelo e apenas 02 locais onde comprar combustível.

V.3.3.4 - Macau

O município de Macau, segundo dados do Projeto de Monitoramento do Desembarque Pesqueiro realizado pela PETROBRAS na localidade, possuía, no ano de 2017, 348 embarcações pesqueiras cadastradas. Entretanto, deste quantitativo, 208 foram ativas durante todo o ano. Segundo dados Ministério da Pesca e Agricultura (MPA), em 2010 o município abrigava cerca de 1.1176 pescadores registrados. Estes distribuem-se por um amplo território: no entorno da sede do município, onde localiza-se também o porto da pescaria (Figura V.3.3.4-1), o mais famoso de Macau e também nos distritos de Barreiras, Diogo Lopes e Sertãozinho, municípios que integram ainda a Reserva de Desenvolvimento Sustentável Estadual Ponta do Tubarão. Desta forma, fica evidente que a pesca é uma importante fonte de renda para o município, podendo ser a única fonte de renda de vários pescadores.



Figura V.3.3.4-1 - Parte da frota pesqueira sediada no Porto da Pescaria em Macau/RN.

Fonte: Veritas Engenharia Ambiental, 2019

Segundo dados do Projeto de Monitoramento do Desembarque Pesqueiro realizado pela PETROBRAS no município, Macau teve sua produção estimada em 1.533 toneladas, ficando atrás apenas de Areia Branca e Caiçara do Norte entre os municípios do presente estudo. Movimentou cerca de R\$ 7.404.950,00 de reais, com base apenas no preço médio de primeira comercialização das espécies pescadas no município – isto é, com base apenas no recebidos pelos pescadores, não

considerando os valores movimentados pelos compradores de peixe locais, popularmente denominados de rancheiros. Estes atores, por sua vez, recebem e revendem o pescado para o mercado interno e externo.

O município possui uma grande área estuarina, ambiente importante para a pesca de subsistência. Além da captura de peixes, favorece também a extração do búzio e marisco. O favorecimento da atividade de mariscagem faz surgir uma grande representatividade das mulheres na pesca, tanto que há duas Associações de Marisqueiras no município: A Associação de Marisqueiras e Osteicultoras de Macau (AMOM) e a Associação de Marisqueiras do Porto da Pescaria. O Município ainda possui uma representante feminina do Movimento de Pescadores e Pescadoras Artesanais (MPP), que exerce o cargo de Coordenadora Estadual da Pesca dentro do Movimento. Ao contrário de Guamaré, a atividade de mariscagem em Macau é dominada pelas mulheres, apesar de haver também a atuação de homens.

Segundo Silva (2010), a atividade pesqueira em Macau é desenvolvida por diferentes gerações e boa parte dos pescadores tem a atividade como única fonte de renda. Ainda, grande parte dos pescadores possuem ensino fundamental incompleto, podendo encontrar na pesca uma oportunidade ou ainda oportunidade em “tempos difíceis”.

Quanto a idade dos pescadores, é possível observar a presença de adultos e idosos na atividade. O número reduzido de jovens e crianças pode ser resultado do melhor nível de escolaridade dos jovens, o que viabiliza a busca por empregos em outras áreas ou até mesmo fora da comunidade. É comum que os pescadores desejem para seus filhos condições menos árduas de trabalho, como também o acesso à educação está mais facilitado e há outras oportunidades de emprego para mão de obra qualificada no município. Pescadores mais jovens foram observados apenas em Diogo Lopes.

A frota pesqueira artesanal de Macau possui uma das maiores frotas do Estado, sendo composta por jangada a motor, canoas a vela e a motor, botes a vela e a motor e barcos a motor. As canoas a motor são predominantes em quantidade e costumam operar na região do estuário e locais próximos à costa. Já os botes e barcos realizam pescarias costeiras e/ou oceânicas. A pescaria do peixe-voador, comumente realizada em áreas oceânicas, é realizada principalmente pelas embarcações de Diogo Lopes – a localidade abriga a maior frota de botes e barcos a motor do município (Figura V.3.3.4-2).



Figura V.3.3.4-2 - Embarcações em Diogo Lopes/RN.

Fonte: Veritas Engenharia Ambiental, 2019

Segundo dados do Projeto de Monitoramento do Desembarque Pesqueiro, no ano de 2017, haviam cerca de 348 embarcações compondo a frota do município e apenas 208 embarcações permaneceram ativas durante o ano. As canoas a motor foram as mais numerosas. Estas operam no sistema de “ir e vir”, pescando principalmente com rede tainheira, puçá, rede de agulha e tresmalho, realizando desembarques quase diariamente. Desembarcam principalmente a tainha, saúna e agulha. Já os botes e barcos a motor, por possuírem maior autonomia, costumam realizar pescarias de 02 a 03 dias em média. A utilização de gelo para a conservação do pescado é mais comum nas embarcações que passam mais dias no mar, assim como também o uso de equipamentos de auxílio a navegação como o GPS. As demais embarcações navegam através de orientações visuais, observando pontos de referência em terra ou no mar (por exemplo, as plataformas marítimas do Campo de Agulha e do Campo de Ubarana).

Como nos demais municípios, nem todos os pescadores são proprietários das embarcações em que operam, havendo um número maior de pessoas que se revezam nas pescarias. Embarcações menores costumam operar com 01 ou 02 pescadores, enquanto as embarcações maiores com 02 ou 03. Os petrechos mais utilizados por eles são: Linha para captura de dourado, Guaiuba, cioba; Jereré e/ou pequenas redes para a captura do peixe-voador; Tainheira para captura de tainha e saúna; Rede de espera para a captura de serra, guaiúba e ariacós; Sardinheira para captura da sardinha; Rede de agulha para captura da agulha-branca ou agulha-preta e; Capacho do coqueiro para extração da ova do voador. Além disso, há

a extração manual do siri e da extração manual do búzio, marisco e sururu, onde é comum o emprego de monoblocos para separação do animal da lama em que é encontrado ou ainda para separação da casca e do filé, após cozidos. A “casca” do búzio – isto é, a concha do bivalve – é comumente encontrada aos montes pelo município (Figura V.3.3.4-3).



Figura V.3.3.4-3 - Montanhas de conchas de bivalves (casca de búzios) em Macau/RN).

Fonte: Veritas Engenharia Ambiental, 2019.

As pescarias também podem ser realizadas através das combinações de diferentes artes. A Tabela V.3.3.4-1 apresenta a produção de pescado no ano de 2017 por tipo de petrecho ou suas combinações.

Tabela V.3.3.4-1 - Produção de pescado em Macau/RN, em toneladas, por tipo de petrecho em 2017.

PETRECHO DE PESCA	PRODUÇÃO DO ANO DE 2017 (TONELADAS)
Linha e jereré	380,2 toneladas
Rede de espera	351,9 toneladas
Tainheira	182,7 toneladas
Sardinheira	163,1 toneladas
Linha e rede de espera	123,4 toneladas
Linha, jereré e capacho de coqueiro	88,1 toneladas
Linha	72,9 toneladas
Tresmalho	41,9 toneladas
Operação manual de marisco	27,0 toneladas
Rede caçoeira	21,9 toneladas

Tarrafa	7,7 toneladas
Curral	6,4 toneladas
Coleta manual de siris e caranguejos	6,3 toneladas
Puçá	5,7 toneladas
Jereré	0,3 toneladas
Compressor	0,1 toneladas
Total	1.532 toneladas

Fonte: Adaptado de PETROBRAS (2018).

Entre as espécies mais frequentes pescadas estão a tainha, saúna, a sardinha, o peixe serra, o peixe-voador e o dourado. Um destaque deve ser dado à produção de sardinha e do peixe-voador em Diogo Lopes. As sardinhas, segundo Silva (2010), são capturadas próximas à costa, em áreas com substrato predominantemente de lama terrígena onde a frota atua adjacente as plataformas de petróleo, tendo como principal local de desembarque o município de Macau. A pesca do peixe-voador, assim como em Caiçara do Norte, acontece durante todo o ano, mas possui uma safra no período de abril a agosto, época de reprodução destes peixes e quando os pescadores conseguem extrair em grandes quantidades a ova não fecundada do peixe.

Tanto a pesca da ova quanto a do peixe-voador é realizada a partir do talude continental, no pesqueiro comumente denominado de “águas do voador”. No local de pesca o barco é deixado à deriva e algum tipo de óleo ou farinha é lançado na água como engodo. Então, quando os voadores se aproximam da embarcação, são capturados com a utilização do jereré e/ou redes pequenas (cerca de 12 metros de comprimento). Para a pesca da ova, são lançados vários capachos de coqueiro amarrados em cordas na água. Os peixes depositam suas ovas nelas. Após um tempo, o pescador recolhe os capachos para o barco e retira manualmente o aglomerado amarelo formado pela ova. A conservação é feita preferencialmente em gelo, mas também pode ser salgada.

A carne do voador é comercializada comumente como filé ou ainda salgada e seca. A ova é totalmente vendida para fora do município e, até onde se sabe, são apenas dois compradores que atuam na região. Estes, por sua vez, realizam alguma forma de beneficiamento e distribuem para estabelecimentos que vendem sushis, os quais as utiliza como tobiko. Quando não, são exportadas. O seu valor de primeira comercialização cerca de R\$7,00 reais o quilo, enquanto o peixe-voador em si é comumente vendido por “milheiros” (hum mil peixes) que custam entre

80,00 e 120,00 reais. Além da importância econômica, esses peixes constituem um importante elo ecológico na cadeia trófica epipelágica, onde são presas preferenciais de grandes predadores de alto valor comercial, tais como, dourado, albacora, agulhões e alguns tubarões (LESSA & ARAÚJO, 2004). Ainda por isso, costumam também ser consumidos pelos próprios pescadores, agora como iscas para a captura das espécies supracitadas.

Há ainda a extração do siri para venda do filé, do caranguejo para venda inatura e do búzio, marisco e sururu, sendo mais comum o búzio. Tais recursos são explorados na região estuarina. Enquanto o siri e o caranguejo são capturados manualmente ou com auxílio de arames, puçás ou redinhas (armadilha fixa feita de saco de estopa, colocada na entrada das tocas de caranguejos), os demais mariscos são comumente retirados através da catação ou ainda através de uma espécie de peneiramento utilizando monoblocos: usando pás, apanham a terra onde os animais se instalam e colocam-na dentro de um monobloco para peneirar e se livrar da lama e, a depender do tamanho dos furos na parte de baixo do monobloco, também das conchas menores. A não captura de indivíduos menores é uma prática sustentável. Tanto o siri quanto o búzio, marisco e sururu passam, obrigatoriamente, por algum tipo de beneficiamento antes da venda, sendo cozinhados para a retirada e venda apenas do filé.

Neste município é onde há mais pescadores que negociam sua produção diretamente com o atravessador que leva o pescado para fora do município ou o público final. Isto ocorre mais comumente com aqueles que vendem o búzio, marisco, sururu, siris e caranguejos. Ademais, é comum que o pescador tire alguns quilos para sua subsistência e venda toda a sua produção para os ranchos. A partir dos valores obtidos, retira-se a despesa da embarcação e divide-se o restante em partes iguais para cada pescador. Assim, os ganhos são diretamente condicionados à produção de cada pescaria.

Parte da produção pesqueira é consumida pelos próprios pescadores ou localmente pela comunidade e em restaurantes. A maior parte é vendida para outros atravessadores, que levam o pescado para a venda em outros municípios. Isso assegura a compra do produto em qualquer época do ano, mesmo que o valor pago não seja o desejado. O preço de venda é imposto pelos atravessadores.

A falta de infraestrutura e recursos nas comunidades pesqueiras gera uma dependência dos pescadores pela comercialização do pescado com os rancheiros,

que passam então para outros atravessadores (pessoas que compram para revender aos consumidores a preço mais elevado). O atravessador ou “intermediário” pode atuar fornecendo ou financiando insumos para a pesca a fim de assegurar uma parte da produção. Além disso, acaba mediando a chegada ao mercado, garantindo congelamento, estocagem, distribuição, etc. Nesse contexto, há um consumo local, mas boa parte é repassada aos atravessadores para garantirem a chegada do pescado a mercados mais distantes (SILVA et al. 2009). Como exemplo de alcance, podemos citar os Natal e os Estados de Alagoas, Paraíba, Pernambuco e Ceará.

Os insumos utilizados na pesca são as despesas e investimentos que contribuem para a obtenção do pescado. Corresponde às iscas, aos ranchos (refeições), gelo e combustível. De acordo com as entrevistas realizadas, embarcações menores podem gastar entre R\$10,00 e R\$30,00 reais por viagem, enquanto as despesas das maiores podem variar entre R\$280,00 a R\$630,00 reais. Tais insumos comumente são adquiridos pelo dono do barco e/ou rancheiro que irá comprar a produção.

Em Macau, há 6 entidades de representação da pesca: Colônia de Pescadores e Maricultura Z – 09, Associação de Marisqueiras e Osteicultoras de Macau (AMOM), Associação de Marisqueiras do Porto da Pescaria, Associação de Pescadores e Pescadoras de Macau (APPM), Colônia de Pescadores z-41 Capataz Manoel Lucas (Diogo Lopes), Cooperativa de Pescado Artesanal e Beneficiamento de Pescado Ponta do Tubarão (COOPESCAT-RN). Esta última entidade está inativa. Há ainda representação do local Movimento de Pescadores e Pescadoras Artesanais (MPP) e do Conselho Pastoral dos Pescadores (CPP).

No município como um todo, há pelo menos cinco pontos onde os pescadores se distribuem: na sede de Macau há o porto da pescaria, que conta com um trapiche para a realização de desembarques e; um outro porto no bairro do Valadão, o trapiche de Nossa Senhora dos Navegantes, mais conhecido como Porto da Areia, onde localiza-se também a colônia de pescadores. Nos distritos de Barreiras, Diogo Lopes e Sertãozinho, os pescadores distribuem-se pela beira do estuário. Em todas os distritos há algumas estruturas criadas pelos pescadores para utilização do lugar para remendar redes e realizar algum reparo nas embarcações, quando estas forem de menor porte. Em Barreiras e Sertãozinho, há ainda um rancho em cada local entregue à comunidade pela PETROBRAS (medida compensatória) que serve como uma casa de apoio aos pescadores, a fim de que utilizem o

espaço para a guarda de materiais diversos e para a produção ou remendo de suas artes de pesca. No mais, não há empresas de beneficiamento ou frigoríficos, mas há pelo menos 30 ranchos. Há vários locais onde comprar gelo e combustível.

V.3.4 - Quantificação da Geração de Empregos Previstos na Implantação do Empreendimento

Devido à natureza do empreendimento, sendo esta uma planta piloto composta por poucas estruturas (apenas um aerogerador) quando comparado a um parque eólico, é provável que toda a mão de obra especializada seja levada até próximo ao local do empreendimento, assim como as estruturas físicas, materiais e equipamentos requeridos para a obra.

Ainda, por a PETROBRAS possuir tanto uma base terrestre com heliporto, quanto um Píer no município de Guamaré, torna-se provável que os trabalhadores se concentrem neste município. Por isso, pode haver uma demanda ligeiramente maior relacionada ao abastecimento de combustíveis, alimentação e hospedagens durante a vida útil do empreendimento.

Dessa forma, é provável que não haja geração de emprego advindo da implantação do empreendimento. Porém, poderá ocorrer ligeiro aumento do consumo de serviços locais, acarretando aumento da arrecadação de impostos e taxas locais.

V.3.5 - Caracterização das Áreas Utilizadas para o Turismo, Lazer e Esportes Aquáticos

Dentre os municípios citados como área de estudo neste relatório, apenas o município de Galinhos é reconhecido como um destino turístico nos roteiros das agências nacionais (Figura V.3.5-1). Existe um esforço dos municípios situados na costa branca em ampliar a oferta de atrações turísticas, para além da opção sol e mar. Potencialidades gastronômicas, culturais e o ecoturismo estão sendo consideradas as novas possibilidades de atrair turistas nacionais.



Figura V.3.5-1 - Área do Pratagil, Galinhos/RN

Fonte: Veritas Engenharia Ambiental, 2019.

As opções turísticas dos municípios de Caiçara do Norte, Galinhos, Guamaré e Macau se resumem no aproveitamento das belezas naturais e da possibilidade de realização de esportes radicais, que atraem turistas nacionais e estrangeiros. Passeios de barco pelo estuário e pela costa com consumo de pescado, mergulhos em urcas, *kitesurf*, surfe, *stand uppaddle*, pesca esportiva são as possibilidades de atividades esportivas aquáticas e de lazer oferecidas nestes municípios.

Nas entrevistas realizadas nos municípios da área de estudo, questionou-se aos entrevistados sobre a realização de atividades turísticas ou de lazer na área onde se pretende instalar a planta piloto. De modo geral, não identificaram atividades turísticas na região, mas citaram que durante os meses de março a outubro grupos de surfista frequentam as urcas (urca do minhoto, urca do tubarão, urca da conceição, urca de cima, entre outras) para a prática desportiva. Além desta atividade, citaram apenas a pesca, a qual pode ainda ser realizada de maneira esportiva por alguns. As opções de lazer dos moradores locais na área costeira consistem em utilizar a faixa de areia, estuário e as praias para eventos e lazer em geral.

Na Reserva de Desenvolvimento Sustentável Estadual Ponta do Tubarão (situada entre os municípios de Guamaré e Macau), existe uma expectativa do desenvolvimento do turismo comunitário. Estudos mostram a potencialidade desta localidade para adesão a este modelo, objetivando beneficiar a comunidade e preservar o meio ambiente. A reserva é conhecida pelos eventos realizados para debater a urgência da preservação ambiental e da necessidade de valorização das comunidades tradicionais. Contudo, durante as entrevistas em campo, os morado-

res afirmaram que é fundamental resgatar a identidade da localidade, da importância de ser uma reserva e compreender os benefícios, pautados basicamente pelo cuidar do meio ambiente.

Apesar desta potencialidade, a localidade é carente de empreendimentos de hospedagem e alimentação, fator que limita atividades turísticas na localidade e assim como Caiçara do Norte, ficam restritas aos turistas que estão de passagem, em deslocamento para se hospedar e se alimentar em outra praia.

Vale salientar que o turismo de massa e o turismo de base comunitária se convergem por se apropriarem do espaço, porém, divergem quanto à forma como cada um desenvolve suas ações. O turismo de massa visa quantificação de lucros, visitantes e empreendimentos, o turismo de base comunitária propõe sustentabilidade nas ações, preservação e envolvimento da comunidade local. Em todos os municípios da área de estudo, se observa potencialidades para o desenvolvimento destes dois tipos de turismo, contudo os investimentos são mínimos e não impulsionam o turismo.

Disponer dos recursos naturais não é suficiente para desenvolver esta atividade econômica, que se realizada de modo responsável e comprometida com a sustentabilidade local, e pode ser a força motriz do desenvolvimento e de mudança na vida dos moradores destes municípios, com projetos voltados para a cooperação e equidade do trabalho e dos benefícios gerados pela prestação dos serviços turísticos.

VI - ANÁLISE INTEGRADA E SÍNTESE DA QUALIDADE AMBIENTAL

VI.1 - Análise integrada

A Figura VI.1-1 procura estabelecer as principais relações entre os fatores dos meios físico, biótico e socioeconômico, com o objetivo de fortalecer a identificação e análise de impactos e riscos ambientais apresentados no capítulo seguinte do estudo. A análise desta figura ressalta a teia de interdependências entre os diferentes fatores e, em particular, a complexidade das inter-relações entre os diferentes componentes bióticos.

Pode-se considerar que os fatores físicos são os mais determinantes nas condições de base da região, tanto no que se refere aos processos de longo prazo e larga escala quanto aos processos de pequena escala espaço-temporal. Em todos os sistemas marinhos, as condições dos fatores físicos suportam e determinam a riqueza natural do meio biótico, particularmente a produtividade primária pelágica e bentônica que por sua vez são a base das cadeias tróficas e da biodiversidade dos sistemas marinhos.

No caso da baía Potiguar, o fluxo estuarino costeiro é responsável pelo aporte de nutrientes que caracteriza o sistema como oligotrófico (pobre em nutrientes). Estas condições em conjunto com a temperatura e o padrão de circulação da água, determinam valores baixos de produtividade primária pelágica e bentônica, suportando, no entanto, a elevada biodiversidade dos seus vários componentes bióticos.

É de realçar a grande importância que as comunidades bentônicas e as comunidades da ictiofauna têm no sistema marinho da baía Potiguar, sendo os fatores bióticos que mais relações estabelecem com os demais fatores bióticos e socioeconômicos. Destaca-se também a dependência que estas comunidades têm em relação à produtividade primária (fitoplâncton, zooplâncton e fitobentos) e a ligação à diversidade do tipo de fundos marinhos (incluindo os recifes carbonáticos) que permitem a adaptação de várias espécies, favorecendo uma vez mais a elevada biodiversidade da região.

Dada a sua importância para a biodiversidade, os fundos compostos por formações carbonáticas tem especial importância do ponto de vista da sensibilidade

ambiental, uma vez que promovem o desenvolvimento de corais, habitats muito importantes para a conservação ambiental.

Por outro lado, verifica-se que os fatores socioeconômicos exercem pressões negativas nos fatores bióticos do sistema, incluindo na avifauna, nas comunidades bentônicas, nas comunidades da ictiofauna e nos mamíferos marinhos. Ademais, as atuais áreas de exclusão à navegação interferem na atividade pesqueira, praticada nos municípios delimitados pela área de estudo.

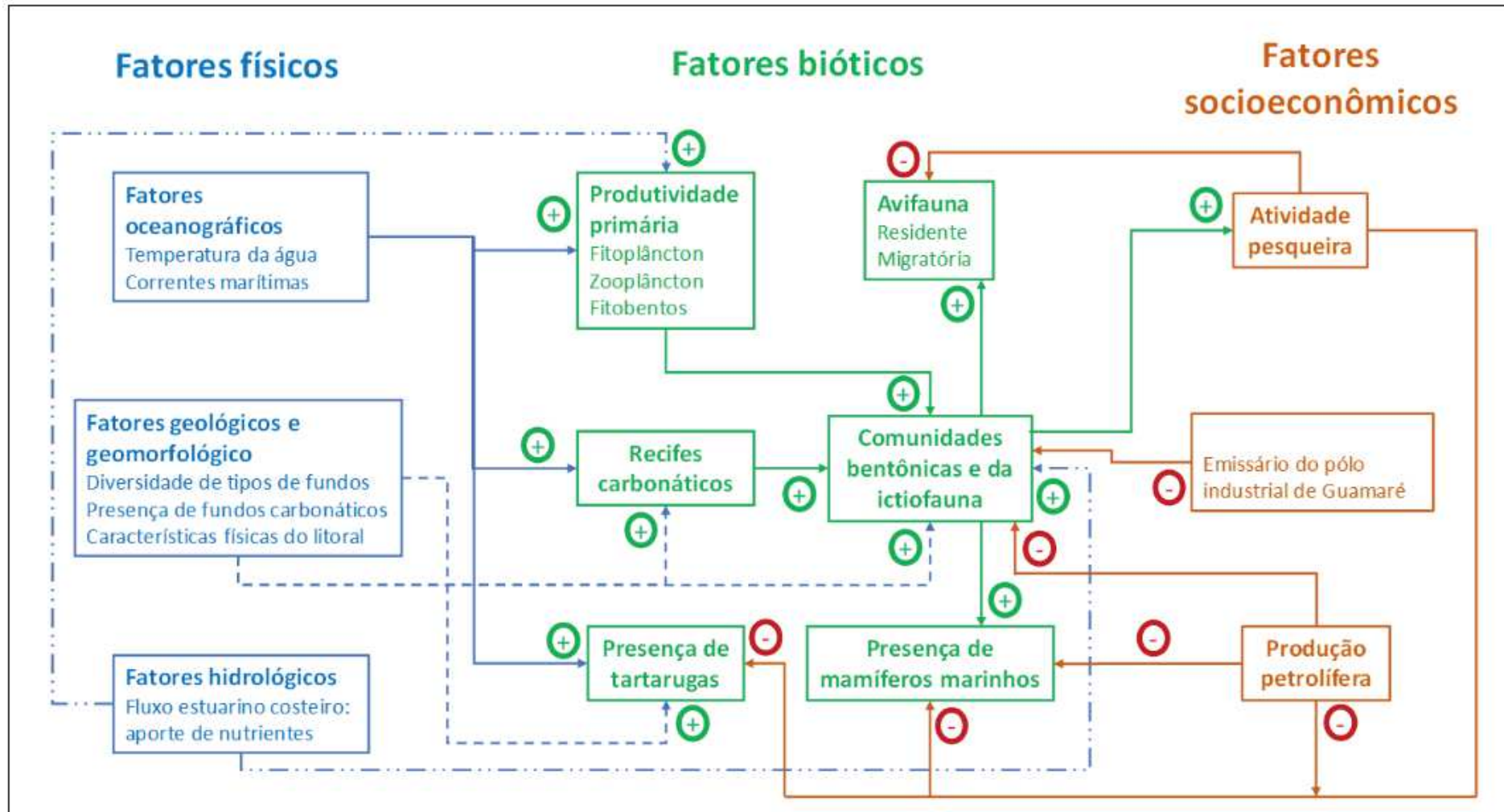


Figura VI.1-1 - Interação entre os fatores ambientais.

VI.2 - Síntese da qualidade ambiental

Nesta seção apresenta-se uma síntese das condições ambientais dos diferentes tipos de meios avaliados: físico, biótico e socioeconômico, terminando com uma seção dedicada ao prognóstico para as condições ambientais futuras sem e com a implementação do empreendimento.

VI.2.1 - Meio Físico

A Área de Influência da atividade em questão está situada na região Nordeste do Brasil, que, por estar situada dentro da faixa tropical, possui variação temporal e espacial de temperatura pouco expressiva, ao contrário da pluviosidade (Nimer, 1989). Por apresentar substanciais variações temporal e espacial da precipitação pluviométrica e elevadas temperaturas ao longo do ano, esta é considerada climatologicamente uma área semiárida (AZEVEDO et al., 1998).

Quanto à temperatura, são evidentes as baixas amplitudes térmicas anuais, sendo que a série temporal construída, mostra que a temperatura na área se apresenta elevada o ano todo, com valor médio de 27,8°C, sendo a menor média observada em julho, com 27,0°C, e o maior valor médio de 28,4°C em fevereiro.

A umidade relativa do ar obedece a um comportamento padrão ao longo do ano, intimamente relacionado com a pluviosidade local e, dessa forma, pode-se esperar que a umidade relativa do ar seja maior durante o principal período de chuvas na região, podendo se estender até julho em determinadas localidades. A umidade do ar na região, encontra-se geralmente acima de 50%, em função da influência do mar e da brisa marinha, comum nas primeiras horas da manhã.

Devido à ampla extensão territorial são vários os sistemas meteorológicos atuantes no Nordeste do Brasil (NEB), sendo os principais: a Zona de Convergência Intertropical (ZCIT), os Vórtices Ciclônicos de Altos Níveis (VCAN), os Distúrbios Ondulatórios de Leste (DOL), as Linhas de Instabilidades (LI), os Sistemas Frontais (SF) e a Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS).

Assim, o regime pluviométrico apresenta-se de forma heterogênea tanto na escala espacial quanto nas escalas de tempo. Essa grande variabilidade foi observada tanto nos totais anuais como também nos totais mensais, refletindo-se marcadamente na qualidade da estação chuvosa. Essa estação, apresenta-se com

valores de precipitação acima de 100 mm e duração média de dois meses, normalmente ocorrendo entre março e abril.

No que diz respeito ao regime de ventos, a região do NEB encontra-se localizada no cinturão dos ventos alísios, que alcançam a costa setentrional do Rio Grande do Norte, predominantemente, provenientes de NE, direção que também é controlada pelos movimentos migratórios sazonais da ZCIT. Os ventos alísios de Sudeste são mais intensos quando a ZCIT se encontra a norte, diminuindo progressivamente com sua migração em direção ao Equador, para alcançar os mínimos valores anuais durante os meses de março a abril, quando os ventos de Sudeste são mais fracos. Com base nos dados mais recentes, recolhidos numa zona próxima da localização do projeto, os ventos apresentam velocidades máximas próximas a 15 m/s, com padrões direcionais variando de ENE (Leste-Nordeste) para SE (Sudeste), sendo sua maior magnitude de ESE (Leste-Sudeste).

No que se refere à forçante eólica, observa-se a indicação de duas épocas distintas de ação do vento na Baía Potiguar. Neste caso, no período mais chuvoso e quente do ano (janeiro-maio) predominam ventos de Leste menos intensos, enquanto que no período seco e mais frio (julho a novembro) são registrados ventos mais fortes e que oscilam entre Leste e Sudeste.

Quanto aos parâmetros oceanográficos estudados, os valores de Temperatura da Superfície do Mar (TSM) na área de estudo, obtidos a partir dos levantamentos mais recentes, mostram uma média de 27,7°C, com as maiores temperaturas, de cerca de 28°C, próximo às desembocaduras dos rios Mossoró e Açú. O comportamento da TSM, mostra que ao longo do ano as águas estão mais aquecidas no período do outono, especificamente no mês de abril.

Quanto à salinidade da superfície do mar, as campanhas efetuadas apresentaram o valor mediano de 36,1 ups, um mínimo de 35,0 ups (mês de julho) e um valor máximo de 38,1 ups (mês de novembro), indicando assim, que no verão a concentração de salinidade da superfície é mais elevada.

Relativamente às massas d'água, foram identificadas: a Água Tropical Superficial (AT), caracterizada por valores de $\sigma_t < 24,500$, a Água Central do Atlântico Sul (ACAS), caracterizada por valores $24,500 < \sigma_t < 27,125$ e, em grandes profundidades, encontra-se a Água Intermediária Antártica (AIA), limitada pelo intervalo de $27,125 < \sigma_t < 27,450$.

A costa norte da região NEB apresenta um regime de correntes controlado por três agentes principais: a circulação de larga-escala do Oceano Atlântico Sul,

através do fluxo unidirecional da Corrente Norte do Brasil (CNB), o ciclo de marés, gerado nos oceanos pelas forças gravitacionais astronômicas e, a ação dos ventos locais, o atrito na interface oceano-atmosfera, as características do substrato marinho e da geometria da linha de costa que, interagindo, produzem a chamada corrente de deriva litorânea.

No que se refere ao regime de ondas, foi possível observar que existem dois compartimentos sazonais bem definidos ao longo do ano. Entre os meses de dezembro a março, que coincide sazonalmente com o verão e início do outono no Hemisfério Sul, são observadas as maiores alturas significativas das ondas no litoral setentrional (0,5 m a 2,05 m) e as menores alturas (0,1 m a 0,5 m), são observadas entre os meses de junho a setembro, que caracteriza o período do inverno e início da primavera neste litoral. Quanto ao regime das marés, observa-se que, a cada ciclo de 24 horas, ocorrem duas marés altas ou preamares e duas marés baixas ou baixa-mares, caracterizando uma maré do tipo semidiurna com desigualdade diária e amplitude da ordem de 2,84 m.

Do ponto de vista geológico, é importante referir que o Campo de Ubarana se situa na plataforma continental do Estado do Rio Grande do Norte (RN), na Baía Potiguar, extremo leste da Margem Equatorial Brasileira, em lâmina d'água de 12 a 17 m. A plataforma continental, que representa a porção imersa da Baía Potiguar, é caracterizada como uma plataforma mista apresentando a transição de um sistema predominantemente siliciclástico na plataforma interna, carbonato-siliciclásticos na plataforma média, para predominantemente carbonáticos na plataforma externa.

A Baía Potiguar faz parte do Sistema de Riftes Cretáceos do Nordeste Brasileiro, cuja formação relaciona-se ao processo de estiramento crustal que resultou no rompimento do Supercontinente Gondwana, a partir do Mesozoico, e que culminou com a separação das placas Sul-Americana e Africana e consequente desenvolvimento do Oceano Atlântico.

A porção emersa do Rifte Potiguar alonga-se segundo uma calha de direção geral ENE-WSW e é limitado a leste e a oeste pelos sistemas de falhas de Carnaubais e de Areia Branca, respectivamente. A borda sul-sudoeste da baía é limitada pela Falha de Apodi, que demarca o graben de mesmo nome. Os limites ao norte e nordeste encontram-se em águas profundas. Portanto, tal estruturação geral compreende as seguintes unidades tectônicas básicas: os sistemas escalonados de horsts e grabens, orientados segundo o trend estrutural NE-SW, e a plataforma do embasamento.

A porção emersa da Baía Potiguar representa cerca de 45 % (21.500 km²) de sua área total, enquanto que a submersa compõe os demais 55 % (26.500 km²), considerando-se como limite submerso a isóbata de 2.000 m. Esta porção submersa é constituída por grabens assimétricos, com eixos orientados segundo a direção geral WNW-ESE, e basculados no sentido sul.

O Campo de Ubarana diferencia-se em dois contextos geológicos distintos: o bloco leste (principal), onde se localiza o projeto, e o bloco oeste. O bloco leste pode ser definido como um homoclinal com mergulho suave para noroeste e limitado na porção oeste por falhamentos de direções gerais NE e NW. No bloco oeste, o estilo estrutural altera-se para uma série de blocos delimitados por falhas de caráter transcorrente, correspondentes à fase rifte, reativadas a partir do Mesocampaniano.

Em relação à estratigrafia específica da região do Campo de Ubarana, as formações abaixo foram identificadas: Formação Tibau/Guamaré (entre as cotas de -30 e -900 m); Formação Ubarana (entre as cotas de -650 a -1750 m e -1800 a -2820 m); Formação Jandaíra (entre as cotas de -1706 e -1771 m); Formação Macau (entre as cotas de -532 e -2200 m) Formação Quebradas (entre as cotas de -1771 e -2930 m); Formação Açú (entre as cotas de -2007 e -2095 m); Formação Alagamar (entre as cotas de -2095 e -3200 m); Formação Pescada (entre as cotas de -2750 e -4500 m); Formação Pendência (entre as cotas de -2447 e -3285 m).

Em termos de classificação da orla marítima, em função das principais características geomorfológicas, a área se encontra na região classificada como litoral nordeste. Esse litoral se estende desde as proximidades da Baía de São Marcos (MA) até a Baía de Todos os Santos (BA). Esta imensa extensão de linha de costa pode ser ainda dividida em dois grandes macro-compartimentos: a Costa Semiárida, a noroeste do Cabo Calcanhar e a Costa Nordeste Oriental, também chamada de Costa dos Tabuleiros. Toda a região é caracterizada por uma acentuada instabilidade morfológica ocasionada pela intensa ação de processos costeiros que, ao longo do Holoceno, modelaram e continuam modelando a costa.

No aspecto geomorfológico, o litoral setentrional está incluído na Região Nordeste ou Litoral das Barreiras de Silveira, definida pela presença acentuada dos depósitos sedimentares da Formação Barreiras, que descrevem uma superfície plana (o Tabuleiro Costeiro), suavemente inclinada em direção ao oceano. Nas regiões estuarinas como aquelas dos rios Piranhas-Açú e Apodi-Mossoró, foram identificados dois grandes domínios geomorfológicos comuns: (i) o Domínio Interior e

(ii) o Domínio Estuarino-Litorâneo. A região interior ocupada pela Formação das barreiras constitui um domínio geomorfológico de distribuição contínua ao longo da costa, marcada por relevo tabular de baixa inclinação para o litoral, cotas baixas e dissecadas pelos vales fluviais. Na zona entre os tabuleiros e a faixa litorânea, a confluência anastomosada do sistema de drenagem favorece o desenvolvimento da extensa planície de inundação flúvio-estuarina formada por depósitos arenosos. Portanto, a análise dos aspectos geológico e geomorfológico permite a compartimentação da paisagem costeira e estuarina do litoral setentrional nas seguintes feições: a Superfície de Aplainamento ou Superfície de Tabuleiro Costeiro; as Planícies de Inundação Flúvio-Estuarinas, onde estão os terraços flúvio-marinhos e estuarinos; as Planícies de Maré; os Campos de Dunas; as Planícies de Deflação, marcadas por intensa deflação e depressões com lagoas interdunares; e, as Praias Arenosas (Zonas de Intermaré), onde se desenvolvem os sistemas de ilhas barreiras e barras arenosas.

O ambiente marinho da Baía Potiguar imersa apresenta fisiografia de plataforma continental e talude, limitada pela linha de costa e estendendo-se em direção ao talude, com transição em profundidades entre 40 m e 60 m. A plataforma pode ser dividida em plataforma interna, média e externa, com base na revisão da caracterização geomorfológica e sedimentológica. As principais feições submarinas observadas sobre a plataforma continental são: região de dunas subaquáticas; campo de dunas longitudinais na plataforma interna; os vales incisos do Rio Açú e do Rio Apodi-Mossoró; dunas transversais na plataforma média; arenitos praias e corpo arenoso marinho raso isolado.

Relativamente à qualidade da água marinha, identificou-se que a transparência da coluna d'água é elevada, variando sazonalmente. Observa-se que há uma redução considerável nas coletas do período seco, com transparência da coluna d'água atingindo 5 m de profundidade secchi, enquanto que no período chuvoso, a transparência mostrou-se um pouco abaixo em relação ao período anterior encontrado em 2010, atingindo 3 m de profundidade secchi.

Quanto aos nutrientes e silicato, em ambas as malhas amostrais realizadas, o pH foi sempre alcalino, com valor mediano de 8,22. O pH acompanhou a mesma variação dos valores do oxigênio dissolvido, com valores medianos mais elevados numa das campanhas, sendo que o valor mínimo de 7,77 foi registrado na estação do talude, na profundidade de 200 m, coincidindo com o mínimo de O.D. Para a

malha amostral de caracterização da Baía Potiguar, o estudo dos nutrientes inorgânicos dissolvidos apresentou valores medianos muito baixos, característicos de áreas oceânicas oligotróficas. Com base nos dados obtidos, foi possível também concluir que as características sazonais possuem uma gradual influência nos parâmetros de oxigênio dissolvido na região da plataforma interna.

O material particulado em suspensão (MPS) apresentou uma variação sazonal definida, com concentrações mais elevadas na campanha realizada no mês de novembro, onde se observa também, um nítido gradiente costa-oceano com concentrações de MPS mais elevadas próximas à costa. O valor máximo de MPS registrado na malha amostral de caracterização foi de 20,24 mg.L⁻¹, na área costeira.

Quanto às medidas de clorofila-a, no âmbito geral da caracterização dos valores por área, faixas com largura média de 15 km a partir da linha de costa apresentam valores relativamente mais elevados, com o decréscimo para as áreas oceânicas mais profundas. Nas concentrações de clorofila-a das campanhas de outubro (durante o período seco) e maio (período chuvoso), os valores são sempre maiores na região da zona da plataforma interna, onde encontra-se localizado a área do projeto piloto para geração eólica offshore. Já os valores máximos, da ordem de 6,5 mg.m⁻³, ocorrem nas imediações das desembocaduras dos estuários dos rios Açu e Apodi.

VI.2.2 - Meio Biótico

A caracterização do meio biótico na área de estudo (Baía de Potiguar) onde se localizará o projeto, indica uma área de águas costeiras tropicais oligotróficas. Em geral, esta área caracteriza-se por águas pobres em nutrientes que sustentam a produtividade primária de uma comunidade fitoplanctônica e fitobentônica muito variada. Embora esta região como um todo seja considerada extremamente oligotrófica, a grande diversidade de processos que influenciam a produtividade pelágica, resultante da integração das condições do meio abiótico e biótico, tais como a temperatura da água, o aporte vertical de nutrientes, a fixação de nitrogênio por cianofíceas, a ressuspensão de sedimentos e o fluxo estuarino-costeiro, promovem o desenvolvimento de uma grande biodiversidade das comunidades pelágicas de fito e zooplâncton. Estas condições favorecem também o uso desta zona, por uma grande variedade de espécies adultas de peixes, como área de desova. Em conjunto com as correntes marítimas que transportam grande quantidade de larvas de

peixes para a plataforma continental da bacia, esta área concentra uma grande diversidade específica de ovos e larvas de peixes.

A Baía de Potiguar é, portanto, descrita como uma importante zona de reprodução e desenvolvimento de peixes, que abastecem as pescarias desta região. Os resultados dos estudos de monitoramento analisados indicam que as comunidades pelágicas parecem estar em equilíbrio com o meio ambiente marinho uma vez que as suas características indicam a presença e abundância de espécies típicas de zonas tropicais semelhantes às da área de estudo.

No que diz respeito ao ambiente bentônico, verifica-se igualmente a presença de um elevado número de espécies que ultrapassa mesmo o número de espécies registradas em trabalhos efetuados anteriormente para áreas adjacentes, reforçando a riqueza desta região não só em termos de biodiversidade, mas também em termos de densidade e abundância do número de indivíduos. As espécies que compõem o grupo do macrobentos incluem um elevado número de espécies endêmicas do Brasil, espécies raras e ameaçadas de extinção, espécies de interesse econômico e ainda outras que fazem parte de um extenso número de espécies que foram pela primeira vez referenciadas na costa brasileira. Salienta-se também o efeito moderado da entrada de nutrientes provenientes dos emissários submarinos instalados na área de estudo para descarte de água do polo industrial de Guararé. Ainda que em concentrações reduzidas, verifica-se que esta entrada de nutrientes provoca localmente a redução da biodiversidade e o aumento significativo da densidade, reações típicas de um meio tendencialmente influenciado por carga orgânica, que se faz notar particularmente perto do emissário I (evidenciado pela diminuição do índice Crustacea/ Annelida).

No caso dos recifes, foram identificadas três formações de recifes de algas calcárias: Urca do Minhoto (Guararé), Banco das Agulhas (Guararé) e Urca do Tubarão (Macau). Existem também fundos carbonáticos inorgânicos, conhecidos com arenito de praia ou rocha praial (*beachrocks*), mapeados a norte da localização do projeto onde o desenvolvimento de recifes é propício.

A elevada variedade de espécies de peixes teleósteos tem origem na grande diversidade de habitats (fundo de areia, lama ou cascalho, bem como a presença de manguezais na zona costeira) que estabelecem o desenvolvimento de diferentes espécies. Por outro lado, a Corrente Norte do Brasil é também responsável pelo transporte, para a plataforma continental, de larvas mesopelágicas da família Myc-

tophidae, que servem de alimento a espécies maiores de peixes e cetáceos. Destaca-se a presença de espécies de peixes teleósteos com estatuto de conservação classificado na categoria de “Críticamente em perigo”, como o mero e a piraroba; na categoria de “Em perigo”, a garoupa-de-trindade e o pargo; e na categoria de “Vulnerável”, espécies como a cioba e a caranha.

Ocorrem de igual modo, várias espécies de peixes cartilaginosos (ou elasmobrânquios) tais como os tubarões e as raias, organismos extremamente sensíveis a campos elétricos, habilidade que usam para caçar. Na costa nordeste brasileira, ocorrem 21 espécies de raias e 45 de tubarões destacando-se a ocorrência de cinco espécies ameaçadas e classificadas na categoria de “Em perigo” e “Críticamente em perigo” de extinção.

Destaca-se também a presença de comunidades e espécies com estatuto de conservação desfavorável como os mamíferos marinhos, as tartarugas e as comunidades dos recifes de coral que se estendem desde a área de estudo para sul até ao estado da Baía (Arquipélagos de Abrolhos). Algumas das espécies de mamíferos marinhos com estatuto de conservação particularmente ameaçado (“Em Perigo”) ocorrem exclusivamente nas costas da América do Sul, incluindo a costa nordeste brasileira, o que torna estas espécies particularmente vulneráveis às interferências em seus habitats. As tartarugas encontram nas costas brasileiras condições ideais para a desova e têm por isso sido alvo de vários estudos de monitoramento, alguns deles desenvolvidos pela Petrobras, tendo em vista a sua conservação.

A avifauna da zona de estudo pode ser agrupada em espécies residentes e espécies migratórias. A grande maioria das aves residentes distribui-se essencialmente pelos estuários e praias localizadas na linha de costa, havendo pouca informação sobre os seus períodos de nidificação. Neste grupo, apenas é identificada como vulnerável uma espécie (trinta-reis-róseo). A lista de espécies migratórias é constituída por um número mais elevado de espécies, sendo a rota Atlântica (ao longo de toda a costa Brasileira do Amapá até ao Rio Grande do Sul) a mais próxima da área de estudo. Neste grupo, incluem-se várias espécies setentrionais e limícolas que permanecem no Brasil de setembro a maio e dependem de habitats importantes para descanso, muda de penas e alimentação, incluindo a reposição de energia gasta na migração e preparação para os voos de retorno (algumas delas para o Ártico). No estado do Rio Grande do Norte estão identificados dois locais importantes para as aves migratórias: a salina Diamante Branco (localizada em Galinhos) e

uma área mais extensa denominada de complexo litoral da baía Potiguar. Salientam-se quatro espécies que estão ameaçadas de extinção: na categoria “Em Perigo”, o maçarico-rasteirinho (*Calidris pusilla*) e o maçarico-solitário (*Tringa solitaria*); e na categoria “ criticamente Em Perigo”, o maçarico-de-costas-brancas (*Limnodromus griseus*) e o maçarico-de-papo-vermelho (*Calibris canutus*).

VI.2.3 - Meio Socioeconômico

A atividade pesqueira é importante na região, mas devido ao distanciamento do projeto à costa, salienta-se que tal potencial se restringe às embarcações com maior autonomia para viagens como, por exemplo, barcos do tipo bote ou barcos com propulsão a motor, encontradas em números consideráveis nos municípios de Caiçara do Norte e Macau.

Desde 1993, Caiçara do Norte se mantém entre os cinco maiores municípios na produção pesqueira do Rio Grande do Norte. Seu litoral é considerado a área de maior produção pesqueira artesanal do Estado e a produção pesqueira neste município é uma consequência da elevada diversidade ambiental da região. Quase toda a extensão da praia é ocupada por barcos que ali fazem porto, não havendo estruturas específicas para realização de desembarques.

Neste município, os pescadores são, em sua totalidade, de sexo masculino. A figura da mulher não atua na pesca em si, podendo apenas ter envolvimento na limpeza ou beneficiamento do pescado, o que não foi observado na realidade em campo.

No município de Macau, a atividade pesqueira é desenvolvida por diferentes gerações e boa parte dos pescadores tem a atividade como única fonte de renda. Grande parte dos pescadores possui o ensino fundamental.

Neste município é onde há mais pescadores que negociam sua produção diretamente com o atravessador, que leva o pescado para fora do município, ou com o público final.

Em Caiçara do Norte e em Macau nem todos os pescadores são proprietários das embarcações em que operam, havendo um número maior de pessoas que se revezam nas pescarias. No primeiro município referido, há apenas uma entidade de representação da pesca e, no segundo, há seis destas entidades. Em Macau, há ainda representação local do Movimento de Pescadores e Pescadoras Artesanais (MPP) e do Conselho Pastoral dos Pescadores (CPP).

Quanto à idade dos pescadores, é possível observar, em ambos os municípios, a presença de adultos e idosos na atividade, o que pode resultar do melhor nível de escolaridade dos jovens e da conseqüente busca por empregos em outras áreas ou até mesmo fora da comunidade.

Nos outros municípios da área de estudo, a pesca artesanal ocorre principalmente em ambientes estuarinos (PETROBRAS, 2010). Neste caso, o conflito pelo uso do ambiente aquático configura-se apenas pela possível coincidência com as embarcações que irão prestar apoio ao empreendimento. Leva-se em conta também que a infraestrutura da PETROBRAS já existente em Guamaré (Pier e Base terrestre) irá servir como apoio em potencial às operações relacionadas ao empreendimento.

Em termos sociais e econômicos, a área possui produção de petróleo consolidada há décadas através da existência de plataformas fixas, árvores de natal molhadas e dutos submarinos.

Não há registro de atividade de turismo e/ou lazer identificadas na região proposta para instalação da Planta Piloto.

VI.2.4 - Condições Ambientais Futuras Sem e Com o Empreendimento

Dada a pequena escala do empreendimento em análise (apenas um aerogerador, uma torre anemométrica e 800 metros de cabo submarino) considera-se que os impactos ambientais, positivos e negativos, da Planta Piloto de Geração Eólica Offshore contribuem de forma muito reduzida para alterações relevantes e de larga escala, tanto a nível temporal como espacial, nos meios físico e biótico.

Por outro lado, e considerando que o local onde será instalado o empreendimento corresponde a uma área já em uso para exploração petrolífera, as alterações a nível local que poderão ser provocadas pelo aerogerador, pela torre anemométrica e pelo cabo submarino serão pouco relevantes frente aos aspectos ambientais relacionados à exploração petrolífera, podendo haver até sinergias entre as duas atividades, reduzindo-se assim os impactos cumulativos em relação ao cenário de ambas as atividades existirem em separado durante a fase de operação.

Um exemplo de sinergia com a atividade petrolífera preexistente, de forma a reduzir os impactos cumulativos, foi o critério definido para a escolha da alternativa locacional. O lançamento do cabo submarino buscou-se uma direção na qual já

houvesse encaminhamento de dutos, respeitando-se uma distância segura destes e fora das formações carbonáticas.

Seguindo esta conclusão de que os fatores físicos são os mais determinantes nas condições de base dos processos ambientais da região, e que nesse contexto as formações carbonáticas tem especial importância do ponto de vista da sensibilidade ambiental, a adoção do critério mencionado no parágrafo acima previne impactos geoambientais advindos do empreendimento. A Figura VI.2.4-1 demonstra a localização pretendida para os elementos do projeto em relação às formações carbonáticas.

Deste modo, considera-se que a nível dos meios físico e biótico as condições ambientais futuras relativas às situações de “sem” e “com” o empreendimento são muito semelhantes entre si e dependentes da evolução natural das condições ambientais.

O mesmo não se poderá dizer em relação aos fatores socioeconômicos, visto o efeito demonstrativo que este empreendimento poderá ter, numa futura opção nacional pela produção de energias renováveis marinhas, seja no âmbito da exploração petrolífera offshore seja como alternativa de produção de eletricidade a nível nacional. E isto pode traduzir-se no desenvolvimento da indústria e na criação de empresas do setor, bem como de outras relacionadas com a cadeia de valor. Este projeto poderá ainda demonstrar a sinergia existente na associação do setor das energias renováveis marinhas à exploração de petróleo, através da otimização da utilização do espaço marítimo e da redução das emissões de gases do efeito de estufa provenientes da operação das plataformas petrolíferas, reduzindo-se assim os impactos cumulativos das duas atividades.

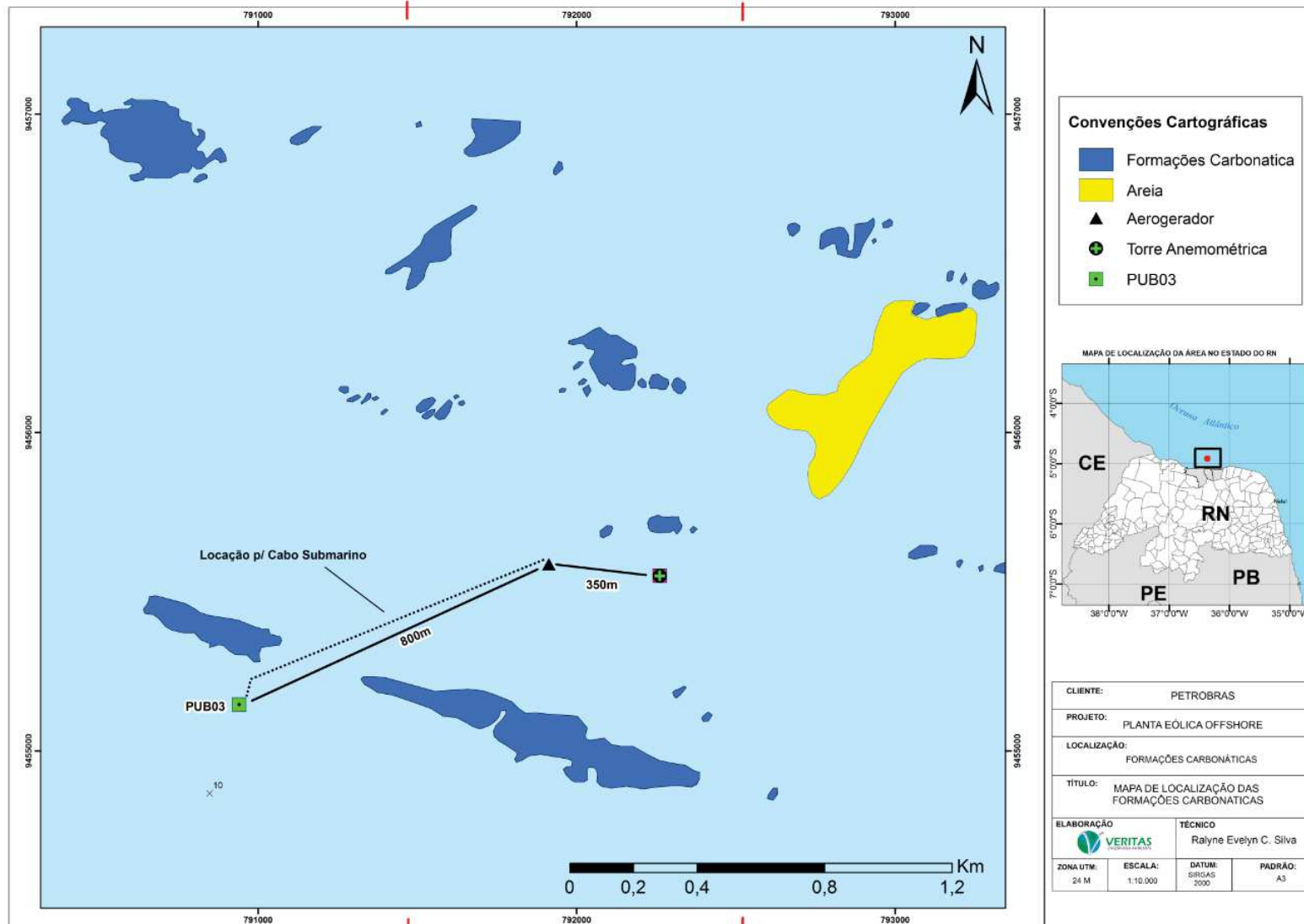


Figura VI.2.4-1 - Mapa de Localização das Formações Carbonáticas.

Ainda em relação aos fatores socioeconômicos, não são esperadas interferências significativas do empreendimento sobre a atividade pesqueira, em função da distância de sua localização pretendida em relação à costa, das características da maioria das embarcações na área de estudo e das áreas de exclusão da navegação que estão sendo consideradas para a instalação e operação do empreendimento.

Em síntese, não havendo diferenças relevantes entre as opções com e sem empreendimento para as condições ambientais futuras relativas aos meios físico e biótico, verifica-se que a opção pela instalação do empreendimento poderá criar uma situação futura bastante benéfica a nível local, regional e mesmo nacional relacionada com o contexto socioeconômico.

VII - IDENTIFICAÇÃO E AVALIAÇÃO DE RISCOS E IMPACTOS AMBIENTAIS

VII.1 - Introdução

Neste capítulo, foram identificados e avaliados os impactos ambientais decorrentes da instalação, operação e desativação da Planta Piloto de Geração Eólica Offshore. Em seguida, foram identificados os principais riscos ambientais associados à implantação do projeto.

O Artigo 1.º da Resolução nº 001/86 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), define Impacto Ambiental como:

“(...) qualquer alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente, causada por qualquer forma de matéria ou energia resultante das atividades humanas que, direta ou indiretamente, afetam:

I- a saúde, a segurança e o bem-estar da população;

II- as atividades sociais e econômicas;

III- a biota;

IV- as condições estéticas e sanitárias do meio ambiente;

V- a qualidade dos recursos ambientais. ”

A identificação dos impactos e dos riscos ambientais baseia-se na identificação de relações causa-efeito, sendo as causas os aspectos ambientais do projeto (Sánchez, 2013). Portanto, a elaboração deste capítulo considerou para o estabelecimento da relação entre os aspectos e impactos e a sua posterior avaliação, as informações constantes no capítulo anterior (VI - Análise Integrada e Síntese da Qualidade Ambiental) e os conhecimentos sobre impactos de projetos similares, associados à experiência acumulada pelos profissionais envolvidos na elaboração deste estudo.

Para além da introdução, o presente capítulo divide-se em duas seções: VII.2 – Impactos Ambientais e VII.3 – Impactos potenciais. A seção VII.2 é dedicada à identificação e avaliação dos impactos ambientais, que estão classificados em reais, quando referentes às atividades previstas para a instalação, operação e desativação do empreendimento, e potenciais, quando associados a situações aciden-

tais. Estes impactos potenciais, predominantemente associados ao uso de embarcações nas fases de instalação e desativação, serviram de base para a identificação dos riscos ambientais.

VII.2 - Impactos Ambientais

VII.2.1 - Metodologia

Nesta seção, procede-se à apresentação das metodologias adotadas para as seguintes atividades:

- (i) Identificação e associação dos aspectos, impactos e fatores ambientais relevantes, nas fases de instalação, operação e desativação do projeto;
- (ii) Descrição detalhada dos impactos ambientais sobre cada fator relevante;
- (iii) Classificação dos impactos ambientais que foram identificados e descritos;
- (iv) Análise sumária dos impactos ambientais cumulativos e sinérgicos;
- (v) Síntese conclusiva.

Identificação dos impactos ambientais

A etapa de identificação dos impactos baseou-se no estabelecimento da relação causa-efeito entre os aspectos ambientais associados às atividades do projeto (de acordo com os dados do empreendimento apresentados no capítulo III), durante as fases de instalação, operação e desativação, e os respectivos impactos sobre fatores ambientais relevantes. O levantamento destes fatores baseou-se no diagnóstico ambiental e na análise integrada e síntese da qualidade ambiental (capítulos V e VI) e estão apresentados na Tabela VII.2.1-1.

Além das informações supracitadas, a etapa de identificação também considerou os impactos ambientais de outros empreendimentos já instalados na área de estudo e de empreendimentos similares noutros países. Em particular, foi utilizada uma revisão dos impactos ambientais de projetos de energias renováveis marinhas a nível mundial, preparada pelo *Pacific Northwest National Laboratory* para o De-

partamento de Energia dos Estados Unidos, no âmbito da Iniciativa para os Sistemas de Energia Oceânica (OES) da Agência Internacional de Energia (Copping et al. 2016).

Tabela VII.2.1-1 - Fatores ambientais relevantes.

MEIOS	FATORES
Físico	Água
	Sedimento
	Zonas de Transição (Praias e Manguezais)
	Recifes
Biótico	Plânctons
	Bentos
	Néctons (Ictiofauna, Quelônios e Mamíferos marinhos)
	Avifauna
Socioeconômico	Atividade pesqueira
	Comércio e serviços

Para facilitar a elaboração e apreciação deste capítulo, os impactos ambientais foram numerados durante as etapas de identificação, cujos resultados estão apresentados nos subitens VII.2.2.1 (impactos reais) e VII.2.3.1 (impactos potenciais).

Descrição dos impactos ambientais

Após a etapa de identificação, os impactos ambientais foram avaliados a partir da sua relação de causa com os aspectos geradores e dos seus efeitos potenciais ou reais sobre os fatores ambientais relevantes. Esta avaliação considerou os seguintes atributos, detalhados na Tabela VII.2.1-2: Natureza, Incidência, Escala, Reversibilidade, Duração, Temporalidade, Magnitude e Importância.

Tabela VII.2.1-2 – Atributos para a avaliação dos impactos ambientais.

ATRIBUTOS	PARÂMETROS DE AVALIAÇÃO
Natureza Capacidade do impacto de trazer benefícios ou prejuízos à qualidade de um fator ambiental.	Positivo (POS): quando a alteração se constitui num ganho para a qualidade ambiental. Negativo (NEG): quando a alteração se constitui numa perda para a qualidade ambiental.

ATRIBUTOS	PARÂMETROS DE AVALIAÇÃO
Incidência Relação de causalidade entre a fonte geradora e o impacto.	Direta (DIR): é consequência direta das ações e/ou atividades realizadas pelo empreendimento. Indireta (IND): decorre de um impacto direto.
Escala Alcance espacial dos efeitos de um determinado impacto.	Local (LOC): quando os efeitos ocorrem apenas na Área Diretamente Afetada (ADA) e/ou em suas imediações. Regional (REG): quando os efeitos ocorrem além da Área Diretamente Afetada (ADA) e/ou em suas imediações. Estratégico (EST): quando os efeitos ocorrem a nível nacional.
Reversibilidade Capacidade do impacto de afetar um determinado fator ambiental de modo que o mesmo possa ou não retornar às suas condições originais.	Reversível (REV): impacto para o qual o fator ambiental afetado, assim que cessada a sua ação, retorna às suas condições originais, com ou sem a adoção de medidas de controle. Irreversível (IRR): impacto para o qual o fator ambiental afetado, uma vez cessada a ação, não retorna às suas condições originais.
Duração Dimensão temporal de ocorrência do impacto.	Permanente (PER): quando os efeitos do impacto não cessam de se manifestar, ao longo da vida útil do empreendimento. Temporário (TEM): quando os efeitos ocorrem apenas em períodos de tempo limitados, ao longo da vida útil do empreendimento. Cíclicos (CIC): quando os efeitos ocorrem de forma intermitente, em geral periódica, ao longo da vida útil do empreendimento.
Temporalidade Período de tempo decorrido desde a ação causadora até a ocorrência do impacto.	Imediato (IME): quando o impacto se dá no instante da ação causadora. Médio Prazo (MP): quando o efeito se manifesta após a ação causadora, da ordem de meses. Longo Prazo (LP): quando o efeito se manifesta após longo tempo da ação causadora, da ordem de anos.
Magnitude Grau de incidência de um impacto sobre o fator ambiental. A	Reduzida (RED): reduzida transformação da situação preexistente do fator ambiental impactado. Média (MED): média transformação da situação preexistente do fator ambiental impactado.

ATRIBUTOS	PARÂMETROS DE AVALIAÇÃO
magnitude está relacionada à dimensão e extensão espacial/temporal do impacto.	Elevada (ELE): elevada transformação da situação preexistente do fator ambiental impactado.
Importância Avaliação final, associada à duração, escala e magnitude do impacto.	Baixa (BAI): quando o efeito sobre o fator ambiental afetado é avaliado como baixo. Moderada (MOD): quando o efeito sobre o fator ambiental afetado é avaliado como moderado. Grande (GRA): quando o efeito sobre o fator ambiental afetado é avaliado como grande.

Para a avaliação da importância dos impactos, foram associados os atributos Duração, Escala e Magnitude; uma adaptação de critério já sugerido por Sánchez (2008). A Tabela VII.2.1-3 apresenta as possíveis associações entre Duração, Escala e Magnitude, e os respectivos graus de importância dos impactos.

Tabela VII.2.1-3 – Avaliação da importância dos impactos reais.

DURAÇÃO	ESCALA	MAGNITUDE	IMPORTÂNCIA
Temporário	Local	Reduzida, Média ou Elevada	Baixa
	Regional	Reduzida	
	Estratégico		
Cíclico	Local	Reduzida ou Média	
	Regional	Reduzida	
Permanente	Local		
Temporário	Regional	Média	Moderada
	Estratégico		
Cíclico	Local	Elevada	
	Regional	Média	
	Estratégico	Reduzida	
Permanente	Local	Média	
	Regional	Reduzida	
Temporário	Regional	Elevada	Grande
	Estratégico		
Cíclico	Regional	Média ou Alta	
	Estratégico		
Permanente	Local	Alta	
	Regional	Média ou Alta	
	Estratégico	Reduzida, Média ou Elevada	

Seguindo a numeração dos impactos ambientais estabelecida nas etapas de identificação, a descrição dos impactos está apresentada nos subitens VII.2.2.2 (impactos reais) e VII.2.3.2 (impactos potenciais). Junto à descrição dos impactos ambientais, são propostas medidas destinadas ao seu equacionamento (ações preventivas e/ou mitigatórias).

Classificação dos impactos ambientais

Após a descrição dos impactos ambientais, as classificações dadas a cada impacto foram apresentadas nas Matrizes de Impactos, considerando os atributos e critérios apresentados neste item, e seguindo a numeração dos impactos estabelecida nas etapas de identificação. Por fim, foram associadas propostas de medidas mitigadoras, que serão detalhadas no capítulo VIII.

As Matrizes de Impactos estão apresentadas nos subitens VII.2.2.3 (impactos reais) e VII.2.3.3 (impactos potenciais).

Análise sumária dos impactos ambientais cumulativos e sinérgicos

De acordo com a definição do *Council on Environmental Quality* dos Estados Unidos (1987), retomada no Guia da Comissão Europeia (Hyder, 2001), impactos cumulativos são os impactos no ambiente que resultam dos impactos incrementais do projeto quando adicionados a outros projetos, passados, presentes ou previsíveis num futuro razoável, independentemente de quem os promove. Ou seja, o centro da análise deixa de ser o projeto que implica potenciais impactos em determinados recursos, para passar a ser o recurso (ou recursos) no qual os potenciais impactos do projeto podem provocar algum efeito.

Os impactos sinérgicos são aqueles que têm a capacidade de potencializar outros, não necessariamente relacionados com o mesmo empreendimento ou atividade.

Tomando como base as definições acima, o item VII.2.4 apresenta uma análise sumária de potenciais efeitos cumulativos e sinérgicos dos impactos ambientais da Planta Piloto de Geração Eólica Offshore, considerando as características do empreendimento apresentadas nesse estudo.

Síntese Conclusiva

A seção VII.2.5 é apresentada uma síntese qualitativa e quantitativa dos impactos ambientais avaliados e são definidos os limites geográficos das Áreas de Influência Direta e Indireta (AID e AIi) do empreendimento.

VII.2.2 - Impactos Reais

VII.2.2.1 - Identificação dos impactos reais

Através do estabelecimento de relações causa-efeito, baseadas na metodologia apresentada no item VII.2.1, foram identificados e numerados na Tabela VII.2.2.1-1 os impactos ambientais reais das fases de instalação, operação e desativação do projeto.

Tabela VII.2.2.1-1 - Adaptação da Matriz de Leopold para a identificação dos impactos reais.

FASE	ASPECTOS AMBIENTAIS	FATORES AMBIENTAIS	IMPACTOS AMBIENTAIS	Nº
INSTALAÇÃO	Perfuração do fundo marinho com estacas para fixação das subestruturas	Sedimento	Alteração morfológica do fundo marinho	01
		Bentos	Interferência na comunidade bentônica	02
		Água	Alteração das características físico-químicas da água	03
	Geração de ruído subaquático devido à perfuração do fundo marinho	Néctons	Interferência na ictiofauna e em mamíferos marinhos	04
	Sustentação do navio <i>heavy-lift</i> e ancoragem das embarcações	Sedimento	Alteração na qualidade do sedimento	05
		Bentos	Interferência na comunidade bentônica	06
	Assentamento do cabo submarino	Sedimento	Alteração da qualidade do sedimento	07
		Bentos	Interferência na comunidade bentônica	08

	Geração de ruído subaquático devido ao fluxo de embarcações	Néctons	Interferência na ictiofauna e em mamíferos marinhos	09
	Geração de efluentes e resíduos pelas embarcações	Água	Alteração das características físico-químicas da água	10
		Plânctons	Interferência na comunidade planctônica	11
	Zona de exclusão de pesca	Atividade pesqueira	Interferência sobre atividade pesqueira	12
	Demanda por produtos e serviços	Comércio e serviços	Incremento nas atividades de comércio e serviço	13
OPERAÇÃO	Geração de ruído subaquático pelo aerogerador	Néctons	Interferência na ictiofauna e em mamíferos marinhos	14
	Presença do cabo submarino no leito marinho	Bentos	Interferência na comunidade bentônica	15
	Presença das subestruturas submersas do aerogerador e da torre anemométrica	Bentos	Interferência na comunidade bentônica	16
		Néctons	Interferência na ictiofauna, quelônios e em mamíferos marinhos	17
		Avifauna	Interferência na avifauna	18
	Movimento das pás do aerogerador	Avifauna	Interferência na avifauna	19
	Zona de exclusão de pesca	Atividade pesqueira	Interferência sobre atividade pesqueira	20
DESATIVACÃO	Corte e remoção das subestruturas	Sedimento	Alteração morfológica do fundo marinho	21
		Bentos	Interferência na comunidade bentônica	22
		Água	Alteração das características físico-químicas da água	23
	Geração de ruído subaquático durante a operação de corte e remoção das subestruturas	Néctons	Interferência na ictiofauna e em mamíferos marinhos	24

Sustentação do navio <i>heavy-lift</i> e ancoragem das embarcações	Sedimento	Alteração na qualidade do sedimento	25
	Bentos	Interferência na comunidade bentônica	26
Remoção do cabo submarino	Sedimento	Alteração da qualidade do sedimento	27
	Bentos	Interferência na comunidade bentônica	28
Geração de ruído subaquático devido ao fluxo de embarcações	Néctons	Interferência na ictiofauna e em mamíferos marinhos	29
Geração de efluentes e resíduos pelas embarcações	Água	Alteração das características físico-químicas da água	30
	Plânctons	Interferência na comunidade planctônica	31
Zona de exclusão de pesca	Atividade pesqueira	Interferência sobre atividade pesqueira	32
Demanda por produtos e serviços	Comércio e serviços	Incremento no comércio e serviços	33

VII.2.2.2 - Descrição dos impactos reais

Procede-se neste item à descrição dos impactos ambientais reais identificados na Tabela VII.2.2.1-1, separados por aspecto ambiental e fase do empreendimento correspondentes.

A) Instalação

Aspecto Ambiental: Perfuração do fundo marinho com estacas para fixação das subestruturas

Impacto 01 - Alteração morfológica do fundo marinho

A fixação das subestruturas no fundo marinho alterará as características morfológicas do sedimento, uma vez que as doze estacas da subestrutura do aerogerador e as 4 estacas da subestrutura da torre anemométrica atravessarão o sedimento em 51 metros (após perfuração do mesmo com a perfuratriz), atravessando a camada de rocha calcária abaixo da superfície arenosa. Em menor escala, mas as quatro luvas (de aproximadamente 40 m² cada) e os quatro tubos metálicos

que conectam essas luvas (total de aproximadamente 50 m²) de cada jaqueta, permanecerão em contato com o sedimento após a perfuração das estacas.

Deste modo, o impacto foi classificado como negativo e de forma de incidência direta; escala local, por se limitar aos pontos de fixação das estacas; irreversível, porque as dezesseis estacas de trinta polegadas alterarão a estrutura da rocha calcária, e duração permanente. O impacto terá efeito imediato, a partir do contato das subestruturas com o sedimento e magnitude reduzida, por se limitar ao local de fixação destas. Portanto, o impacto foi avaliado como de baixa importância.

Como medida preventiva, será realizada uma campanha de inspeção do leito marinho (*pre lay survey*) em etapa anterior à fixação das subestruturas, visando garantir a não interferência em formações naturais sensíveis.

Como medida mitigatória, deve-se aplicar procedimentos operacionais com o objetivo de limitar, ao mínimo indispensável, a área de impacto no fundo marinho e a duração da atividade.

Impacto 02 - Interferência na comunidade bentônica

A fixação das subestruturas no fundo marinho provocará alteração morfológica do sedimento, acarretando distúrbios sobre a comunidade bentônica, variando desde um simples afugentamento temporário da biota bentônica local até a mortalidade de exemplares que estejam localizados junto aos pontos de contato com o sedimento.

Deste modo, o impacto foi classificado como negativo e de forma de incidência direta; escala local, por se limitar aos pontos de fixação das estacas e suas imediações; irreversível, pois o contato das subestruturas com o sedimento causará a mortalidade de alguns indivíduos e de duração temporária, pois os indivíduos afugentados ocuparão outros habitats nas imediações das subestruturas. Magnitude reduzida, por se limitar ao local de contato das subestruturas e considerando a dominância das espécies que podem ser afetadas (capacidade de ocupar outros habitats nas imediações, sem comprometer o equilíbrio da comunidade bentônica). Portanto, o impacto foi avaliado como de baixa importância.

Como medida preventiva, será realizada uma campanha de inspeção do leito marinho (*pre lay survey*) em etapa anterior à fixação das subestruturas, visando garantir a não interferência em formações naturais sensíveis.

Como medida mitigatória, deve-se aplicar procedimentos operacionais com o objetivo de limitar, ao mínimo indispensável, a área de impacto no fundo marinho e a duração da atividade.

Impacto 03 - Alteração das características físico-químicas da água

A fixação das subestruturas no fundo marinho provocará a ressuspensão do sedimento, que poderá alterar a transparência da coluna d'água. Entretanto, este efeito será extremamente localizado e de curtíssima duração.

Deste modo, o impacto foi classificado como negativo e de forma de incidência direta; escala local, por se limitar às imediações dos pontos de contato das subestruturas com o sedimento; reversível e de duração temporária. Magnitude reduzida, por ter baixa capacidade espacial/temporal de provocar efeitos adversos sobre a fauna bentônica e demersal. Portanto, o impacto foi avaliado como de baixa importância.

Como medida preventiva, será realizada uma campanha de inspeção do leito marinho (*pre lay survey*) em etapa anterior à fixação das subestruturas, visando garantir a não interferência em formações naturais sensíveis.

Como medida mitigatória, deve-se aplicar procedimentos operacionais com o objetivo de limitar, ao mínimo indispensável, a área de impacto no fundo marinho e a duração da atividade.

Aspecto Ambiental: Geração de ruído subaquático devido à perfuração do fundo marinho

Impacto 04 - Interferência na ictiofauna e em mamíferos marinhos

A geração de ruído subaquático será desencadeada pela perfuração do sedimento para fixação das estacas das subestruturas, estando essencialmente relacionada com as vibrações transmitidas pela perfuratriz através do sedimento e coluna d'água adjacentes. As vibrações no sedimento têm uma atenuação de cerca de 90 % nos primeiros 50 m ao redor dos pontos de perfuração, embora a cerca de 150 metros ainda possam ser sentidas (Abdel-Rahman *et al.*, 2005).

Dadas as características de propagação do som na água, este é utilizado por muitas espécies, em particular mamíferos marinhos e peixes, como principal mecanismo de percepção e interação com o meio (Tyack e Miller, 2002; Popper, 2003). Desta forma, os principais efeitos do ruído nos cetáceos, sirênios e peixes

passam pela alteração do comportamento, mascaramento dos sinais emitidos por esses animais e alterações no seu sistema fisiológico. Como exemplo destes efeitos, podem ocorrer perturbações ou mesmo lesões a nível do ouvido interno (Weilgart *et al.*, 2007; Slabbekoorn *et al.*, 2010) e alterações comportamentais no padrão de respiração à superfície, no caso dos mamíferos marinhos (Richardson *et al.*, 1995).

Mamíferos marinhos e peixes podem estar presentes na adjacência da área de instalação do projeto, onde níveis de ruído elevados podem ser experienciados. Por outro lado, considera-se a área de ocupação do projeto pequena, quando comparada com a área de distribuição das espécies na região. Deste modo, o local poderá ser temporariamente evitado por esses animais durante a fase de instalação (quando os ruídos forem percebidos), não se prevendo um impacto irreversível sobre esses animais.

Desta forma, avalia-se este impacto como negativo, de incidência direta e de escala regional, devido a capacidade do ruído de ultrapassar as imediações da área diretamente afetada; reversível e temporário, pois ocorre somente durante a atividade e os efeitos cessam após o fim da mesma (o único efeito esperado é o afastamento temporário de cetáceos, sirênios e ictiofauna das fontes de ruídos); de efeito imediato, o efeito dos ruídos ocorrerão no momento da perfuração do sedimento; e, de forma conservadora, o impacto é avaliado como de magnitude média, considerando a capacidade de alcance dos ruídos e o potencial efeito fisiológico sobre indivíduos ameaçados de extinção (como sirênios e alguns cetáceos), apesar da já mencionada previsão de afastamento desses animais ao perceberem os ruídos. Sendo assim a importância é moderada.

Como medida preventiva, será executado o Programa de Monitoramento Embarcado (PME), incluindo um monitor de biota nas embarcações durante a instalação, devendo a atividade ser interrompida caso seja observada a aproximação de um mamífero marinho.

De forma a melhor entender o padrão de ruídos subaquáticos da instalação de subestruturas de aerogerador, será implementado o monitoramento do ruído subaquático com o uso de hidrofones, durante a execução dessa atividade.

Aspecto Ambiental: Sustentação do navio *heavy-lift* e ancoragem das embarcações

Impacto 05 - Alteração na qualidade do sedimento

Ao longo da fase de instalação, a movimentação do sistema de ancoragem e a sustentação das pernas do navio *heavy-lift* acarretarão revolvimento parcial e localizado do sedimento, nas imediações da área diretamente afetada. Conseqüentemente, a mistura das camadas do sedimento poderá provocar alterações em sua granulometria superficial, devido à perda da fração mais fina, em função da sua ressuspensão na coluna d'água. É importante ressaltar que esta alteração ocorrerá apenas durante a movimentação do sistema de ancoragem e das pernas do navio *heavy-lift*, sendo esperado o breve retorno às condições preexistentes, devido à hidrodinâmica da área.

Por isso, o impacto foi classificado como negativo, de forma de incidência direta, escala local, reversível e imediato. Este impacto foi avaliado com magnitude reduzida, por alterar pequenas porções do substrato móvel e cessar após a paralisação da atividade. Sendo assim a importância é baixa.

Como medida preventiva, será elaborado um plano de ancoragem, após campanha de inspeção do leito marinho (*pre lay survey*), em etapa anterior à instalação.

Impacto 06 - Interferência na comunidade bentônica

Ao longo da fase de instalação, a movimentação do sistema de ancoragem e a sustentação das pernas do navio *heavy-lift* provocarão o revolvimento do sedimento, que poderá ocasionar distúrbios sobre a comunidade bentônica, variando desde um simples afugentamento temporário da biota local até a mortalidade de alguns indivíduos que estejam localizados junto às âncoras e pernas do *heavy-lift*.

O revolvimento do sedimento marinho pode provocar a morte de alguns organismos sésseis por soterramento e/ou asfixia, enquanto os indivíduos vágéis poderão ser afugentados com a aproximação das âncoras e pernas do *heavy-lift*. A alteração da granulometria provocada pelo sistema de ancoragem também poderá afetar o padrão de distribuição dos organismos bentônicos, mesmo que de forma pontual e temporária.

Desta forma, o impacto foi classificado como negativo, de forma de incidência direta e escala local, pois afetará apenas as imediações da área diretamente afetada; imediato e irreversível, pois o contato das âncoras e pernas do *heavy-lift* com o sedimento causará a mortalidade de alguns indivíduos e de duração temporária, porque os indivíduos afugentados ocuparão outros habitats nas imediações

destas estruturas. Como o impacto se restringe a alguns indivíduos sésseis de forma localizada e sem alterar a comunidade bentônica, a magnitude foi considerada como reduzida e a importância baixa.

Como medida preventiva, será elaborado um plano de ancoragem, após campanha de inspeção do leito marinho (*pre lay survey*), em etapa anterior à instalação.

Aspecto Ambiental: Assentamento do cabo submarino

Impacto 07 - Alteração na qualidade do sedimento

O assentamento do cabo submarino acarretará revolvimento parcial e linear no fundo marinho, apenas na faixa onde o cabo será posicionado e em suas imediações. Conforme descrição do impacto 05, a mistura das camadas do sedimento poderá provocar alterações em sua granulometria superficial, devido à perda da fração mais fina, em função da sua ressuspensão na coluna d'água. É importante ressaltar que esta alteração ocorrerá apenas durante o assentamento do cabo, sendo esperado o breve retorno às condições preexistentes, devido à hidrodinâmica da área.

Por isso, o impacto foi classificado como negativo, de forma de incidência direta, escala local, reversível, temporário e imediato. Este impacto foi avaliado com magnitude reduzida, por alterar pequenas porções do substrato móvel e cessar após o assentamento do cabo. Sendo assim a importância é baixa.

Como medida preventiva, será realizada uma campanha de inspeção do leito marinho (*pre lay survey*) em etapa anterior ao lançamento do cabo submarino, visando garantir a não interferência da rota do cabo em formações naturais sensíveis.

Impacto 08 - Interferência na comunidade bentônica

O assentamento do cabo submarino acarretará o revolvimento do sedimento, que poderá ocasionar distúrbios sobre a comunidade bentônica, variando desde um simples afugentamento temporário da biota local até a mortalidade de alguns indivíduos que estejam localizados apenas na faixa onde o cabo será posicionado e em suas imediações.

O revolvimento do sedimento marinho pode provocar a morte de alguns organismos sésseis por soterramento e/ou asfixia, enquanto os indivíduos vágeis poderão ser afugentados. A alteração da granulometria provocada pelo assentamento do cabo também poderá afetar o padrão de distribuição dos organismos bentônicos, mesmo que de forma pontual e temporária.

Desta forma, o impacto foi classificado como negativo, de forma de incidência direta, escala local, irreversível, temporário e imediato. Como o impacto se restringe a alguns indivíduos sésseis de forma localizada e sem alterar a comunidade bentônica, a magnitude foi considerada como reduzida e a importância baixa.

Como medida preventiva, será realizada uma campanha de inspeção do leito marinho (*pre lay survey*) em etapa anterior ao lançamento do cabo submarino, visando garantir a não interferência da rota do cabo em formações naturais sensíveis.

Aspecto Ambiental: Geração de ruído subaquático devido ao fluxo de embarcações

Impacto 09 - Interferência na ictiofauna e em mamíferos marinhos

Ao longo da instalação, quatro embarcações gerarão ruídos a partir do funcionamento dos seus motores. Conforme descrição do impacto 04, sabe-se que os ruídos subaquáticos podem impactar a biota nectônica, especialmente, mamíferos marinhos e algumas espécies da ictiofauna. Estudos sobre as respostas de cetáceos à poluição sonora incluem o afugentamento da fonte de ruído e a alteração de comportamento (Gordon e Moscrop, 1996; Moore e Clarke, 2002; Williams et al., 2002). Entretanto o conhecimento científico atual sobre o efeito do ruído em mamíferos marinhos e seu habitat ainda é insuficiente para compreender a relação entre intensidade, frequência e duração da exposição que pode levar a consequências negativas irreversíveis.

Considerando que a instalação contará com apenas quatro embarcações e durará, no pior cenário, trinta dias, qualquer efeito fisiológico ou de afugentamento da ictiofauna e de mamíferos marinhos em função dos ruídos será reduzido.

Desta forma, este impacto foi classificado como negativo, de incidência direta, escala regional (devido ao alcance dos ruídos superar as imediações da área diretamente afetada), reversível, duração temporária e imediato. A magnitude é reduzida, pois o único efeito esperado é o afastamento temporário de indivíduos da biota nectônica em relação às fontes de ruídos. Sendo assim a importância é baixa.

Como medida preventiva a empresa, executará o programa de monitoramento embarcado (PME), incluindo um monitor de biota nas embarcações durante a instalação.

Aspecto Ambiental: Geração de efluentes e resíduos pelas embarcações

Impacto 10 - Alteração das características físico-químicas da água

Os restos alimentares, efluentes sanitários e águas servidas descartados pontualmente, em decorrência do efetivo a bordo, poderão aumentar a disponibilidade de nutrientes e turbidez da água.

Devido a elevada hidrodinâmica da área em questão, espera-se que ocorra uma rápida dispersão e diluição dos resíduos orgânicos e efluentes lançados. Considerando esta característica, o impacto foi avaliado como negativo, direto, local, reversível, temporário e imediato. Foi avaliado com magnitude reduzida em função da previsão de baixo contingente nas quatro embarcações e em função da previsão de retorno às suas condições originais após interrupção dos lançamentos. Sendo assim a importância é baixa.

Como medida preventiva para esse impacto, deve-se garantir que a empresa contratada para executar a instalação possua em suas embarcações sistema de acondicionamento, tratamento e destinação final dos resíduos orgânicos, dos efluentes sanitários e de águas servidas. É fundamental atender, especialmente, à Convenção MARPOL (73/78), à NORMAM 07, que trata da poluição no mar, à Resolução CONAMA nº 430/2011 e à Norma Técnica IBAMA nº 01/2011.

A empresa elaborará o Programa de Controle da Poluição, conforme detalhado no capítulo VIII, que norteará a gestão de efluentes e resíduos nas embarcações.

Impacto 11 - Interferência na comunidade planctônica

O lançamento de efluentes e restos de alimentos poderá acarretar um aumento pontual na disponibilidade de nutrientes na coluna d'água. O aumento de nutrientes favorece o incremento da produtividade primária, gerando efeitos na cadeia trófica local (Nibakken, 1993) podendo causar distúrbios sobre a comunidade planctônica.

Portanto, este impacto foi classificado como negativo, indireto (por ser consequência da alteração da qualidade da água), local, reversível, temporário e imediato. Foi avaliado com magnitude reduzida em função da previsão de retorno às suas condições originais após o reestabelecimento da qualidade da água. Sendo assim a importância é baixa.

Como medida preventiva para esse impacto, deve-se garantir que a empresa contratada para executar a instalação possua em suas embarcações sistema de acondicionamento, tratamento e destinação final dos resíduos orgânicos, dos efluentes sanitários e de águas servidas. É fundamental atender, especialmente, à Convenção MARPOL (73/78), à NORMAM 07, que trata da poluição no mar, à Resolução CONAMA nº 430/2011 e à Norma Técnica IBAMA nº 01/2011.

A empresa elaborará o Programa de Controle da Poluição, conforme detalhado no capítulo VIII, norteará a gestão de efluentes e resíduos nas embarcações.

Aspecto Ambiental: Zona de exclusão de pesca

Impacto 12 – interferência sobre atividade pesqueira

As atividades que envolvem a instalação da Planta Piloto ocorrerão dentro de uma zona de restrição à pesca de 500 m a partir do aerogerador, conforme proposta no capítulo IV. O estabelecimento desta restrição visa garantir a segurança dos pescadores e a integridade dos elementos do projeto. Esta zona restrita de 500 m será adotada somente durante o período da instalação, que durará, no máximo, trinta dias. Após esse período, será adotada como zona de exclusão da atividade pesqueira aquela correspondente a um raio de 50 m do aerogerador e da torre anemométrica, tornando desprezível a interferência na pesca regional, ainda considerando a distância do projeto em relação à costa.

Portanto, o impacto foi classificado como negativo, direto, local (em função do raio de 500 m corresponder às imediações da área diretamente afetada), reversível, temporário e imediato. Em função da zona de segurança restritiva à pesca representar uma área muito pequena (quando comparada à área em que a pesca oceânica é praticada na região) e da ausência de pescadores dentro desta zona, este impacto foi classificado como de reduzida magnitude. Conforme metodologia adotada nesse estudo, a importância deste impacto é baixa.

Como medida preventiva, todas as operações serão devidamente informadas ao serviço de Aviso aos Navegantes da Marinha do Brasil, de forma que todas

as embarcações não envolvidas nas operações de instalação da Planta Piloto sejam orientadas a não se aproximar da área durante o período em que durar a atividade. Também serão implementadas ações de comunicação antes, durante (caso necessário) e depois da instalação, perante as entidades representativas da classe pesqueira, informando cronograma, justificativa e escopo da atividade. Também será buscada a redução do período de instalação dos elementos do projeto.

As ações de comunicação serão executadas através do Programa de Comunicação Social da UO-RNCE.

Aspecto Ambiental: Demanda por produtos e serviços

Impacto 13 - Incremento no comércio e serviços

A instalação da Planta Piloto poderá provocar um pequeno incremento do comércio e dos serviços de hotelaria e alimentação, uma vez que o número de trabalhadores previsto é reduzido e a duração da atividade é curta. Diante destes fatores, este impacto foi considerado como positivo, indireto, local, reversível, temporário, magnitude reduzida e de importância baixa.

B) Operação

Aspecto Ambiental: Geração de ruído subaquático pelo aerogerador

Impacto 14 - Interferência na ictiofauna e em mamíferos marinhos

Durante a fase de operação, o funcionamento dos aerogeradores gerará ruído devido ao funcionamento da *nacelle*, localizada no topo da torre. O ruído e a vibração aí produzidos são transmitidos para a água por propagação ao longo da torre e jaqueta (Nedwell and Howell, 2004).

Estudos em plataformas fixas de águas pouco profundas indicam que as turbinas emitem ruído de baixa frequência com um pico na gama de frequência entre 16 e 60 Hz e com um nível de pressão sonora até 153 dB re 1 μ Pa @ 1m, a 16 Hz (Nedwell e Howell, 2004). Apesar do ruído emitido ser de pouca intensidade, este contribui para o nível de ruído ambiente de forma contínua, na área de implementação do projeto e áreas adjacentes.

Em algumas condições (níveis de ruído ambiente baixos, por exemplo) o som produzido pelos aerogeradores pode propagar-se por alguns quilômetros a

partir do local de instalação das turbinas, podendo ser ouvido por mamíferos marinhos e peixes. No entanto, efeitos de alteração ou mascaramento de sinal são considerados pouco prováveis e, caso aconteçam, estarão reduzidos à proximidade do aerogerador (raio inferior a 2 km). Também não são expectáveis alterações do limiar de audição de mamíferos marinhos e peixes.

Nedwell *et al.*, 2007 verificaram que o aumento dos níveis de ruído na proximidade dos aerogeradores não será suficiente para provocar alterações comportamentais nas espécies de robalo (*Dicentrarchus labrax*), arenque (*Clupea harengus*), golfinho-roaz (*Tursiops truncatus*) e boto (*Phocoena phocoena*). No mesmo estudo verificou-se que o boto não terá capacidade para detectar o som do aerogerador a 100 m de distância. No parque eólico de North Hoyle (reino Unido), esta distância aumenta para 200 m.

A preocupação relativa aos impactos do ruído na fauna marinha tem sido dirigida para o boto. Por exemplo, no parque eólico de Horns Rev não foram verificadas diferenças na distribuição de botos entre a fase pré-projeto e de operação. No parque eólico de Egmond aan Zee (Países Baixos), verificou-se um aumento de vocalizações em seu interior. Por um lado, este aumento de vocalizações pode estar relacionado com o efeito de atração devido à maior disponibilidade de alimento e, por outro, à necessidade dos animais emitirem mais sons para detectarem a presença de obstáculos.

Em relação ao impacto do ruído subaquático nos peixes, não são expectáveis efeitos significativos. Estudos realizados no parque eólico de Vindeby, na Dinamarca, para avaliar o impacto do ruído subaquático, mostram que os peixes não são afetados pelo ruído emitido pelos aerogeradores. Na verdade, ao longo do tempo verifica-se um efeito de acumulação de peixes ao redor das plataformas, indicando que o efeito recife é mais relevante que o potencial distúrbio provocado pelo ruído (Vella *et al.*, 2001). Outro estudo realizado nos parques eólicos de Horns Rev e Nysted, mostra que não existem diferenças entre a composição da ictiofauna no interior e exterior dos parques (Danish Energy Authority, 2006).

Considerando as informações apresentadas acima, classifica-se a interferência provocada pelo ruído nos mamíferos aquáticos e nos peixes como um impacto negativo, direto, regional (pois poderá ser percebido além das imediações da área diretamente afetada), reversível, permanente e imediato. A magnitude é redu-

zida, em função da capacidade de provocar danos ao nécton estar limitada às proximidades do aerogerador, e ainda assim ser improvável. Sendo assim, sua importância é moderada.

De forma a melhor entender o padrão de ruídos subaquáticos de um aerogerador, será implementado o monitoramento do ruído subaquático com o uso de hidrofones.

Aspecto Ambiental: Presença do cabo submarino no leito marinho

Impacto 15 - Interferência na comunidade bentônica

A presença do cabo submarino no leito marinho poderá constituir um novo habitat, que tenderá a ser colonizado por algumas espécies de organismos bentônicos presentes na região. Isto poderá acarretar um aumento na biomassa local, especialmente de algas e invertebrados.

Entretanto, esta alteração de biomassa está restrita à superfície do cabo submarino e este possui um diâmetro reduzido (>130 mm). Desta forma, o impacto é considerado negativo, pois altera a estrutura das comunidades biológicas locais, direto, local, reversível, permanente e imediato. A sua magnitude é reduzida, pois a alteração de biomassa não provocará um efeito além das imediações do cabo. Sendo assim, sua importância é baixa.

Como medida preventiva, será realizada uma campanha de inspeção do leito marinho (*pre lay survey*) em etapa anterior ao lançamento do cabo submarino, visando garantir a não interferência da rota do cabo em formações naturais sensíveis.

Aspecto Ambiental: Presença das subestruturas do aerogerador e da torre anemométrica no leito marinho

Impactos

16 - Interferência na comunidade bentônica

17 - Interferência na ictiofauna, quelônios e em mamíferos marinhos

18 - Interferência na avifauna

Vários trabalhos têm reconhecido os parques eólicos offshore como áreas marinhas protegidas, que fornecem substratos para a colonização de organismos bentônicos (Linley et al., 2007; Inger et al., 2009; Hiscock et al., 2010; Ashley et al.,

2014). As subestruturas dos aerogeradores acabam atuando como recifes artificiais, atraindo diferentes espécies de peixes, mamíferos marinhos, quelônios e aves que se aproximam em busca de alimento, refúgio ou abrigo e, eventualmente, reprodução. Potenciando essa capacidade de atrair a biota marinha, é exercido o efeito sinérgico da restrição à pesca no entorno.

Os resultados da monitorização deste efeito recife na subestrutura do aerogerador piloto *Windfloat*, instalado na Aguçadoura (Portugal), indicou que a composição e abundância de espécies duplica ao redor da mesma, em comparação aos pontos controle. Entretanto, recomenda-se precaução na avaliação do efeito de recife como um efeito positivo em termos de aumento de biomassa e biodiversidade no meio marinho (Wilhelmsson and Malm, 2008; Hiscock *et al.*, 2010). O aumento de predadores, como aves e mamíferos marinhos, pode desequilibrar o ecossistema local.

De forma conservadora, e considerando que haverá um desequilíbrio na abundância de espécies marinhas dos bentos, néctons e aves próximos às subestruturas, os impactos sobre estes fatores ambientais foi classificado como negativo. Em relação aos bentos, o impacto é considerado direto (resulta diretamente da presença das subestruturas), enquanto para néctons e avifauna, o impacto é indireto (resulta do incremento na comunidade bentônica local). O impacto é local, reversível, permanente e de médio prazo. A magnitude é reduzida, pois não se vislumbra um desequilíbrio ecológico além da escala local (podendo eventualmente ter efeito positivo, agindo como uma área de proteção). Logo, a importância deste impacto é baixa.

Como medida de controle, será realizado o monitoramento da fauna marinha e da avifauna no entorno das subestruturas.

Aspecto Ambiental: Movimento das pás do aerogerador

Impacto 19 - Interferência na avifauna

Vários estudos efetuados em parques eólicos no mar indicam que algumas espécies de aves evitam voar nas proximidades dos parques e no interior dos mesmos, indicando um efeito de barreira (Inger *et al.*, 2009; Peterson *et al.*, 2007; Desholm e Kahlert, 2005; Larsen e Guillemette, 2007). Por outro lado, algumas das variações que se verificaram na abundância e ocorrência de aves marinhas não

foram diretamente relacionadas com a presença do parque, mas com a alteração da disponibilidade de alimento.

O efeito de barreira pode levar à alteração da rota de voo, a uma desconexão entre unidades ecológicas, como por exemplo, entre áreas de reprodução, alimentação ou repouso (Drewitt e Langston, 2006; Dahl *et al.*, 2012) e, em último caso (e menos comum), à colisão com as pás do aerogerador. O grau de distúrbio depende de vários fatores: a localização e dimensão do parque (número de aerogeradores), a disposição dos aerogeradores e a distância entre os mesmos; bem como das características das espécies, o seu ciclo de vida, a dimensão do bando e o próprio comportamento. O efeito de barreira surge sobretudo quando os parques eólicos intersectam corredores de migração (um corredor migratório ou num caminho de migração local), levando à alteração das rotas de voo, tendo como consequência um dispêndio de energia superior por parte das aves (Masden *et al.*, 2010).

De acordo com a informação recolhida para o diagnóstico do meio biótico, a maioria das espécies ocorre na área de estudo em regime migratório. No entanto, como referido anteriormente, estes impactos são descritos em parques com dimensões muito superiores às do parque em análise, sendo necessário, nesses casos e para algumas aves, percorrer largas distâncias para os evitar, o que não é o caso da Planta Piloto (contará com apenas um aerogerador).

Portanto, este impacto classifica-se como negativo, direto, local, reversível, cíclico (ocorrerá quando houver a passagem das aves), imediato e de magnitude reduzida, em função da presença de apenas um aerogerador, o que reduz a capacidade de provocar este impacto significativamente. Sendo assim, a importância desse impacto é baixa.

De forma a conhecer os potenciais efeitos da interação entre a operação do aerogerador e a avifauna, será executado o Plano de Monitoramento da Avifauna.

Aspecto Ambiental: Zona de exclusão de pesca

Impacto 20 – interferência sobre atividade pesqueira

Conforme descrito para o impacto 12, e proposta do capítulo IV, a operação do aerogerador ocorrerá dentro de uma área de exclusão da atividade pesqueira correspondente a um raio de 50 m do aerogerador e da torre anemométrica. O estabelecimento desta restrição visa garantir a segurança dos pescadores e a integridade dos elementos do projeto.

Considerando as dimensões destas áreas restritas e a distância do projeto em relação à costa, considera-se que a interferência sobre a atividade pesqueira será desprezível durante a operação da planta.

Portanto, o impacto foi classificado como negativo, direto, local (em função do raio de 50 m corresponder às imediações da área diretamente afetada), reversível, permanente e imediato. Em função da zona de segurança restritiva à pesca representar uma área muito pequena, quando comparada à área em que a pesca oceânica é praticada na região, este impacto foi classificado como de reduzida magnitude. Conforme metodologia adotada nesse estudo, a importância deste impacto é baixa.

Como medida preventiva, serão implementadas ações de comunicação durante a operação do empreendimento perante as entidades representativas da classe pesqueira.

As ações de comunicação serão executadas através do Programa de Comunicação Social da UO-RNCE.

C) Desativação

Os impactos ambientais associados à fase de desativação são, de maneira geral, semelhantes àqueles correspondentes da fase de instalação. Isto porque as atividades atuam sobre os mesmos fatores, e de forma similar, além do uso previsto do mesmo número e tipos de embarcações. Por isso, as descrições dos impactos da desinstalação fazem referência ao item da instalação associado.

A desativação da Planta Piloto de Geração Eólica Offshore está prevista para ocorrer em um prazo de 20 anos. Portanto, a Petrobras elaborará e adotará procedimentos para prevenir impactos ao meio ambiente através da construção de um Plano de Desativação, que considerará premissas e preceitos ambientais com base nas novas tecnologias que poderão surgir até a data prevista de desativação do empreendimento.

Aspecto Ambiental: Corte e remoção das subestruturas

Impacto 21 - Alteração morfológica do fundo marinho

A atividade de corte e remoção das jaquetas será responsável por causar, mais uma vez (após a instalação), a alteração das características morfológicas do

sedimento, uma vez que as estacas da subestrutura estarão fixadas através da camada de rocha calcária abaixo da superfície arenosa.

Portanto, a classificação deste impacto é semelhante à do impacto 01.

Como medida mitigatória, deve-se elaborar um Programa de Desativação.

Impacto 22 - Interferência na comunidade bentônica

A atividade de corte e remoção das jaquetas será responsável por causar alteração morfológica do sedimento, acarretando distúrbios sobre a comunidade bentônica, variando desde um simples afugentamento temporário da biota bentônica local até a mortalidade de exemplares que estejam localizados junto aos pontos de fixação.

Portanto, a classificação deste impacto é semelhante à do impacto 02.

Como medida mitigatória, deve-se elaborar um Programa de Desativação.

Impacto 23 - Alteração das características físico-químicas da água

A atividade de corte e remoção das jaquetas provocará a ressuspensão do sedimento, que poderá alterar a transparência da coluna d'água. Entretanto, este efeito será extremamente localizado e de curtíssima duração.

Portanto, a classificação deste impacto é semelhante à do impacto 03.

Como medida mitigatória, deve-se elaborar um Programa de Desativação.

Aspecto Ambiental: Geração de ruído subaquático durante a operação de corte e remoção das subestruturas

Impacto 24 - Interferência na ictiofauna e em mamíferos marinhos

A atividade de corte e remoção das jaquetas provocará a geração de ruído subaquático em uma escala semelhante à atividade de fixação das subestruturas.

Portanto, a classificação deste impacto é semelhante à do impacto 04.

Como medida preventiva a empresa, deverá ser executado o Programa de Monitoramento Embarcado (PME), incluindo um monitor de biota nas embarcações durante a desativação, devendo a atividade ser interrompida caso seja observada a aproximação de um mamífero marinho.

Aspecto Ambiental: Sustentação do navio *heavy-lift* e ancoragem das embarcações de apoio

Impacto 25 - Alteração na qualidade do sedimento

Ao longo da fase de desativação, a movimentação do sistema de ancoragem e a sustentação das pernas do navio *heavy-lift* acarretarão revolvimento parcial e pontual do fundo marinho, nas imediações da área diretamente afetada. Como também são previstas quatro embarcações para a fase de desativação, a classificação deste impacto é semelhante à do impacto 05.

Como medida preventiva, será elaborado um plano de ancoragem.

Impacto 26 - Interferência na comunidade bentônica

Ao longo da fase de desativação, a movimentação do sistema de ancoragem e a sustentação das pernas do navio *heavy-lift* provocarão o revolvimento do sedimento, que poderá ocasionar distúrbios sobre a comunidade bentônica. Como também são previstas quatro embarcações para a fase de desativação, a classificação deste impacto é semelhante à do impacto 06.

Como medida preventiva, será elaborado um plano de ancoragem.

Aspecto Ambiental: Remoção do cabo submarino**Impacto 27 - Alteração na qualidade do sedimento**

A remoção do cabo submarino acarretará revolvimento parcial e linear no fundo marinho, apenas na faixa onde o cabo será posicionado e em suas imediações. Portanto, a classificação deste impacto é semelhante à do impacto 07.

Como medida mitigatória, deve-se elaborar um Programa de Desativação.

Impacto 28 - Interferência na comunidade bentônica

A remoção do cabo submarino acarretará o revolvimento do sedimento, que poderá ocasionar distúrbios sobre a comunidade bentônica, variando desde um simples afugentamento temporário da biota local até a mortalidade de alguns indivíduos que estejam localizados apenas na faixa onde o cabo será posicionado e em suas imediações. Portanto, a classificação deste impacto é semelhante à do impacto 08.

Como medida mitigatória, deve-se elaborar um Programa de Desativação.

Aspecto Ambiental: Geração de ruído subaquático devido ao fluxo de embarcações

Impacto 29 - Interferência na ictiofauna e em mamíferos marinhos

Assim como na instalação, quatro embarcações serão utilizadas durante a desativação. Portanto, a classificação deste impacto é semelhante à do impacto 09.

Como medida preventiva a empresa, executará o programa de monitoramento embarcado (PME), incluindo um monitor de biota nas embarcações durante a instalação.

Aspecto Ambiental: Geração de efluentes e resíduos pelas embarcações

Impacto 30 - Alteração das características físico-químicas da água

Assim como na instalação, quatro embarcações serão utilizadas durante a desativação. Portanto, a classificação deste impacto é semelhante à do impacto 10.

Como medida preventiva para esse impacto, deve-se garantir que a empresa contratada para executar a instalação possua em suas embarcações sistema de acondicionamento, tratamento e destinação final dos resíduos orgânicos, dos efluentes sanitários e de águas servidas. É fundamental atender, especialmente, à Convenção MARPOL (73/78), à NORMAM 07, que trata da poluição no mar, à Resolução CONAMA nº 430/2011 e à Norma Técnica IBAMA nº 01/2011.

A empresa elaborará o Programa de Controle da Poluição, conforme detalhado no capítulo VIII, que norteará a gestão de efluentes e resíduos nas embarcações.

Impacto 31 - Interferência na comunidade planctônica

Assim como na instalação, quatro embarcações serão utilizadas durante a desativação. Portanto, a classificação deste impacto é semelhante à do impacto 11.

Como medida preventiva para esse impacto, deve-se garantir que a empresa contratada para executar a instalação possua em suas embarcações sistema de acondicionamento, tratamento e destinação final dos resíduos orgânicos, dos efluentes sanitários e de águas servidas. É fundamental atender, especialmente, à Convenção MARPOL (73/78), à NORMAM 07, que trata da poluição no mar, à Resolução CONAMA nº 430/2011 e à Norma Técnica IBAMA nº 01/2011.

A empresa elaborará o Programa de Controle da Poluição, conforme detalhado no capítulo VIII, que norteará a gestão de efluentes e resíduos nas embarcações.

Aspecto Ambiental: Zona de exclusão de pesca

Impacto 32 – interferência sobre atividade pesqueira

A desinstalação da Planta Piloto também demandará a adoção de uma área de segurança, onde será restringida a atividade pesqueira. Esta área, será semelhante àquela adotada durante a instalação, ou seja, 500 m a partir do aerogerador. Isto se justifica em função da previsão de uso do mesmo número e tipo de embarcações.

Portanto, a classificação deste impacto é semelhante à do impacto 12.

Como medida preventiva, todas as operações serão devidamente informadas ao serviço de Aviso aos Navegantes da Marinha do Brasil, de forma que todas as embarcações não envolvidas nas operações de instalação da Planta Piloto sejam orientadas a não se aproximar da área durante o período em que durar a atividade. Também serão implementadas ações de comunicação antes, durante (caso necessário) e depois da desinstalação, perante as entidades representativas da classe pesqueira, informando cronograma, justificativa e escopo da atividade. As ações de comunicação serão executadas através do Programa de Comunicação Social da UO-RNCE.

Também será buscada a redução do período de desinstalação dos elementos do projeto.

Aspecto Ambiental: Demanda por produtos e serviços

Impacto 33 - Incremento no comércio e serviços

A desinstalação da Planta Piloto deverá provocar o mesmo incremento do comércio e dos serviços de hotelaria e alimentação previstos para a fase de instalação. Portanto, a classificação deste impacto é semelhante à do impacto 13.

VII.2.2.3 - Classificação dos impactos reais

Nas Tabelas VII.2.2.3-1 a VII.2.2.3-3 apresenta-se a síntese da classificação dos impactos reais avaliados e as respectivas medidas destinadas ao seu equacionamento, relativo às fases de instalação, operação e desativação.

Tabela VII.2.2.3-1 – Matriz de classificação dos impactos reais da fase de instalação.

Ação geradora de impacto	Fator Ambiental	Nº	Impactos	Natureza	Incidência	Escala	Reversibilidade	Duração	Temporalidade	Magnitude	Importância	Medidas mitigadoras
Perfuração do fundo marinho com estacas para fixação das subestruturas	Sedimento	1	Alteração morfológica do fundo marinho	NEG	DIR	LOC	IRR	PER	IME	RED	BAI	Aplicar procedimentos operacionais com o objetivo de limitar, ao mínimo indispensável, a área de impacto no fundo marinho e a duração da atividade. Realizar campanha de inspeção do leito marinho (<i>pre lay survey</i>) em etapa anterior à fixação das subestruturas
	Bentos	2	Interferência na comunidade bentônica	NEG	DIR	LOC	IRR	TEM	IME	RED	BAI	
	Água	3	Alteração das características físico-químicas da água	NEG	DIR	LOC	REV	TEM	IME	RED	BAI	
Geração de ruído subaquático devido à perfuração do fundo marinho	Néctons	4	Interferência na ictofona e de mamíferos marinhos	NEG	DIR	REG	REV	TEM	IME	MED	MOD	Executar o Programa de Monitoramento Embarcado (PME), incluindo um monitor de biota na embarcação. Monitoramento do ruído subaquático.
	Sedimento	5	Alteração na qualidade do sedimento	NEG	DIR	LOC	REV	TEM	IME	RED	BAI	Elaborar um Plano de Ancoragem

Ação geradora de impacto	Fator Ambiental	Nº	Impactos	Natureza	Incidência	Escala	Reversibilidade	Duração	Temporalidade	Magnitude	Importância	Medidas mitigadoras
Sustentação do navio heavy-lift e ancoragem das embarcações	Bentos	6	Interferência na comunidade bentônica	NEG	DIR	LOC	IRR	TEM	IME	RED	BAI	Realizar campanha de inspeção do leito marinho (<i>pre lay survey</i>) em etapa anterior à fixação das subestruturas e lançamento do cabo submarino
Assentamento do cabo submarino	Sedimento	7	Alteração na qualidade do sedimento	NEG	DIR	LOC	REV	TEM	IME	RED	BAI	Realizar campanha de inspeção do leito marinho (<i>pre lay survey</i>) em etapa anterior ao lançamento do cabo submarino
	Bentos	8	Interferência na comunidade bentônica	NEG	DIR	LOC	IRR	TEM	IME	RED	BAI	
Geração de ruído subaquático devido ao fluxo de embarcações	Néctons	9	Interferência na ictiofauna e em mamíferos marinhos	NEG	DIR	REG	REV	TEM	IME	RED	BAI	Executar o Programa de Monitoramento Embarcado (PME), incluindo um monitor de biota na embarcação.
Geração de efluentes e resíduos pelas embarcações	Água	10	Alteração das características físico-químicas da água	NEG	DIR	LOC	REV	TEM	IME	RED	BAI	Garantir que as embarcações possuam sistema de acondicio-

Ação geradora de impacto	Fator Ambiental	Nº	Impactos	Natureza	Incidência	Escala	Reversibilidade	Duração	Temporalidade	Magnitude	Importância	Medidas mitigadoras
	Plâncton	1 1	Interferência na comunidade planctônica	NEG	IND	LOC	REV	TEM	IME	RED	BAI	namento, tratamento e destinação final dos resíduos orgânicos, dos efluentes sanitários e de águas servidas (atender ao PCP).
Zona de exclusão de pesca	Atividade pesqueira	1 2	Interferência sobre atividade pesqueira	NEG	DIR	LOC	REV	TEM	IME	RED	BAI	Comunicação ao serviço de Aviso aos Navegantes da Marinha do Brasil e entidades pesqueiras
Demanda por produtos e serviços	Comércio e serviços	1 3	Incremento no comércio e serviços	POS	IND	LOC	REV	TEM	IME	RED	BAI	-

Tabela VII.2.2.3-2 – Matriz de classificação dos impactos reais da fase de operação.

Ação geradora de impacto	Fator Ambiental	Nº	Impacto	Natureza	Incidência	Escala	Reversibilidade	Duração	Temporalidade	Magnitude	Significância	Medidas mitigadoras
Geração de ruído subaquático pelo aerogerador	Néctons	14	Interferência na ictiofauna e em mamíferos marinhos	NEG	DIR	REG	REV	PER	IME	RED	MOD	Executar o Monitoramento do ruído subaquático com hidrofones
Presença do cabo submarino no leito marinho	Bentos	15	Interferência na comunidade bentônica	NEG	DIR	LOC	REV	PER	IME	RED	BAI	Realizar campanha de inspeção do leito marinho (<i>pre lay survey</i>) em etapa anterior ao lançamento do cabo submarino
Presença das subestruturas submersas do aerogerador e da torre anemométrica	Bentos	16	Interferência na comunidade bentônica	NEG	DIR	LOC	REV	PER	MP	RED	BAI	Realizar monitoramento da fauna marinha no entorno das subestruturas
	Néctons	17	Interferência na ictiofauna, quelônios e em mamíferos marinhos	NEG	IND	LOC	REV	PER	MP	RED	BAI	

Ação geradora de impacto	Fator Ambiental	Nº	Impacto	Natureza	Incidência	Escala	Reversibilidade	Duração	Temporalidade	Magnitude	Significância	Medidas mitigadoras
	Avifauna	18	Interferência na avifauna	NEG	IND	LOC	REV	PER	MP	RED	BAI	Realizar monitoramento da avifauna
Movimento das pás do aerogerador	Avifauna	19	Interferência na avifauna	NEG	DIR	LOC	REV	PER	CIC	RED	BAI	Realizar monitoramento da avifauna
Zona de exclusão de pesca	Atividade pesqueira	20	Interferência sobre atividade pesqueira	NEG	DIR	LOC	REV	PER	IME	RED	BAI	Realizar ações de comunicação durante a operação do empreendimento perante as entidades representativas da classe pesqueira.

Tabela VII.2.2.3-3 – Matriz de classificação dos impactos reais da fase de desativação.

Ação geradora de impacto	Fator Ambiental	Nº	Impacto	Natureza	Incidência	Escala	Reversibilidade	Duração	Temporalidade	Magnitude	Importância	Medidas mitigadoras
Corte e remoção das subestruturas	Sedimento	2 1	Alteração morfológica do fundo marinho	NEG	DIR	LOC	IRR	PER	IME	RED	BAI	Elaborar Plano de Desativação
	Bentos	2 2	Interferência na comunidade bentônica	NEG	DIR	LOC	IRR	TEM	IME	RED	BAI	
	Água	2 3	Alteração das características físico-químicas da água	NEG	DIR	LOC	REV	TEM	IME	RED	BAI	
Geração de ruído subaquático devido ao corte e remoção das subestruturas	Néctons	2 4	Interferência na ictiofauna e de mamíferos marinhos	NEG	DIR	REG	REV	TEM	IME	MED	MOD	
Sustentação do navio heavy-lift e ancoragem	Sedimento	2 5	Alteração na qualidade do sedimento	NEG	DIR	LOC	REV	TEM	IME	RED	BAI	Elaborar um Plano de Ancoragem

Ação geradora de impacto	Fator Ambiental	Nº	Impacto	Natureza	Incidência	Escala	Reversibilidade	Duração	Temporalidade	Magnitude	Importância	Medidas mitigadoras
das embarcações	Bentos	26	Interferência na comunidade bentônica	NEG	DIR	LOC	IRR	TEM	IME	RED	BAI	
Remoção do cabo submarino	Sedimento	27	Alteração na qualidade do sedimento	NEG	DIR	LOC	REV	TEM	IME	RED	BAI	Elaborar Plano de Desativação
	Bentos	28	Interferência na comunidade bentônica	NEG	DIR	LOC	IRR	TEM	IME	RED	BAI	
Geração de ruído subaquático devido ao fluxo de embarcações	Néctons	29	Interferência na ictiofauna e em mamíferos marinhos	NEG	DIR	REG	REV	TEM	IME	RED	BAI	Executar o Programa de Monitoramento Embarcado (PME), incluindo um monitor de biota na embarcação.
	Água	30	Alteração das características físico-químicas da água	NEG	DIR	LOC	REV	TEM	IME	RED	BAI	Garantir que as embarcações possuam sistema de acondicionamento, tratamento e destinação final dos resíduos orgânicos,

Ação geradora de impacto	Fator Ambiental	Nº	Impacto	Natureza	Incidência	Escala	Reversibilidade	Duração	Temporalidade	Magnitude	Importância	Medidas mitigadoras
Geração de efluentes e resíduos pelas embarcações	Plâncton	3 1	Interferência na comunidade planctônica	NEG	IND	LOC	REV	TEM	IME	RED	BAI	dos efluentes sanitários e de águas servidas (atender ao PCP).
Zona de exclusão de pesca	Atividade pesqueira	3 2	Interferência sobre atividade pesqueira	NEG	DIR	LOC	REV	TEM	IME	RED	BAI	Comunicação ao serviço de Aviso aos Navegantes da Marinha do Brasil e entidades pesqueiras
Demanda por produtos e serviços	Comércio e serviços	3 3	Incremento no comércio e serviços	POS	IND	LOC	REV	TEM	IME	RED	BAI	-

VII.2.3 - Impactos Potenciais

VII.2.3.1 - Identificação dos impactos potenciais

Através do estabelecimento de relações causa-efeito, baseados na metodologia apresentada no item VII.2.1, foram identificados e numerados na Tabela VII.2.3.1-1 os impactos ambientais potenciais das fases de instalação, operação e desativação do projeto.

Tabela VII.2.3.1-1 – Adaptação da Matriz de Leopold para a identificação dos impactos potenciais.

FASE	ASPECTOS AMBIENTAIS	FATORES AMBIENTAIS	IMPACTOS AMBIENTAIS	Nº
INSTALAÇÃO	Vazamento de óleo combustível no mar pelas embarcações	Água	Alteração das características físico-químicas da água	1
		Plânctons	Interferência na comunidade planctônica	2
		Néctons	Interferência na ictiofauna, quelônios e mamíferos marinhos	3
		Bentos	Interferência na comunidade bentônica	4
		Avifauna	Interferência na avifauna	5
		Zonas de Transição	Distúrbios em manguezais e praias	6
		Recifes	Distúrbios em áreas recifais	7
		Atividade pesqueira	Interferência sobre atividade pesqueira	8
	Introdução de espécies exóticas	Bentos	Interferência na comunidade bentônica	9
		Néctons	Interferência na ictiofauna, quelônios e mamíferos marinhos	10
		Atividade pesqueira	Interferência sobre atividade pesqueira	11
	Trafego de embarcações	Néctons	Abalroamento de fauna marinha por embarcações	12

OPERAÇÃO	Trafego de embarcações <i>surfer landing</i>	Néctons	Abalroamento de fauna marinha por embarcações	13
	Efeito de piloto para produção de energia eólica offshore	Atividades de comércio e serviços	Incremento das economias local, estadual e nacional	14
DESATIVACÃO	Vazamento de óleo combustível no mar pelas embarcações	Água	Alteração das características físico-químicas da água	15
		Plânctons	Interferência na comunidade planctônica	16
		Néctons	Interferência na ictiofauna, quelônios e mamíferos marinhos	17
		Bentos	Interferência na comunidade bentônica	18
		Avifauna	Interferência na avifauna	19
		Zonas de Transição	Distúrbios em manguezais e praias	20
		Recifes	Distúrbios em áreas recifais	21
		Atividade pesqueira	Interferência sobre atividade pesqueira	22
	Trafego de embarcações	Néctons	Abalroamento de fauna marinha por embarcações	23

VII.2.3.2 - Descrição dos impactos potenciais

Procede-se neste item à descrição dos impactos ambientais potenciais identificados na Tabela VII.2.3.1-1, separados por aspecto ambiental e fase do empreendimento correspondentes.

A) Instalação

Aspecto Ambiental: Vazamento de óleo combustível no mar pelas embarcações

Para a avaliação dos impactos ambientais relacionados ao aspecto “vazamento de óleo combustível no mar pelas embarcações” foi considerado, conservadoramente, um evento acidental com afundamento de uma das quatro embarcações e vazamento de 600 m³ de óleo diesel.

Os perigos associados a esse evento acidental, bem como suas causas e salvaguardas aplicáveis serão apresentadas na seção VII.3.

Impacto 01 - Alteração das características físico-químicas da água

Em ocorrência de evento de vazamento, a presença do diesel poderá alterar as propriedades físico-químicas da água do mar, com possível redução na transparência da água (cor e turbidez), alteração do pH, variações térmicas e redução das trocas gasosas (devido a presença do óleo na interface ar-água).

Por causa da pequena profundidade local (≤ 13 m) é possível algum nível de alteração ao longo da coluna d'água. No entanto, dada a hidrodinâmica local, com intensidade dominante das correntes de 0,1 a 0,2 m/s (Petrobras, 2008); a constância e velocidade dos ventos ao longo de todo o ano; e a insolação elevada da área, é esperado que o diesel seja rapidamente dispersado, diluído, evaporado e foto-oxidado.

Deste modo, o impacto foi classificado como negativo e com forma de incidência direta e escala regional, pois ultrapassa as imediações da área diretamente afetada. Este também foi classificado como reversível, visto que as condições ambientais, incluindo a hidrodinâmica local favorecem o retorno das condições originais; Temporário e imediato. A magnitude foi considerada como reduzida, em função da limitada extensão temporal do seu efeito. Portanto, este impacto foi avaliado como de baixa importância.

A ação mitigadora é o acionamento do Plano de Emergência para Vazamento de Óleo (PEVO) da empresa. Também devem ser aplicadas as salvaguardas que serão propostas na seção VII.3 para as atividades envolvendo embarcações.

Impacto 02 - Interferência na comunidade planctônica

O vazamento de óleo diesel pode provocar uma redução na biomassa ou alterar a composição da comunidade planctônica, apesar de não haver consenso na literatura sobre os efeitos do óleo e derivados (Clark, 1982).

No geral, os estudos não têm apontado efeito grave sobre a comunidade planctônica (Clark, 1982; IPIECA 1991; IPIECA 2000; O'Sullivan & Jacque, 2001; Teal & Howarth, 1984). Isto provavelmente se deve às altas taxas de reprodução e imigração de fora da área afetada, que em curto prazo, adentram e agem reduzindo/equilibrando o número de mortes causadas pelo diesel (IPIECA 1991).

Deste modo, o impacto foi classificado como negativo e com forma de incidência direta e escala regional, pois ultrapassa as imediações da área diretamente afetada. Este também foi classificado como reversível, visto que as taxas de reprodução e imigração do plâncton reequilibram a composição da comunidade após os vazamentos; Temporário e imediato. A magnitude foi considerada como reduzida, em função da resiliência da comunidade planctônica. Portanto, este impacto foi avaliado como de baixa importância.

A ação mitigadora é o acionamento do Plano de Emergência para Vazamento de Óleo (PEVO) da empresa. Também devem ser aplicadas as salvaguardas que serão propostas na seção VII.3 para as atividades envolvendo embarcações.

Impacto 03 - Interferência na ictiofauna, quelônios e mamíferos marinhos

O vazamento de óleo diesel pode atingir os organismos nectônicos (peixes, quelônios e mamíferos marinhos) de forma direta (contato com o óleo diesel) quanto indireta (ingestão de alimento contaminado). Sendo os peixes o grupo dominante deste fator ambiental (nécton).

De acordo com IPIECA (2000) e O'Sullivan & Jacques (2001) os principais impactos causados pelo vazamento de óleos e seus derivados nas populações de peixe são: mortalidade de ovos e larvas; interferência na desova; fecundação ou reprodução, incluindo-se a migração; contaminação ao se alimentar de presas contaminadas; e mortalidade em seus estágios adulto ou juvenil.

A dinâmica local e o fato da maior fração do óleo diesel permanecer na superfície, faz com que não haja grande mortalidade tanto de peixes adultos como juvenis (IPIECA, 1991 e 2000; O'Sullivan & Jacques 2001).

Outro grupo que pode ser impactado, são os quelônios, presentes na área de estudo. Dentro desse grupo, de acordo com o Livro Vermelho da Fauna Brasileira Ameaçada de Extinção (2008), estão a tartaruga cabeçuda e a verde com *status* de “ameaça vulnerável”, a tartaruga de pente e oliva com *status* “em perigo” e a tartaruga de couro com *status* “criticamente em perigo”.

Em relação aos mamíferos marinhos, os cetáceos mais vulneráveis no caso de um vazamento de óleo seriam o boto cinza e o golfinho nariz-de-garrafa, devido aos seus hábitos costeiros (AMSA, 2012). As baleias são raramente afetadas por um vazamento de óleo devido ao seu comportamento migratório, tornando-as menos vulneráveis aos impactos do derramamento de óleo. Entretanto, os sirênios, representados pelo peixe-boi marinho, (*Trichechus manatus*) seriam os mamíferos marinhos mais vulneráveis ao vazamento de óleo, pois sua resiliência é baixa. Estes estão classificados com o *status* de “criticamente em perigo”, segundo o Livro Vermelho da Fauna Brasileira Ameaçada de Extinção (2008).

Cabe ressaltar que o óleo diesel é um produto de petróleo leve, refinado e quando derramado sobre a água do mar, mais de 90% evapora, podendo ainda ser foto-oxidando ou naturalmente disperso na coluna de água em intervalos de tempo de algumas horas a alguns dias. Devido a estas características, o possível efeito do óleo diesel sobre a estrutura da comunidade, na escala temporal, é minimizado.

Deste modo, o impacto foi classificado como negativo e de incidência direta; escala regional, reversível, de duração temporária e imediato. Magnitude elevada, porque potencialmente afetará indivíduos ameaçados de extinção e sensíveis, assim como diferentes grupos faunísticos do fator ambiental nécton. Portanto, o impacto foi avaliado como de grande importância.

A ação mitigadora é o acionamento do Plano de Emergência para Vazamento de Óleo (PEVO) da empresa. Também devem ser aplicadas as salvaguardas que serão propostas na seção VII.3 para as atividades envolvendo embarcações.

Impacto 04 - Interferência na comunidade bentônica

Após o vazamento de óleo diesel, apenas um baixo percentual do mesmo poderá chegar ao leito marinho, segundo, Teal & Howard (1984) e Kingston (2002).

Logo, a comunidade bentônica que inclui moluscos, crustáceos, equinodermos, poliquetas e nematelmintos dificilmente será afetada.

Entretanto, os organismos filtradores e detritívoros de uma maneira geral, podem sofrer intoxicação pela ingestão de partículas ou organismos contaminados por óleo, alterando suas taxas metabólicas, seu comportamento alimentar e a formação de suas conchas (U.S. Fish and Wildlife Service, 2004).

Contudo, a característica volátil do diesel (mencionadas na descrição dos impactos anteriores) reduzem a possibilidade de efeito do mesmo sobre a estrutura da comunidade bentônica é minimizada.

As algas também podem ser impactadas no caso de um vazamento de óleo. Elas apresentam grande variação de respostas, podendo ocorrer desde a morte até o aumento na abundância de algumas espécies (O'Sullivan & Jacques 2001, U.S. Fish and Wildlife Service, 2004). Há registros interferência na germinação e crescimento de plantas marinhas. Entretanto, a maior parte das algas, parece se recuperar após o término do vazamento (U.S. Fish and Wildlife Service, 2004).

Deste modo, o impacto foi classificado como negativo e de incidência direta; escala regional, reversível, de duração temporária e imediato. Magnitude reduzida, em função da baixa probabilidade do óleo chegar ao substrato marinho. Portanto, o impacto foi avaliado como de baixa importância.

A ação mitigadora é o acionamento do Plano de Emergência para Vazamento de Óleo (PEVO) da empresa. Também devem ser aplicadas as salvaguardas que serão propostas na seção VII.3 para as atividades envolvendo embarcações.

Impacto 05 - Interferência na avifauna

A avifauna é um grupo de animais sensíveis ao contato com o óleo (Baker, 2001). As aves marinhas mais vulneráveis ao impacto de vazamento de óleo são aquelas que se reúnem em grande número em águas costeiras ou nas praias e as usam para alimentação, muda, descanso e reprodução.

Deste modo, o impacto foi classificado como negativo e de incidência direta; escala regional, reversível, de duração temporária e imediato. Magnitude média, porque apesar da baixa probabilidade do óleo chegar à região costeira, caso isso aconteça, poderá provocar efeitos sobre a avifauna que é sensível a esse impacto. Portanto, o impacto foi avaliado como de moderada importância.

A ação mitigadora é o acionamento do Plano de Emergência para Vazamento de Óleo (PEVO) da empresa. Também devem ser aplicadas as salvaguardas que serão propostas na seção VII.3 para as atividades envolvendo embarcações.

Impacto 06 - Distúrbios em manguezais e praias

O vazamento de óleo pode atingir a zona de transição terra-mar da área de estudo, que comporta ambientes com diferentes características como praias e manguezais.

No estuário localizado em Macau (RN), existem manguezais que desempenham a função ecológica de área para a reprodução, proteção e alimentação de diversas espécies. De acordo com Gundlach e Hayes (1978) o ecossistema manguezal é classificado como sensível a impactos de vazamentos de óleo devido a diversidade, extensão e elevada sensibilidade a esses poluentes. O recobrimento das raízes e pneumatóforos pelo óleo pode causar asfixia e morte dessas árvores (IPIECA, 1993).

Outro ecossistema menos sensível ao óleo, mas que também poderá ser afetado são as praias arenosas, cuja fauna está representada principalmente por táxons de invertebrados escavadores, especialmente moluscos, crustáceos, poliquetas e visitantes ocasionais, tais como aves marinhas e peixes, que exploram a areia em busca de alimento.

Considerando as descrições acima, o impacto foi classificado como negativo e de incidência direta; escala regional, reversível, de duração temporária e imediato. Magnitude média, porque apesar da baixa probabilidade do óleo chegar à região costeira, caso isso aconteça, poderá provocar efeitos significativos sobre os manguezais, que são especialmente sensíveis a esse poluente. Portanto, o impacto foi avaliado como de moderada importância.

A ação mitigadora é o acionamento do Plano de Emergência para Vazamento de Óleo (PEVO) da empresa. Também devem ser aplicadas as salvaguardas que serão propostas na seção VII.3 para as atividades envolvendo embarcações.

Impacto 07 - Distúrbios em áreas recifais

O vazamento de óleo poderá atingir áreas recifais existentes na área de estudo do projeto, locais onde diversos organismos bentônicos estão associados, com destaque para macroalgas, esponjas, moluscos, cefalópodes, crustáceos, anelídeos e cnidários (Brasil, 2004).

Arenitos localizados adjacentes às praias, expostos durante as marés vazantes, são muito vulneráveis ao óleo, tendo em vista que em situações de acidentes pode confinar e aprisionar o óleo, ampliando sua permanência (Lopes et al., 2006). Por estarem ainda sujeitos ao contato direto com o óleo, é esperado que a fauna e flora associadas sofram os efeitos tanto do recobrimento físico como da intoxicação química (O'Sullivan & Jacques, 2001).

Considerando o exposto, este impacto foi avaliado como negativo, direto, regional, reversível, temporário e imediato. Como o efeito do impacto é mais significativo para a biota associada aos recifes, sua magnitude é média e moderada importância.

A ação mitigadora é o acionamento do Plano de Emergência para Vazamento de Óleo (PEVO) da empresa. Também devem ser aplicadas as salvaguardas que serão propostas na seção VII.3 para as atividades envolvendo embarcações.

Impacto 08 - Interferência sobre atividade pesqueira

Durante um evento acidental de vazamento de óleo diesel, a atividade pesqueira pode ser afetada devido a mortalidade de peixes comerciais. Contudo, considerando a volatilidade do óleo diesel e a quantidade das embarcações utilizadas na instalação, é improvável que eventual acidente atinja magnitude suficiente para impactar de forma significativa a atividade pesqueira.

Portanto, o impacto foi avaliado como negativo, indireto, regional, reversível, temporário e imediato. Reduzida magnitude e pequena importância.

A ação mitigadora é o acionamento do Plano de Emergência para Vazamento de Óleo (PEVO) da empresa. Também devem ser aplicadas as salvaguardas que serão propostas na seção VII.3 para as atividades envolvendo embarcações.

Em um eventual acidente, serão implementadas ações de comunicação junto à comunidade pesqueira local para evitar a área abrangida pelo vazamento.

Aspecto Ambiental: Introdução de espécies invasoras

Impacto 09 - Interferência na comunidade bentônica

Devido ao uso de embarcações vindas de outras regiões para a instalação das subestruturas, existe o risco de introdução de espécies exóticas na área de estudo do empreendimento. Os principais organismos invasores no meio marinho pertencem à fauna incrustante, logo, os indivíduos bentônicos seriam os primeiros

representes da biota local a sofrer impactos desta natureza, pela competição por espaço.

Deve-se ponderar o distanciamento mínimo das formações carbonáticas em relação aos elementos do projeto e a baixa probabilidade de ocorrência do impacto. Logo, não se vislumbra o potencial do empreendimento como um vetor de introdução e transporte de espécies invasoras.

Desta forma, este impacto foi classificado como negativo, de incidência direta, escala regional, irreversível, duração permanente e médio prazo. A magnitude é média e a importância é grande.

Como medida preventiva, a empresa deverá certificar-se que as embarcações estarão com os cascos limpos, livres de bioincrustação e pintados com tinta antiincrustantes, devidamente certificada pela Sociedade Classificadora, em atendimento a NORMAM 23/2007 DPC de Controle de Sistemas Antiincrustantes Danosos em Embarcações.

Impacto 10 - Interferência na ictiofauna, quelônios e mamíferos marinhos

A ocupação do ambiente por espécie bentônica invasora, pode provocar um desequilíbrio na cadeia alimentar com uma conseqüente redução da disponibilidade de alimentos para a fauna nectônica. Ou seja, esse impacto seria uma conseqüência indireta do impacto 09. Entretanto, os indivíduos da fauna nectônica são menos sensíveis que os bentônicos para este impacto, pela maior possibilidade que têm de buscar novos nichos.

Portanto, o impacto foi avaliado como negativo, indireto, regional, irreversível, permanente e de médio prazo. Foi avaliado com magnitude reduzida. Sendo assim a importância é moderada.

Como medida preventiva, a empresa deverá certificar-se que as embarcações estarão com os cascos limpos, livres de bioincrustação e pintados com tinta antiincrustantes, devidamente certificada pela Sociedade Classificadora, em atendimento a NORMAM 23/2007 DPC de Controle de Sistemas Antiincrustantes Danosos em Embarcações.

Impacto 11 - Interferência sobre atividade pesqueira

A ocupação do ambiente por espécie invasora e seu efeito indireto sobre a fauna nectônica, conforme impactos 09 e 10, poderão causar a redução da quanti-

dade de pescados de interesse comercial. Entretanto, considerando a menor sensibilidade da fauna neotônica, de acordo com o impacto 10, e a alta improbabilidade de impacto com extensão espacial na atividade pesqueira, este impacto é considerado de reduzida magnitude.

Portanto, este impacto foi classificado como negativo, indireto, regional, irreversível, permanente e imediato. Sendo assim, a importância é moderada.

Como medida preventiva, a empresa deverá certificar-se que as embarcações estarão com os cascos limpos, livres de bioincrustação e pintados com tinta antiincrustantes, devidamente certificada pela Sociedade Classificadora, em atendimento a NORMAM 23/2007 DPC de Controle de Sistemas Antiincrustantes Danosos em Embarcações.

Aspecto Ambiental: Trafego de embarcações

Impacto 12 – Abalroamento de fauna marinha por embarcações

O fluxo das embarcações durante as atividades que envolvem a instalação da Planta Piloto poderá provocar a colisão com indivíduos da fauna neotônica.

Tanto os cetáceos, quanto os sirênios estão suscetíveis a esses acidentes, sendo estes fatores ambientais de alta sensibilidade, por possuírem espécies na lista de ameaçados de extinção. Entretanto, de acordo com as informações descritas no Programa de Monitoramento da Pesca, esse tipo de acidente é raro e não é registrado desde 2009.

Portanto, este impacto foi classificado como negativo, direto, regional, irreversível, cíclico (pois somente ocorrerá quando as embarcações estiverem se deslocando) e imediato. Foi avaliado com magnitude média, pois apesar de poder provocar efeito sobre espécies sensíveis, a probabilidade de ocorrer é ínfima. Sendo assim a importância é moderada.

Como medida preventiva a empresa, executará o programa de monitoramento embarcado (PME), incluindo um monitor de biota nas embarcações durante sua operação.

B) Operação

Aspecto Ambiental: Trafego de embarcações

Impacto 13 – Abalroamento de fauna marinha por embarcações

A descrição deste impacto é semelhante à do impacto 12, as únicas diferenças são relacionadas ao tipo de embarcação (*surfer landing*) e à periodicidade do seu uso. Essas embarcações farão uma incursão (ida e volta) do porto até a Planta Piloto em no máximo, uma vez por mês, ao longo da operação do empreendimento (visando a manutenção das estruturas). Portanto, a capacidade de atrair mamíferos marinhos e de ocorrer o abalroamento acidental é ainda menor.

Portanto, este impacto foi classificado como negativo, direto, regional, irreversível, cíclico (pois somente ocorrerá quando as embarcações estiverem se deslocando) e imediato. Foi avaliado com magnitude média, pois apesar de poder provocar efeito sobre espécies sensíveis, a probabilidade de ocorrer é ínfima. Sendo assim a importância é moderada.

Como medida preventiva a empresa, treinará a equipe de manutenção sobre os procedimentos específicos de navegação com a finalidade de evitar a ocorrência desse acidente.

Aspecto Ambiental: Efeito de piloto para produção de energia eólica offshore

Impacto 14 – Incremento das economias local, estadual e nacional

Trata-se de um risco positivo relativo ao efeito demonstrativo que este empreendimento pode ter numa futura opção nacional pela produção de energias renováveis marinhas, seja no âmbito da exploração petrolífera offshore seja como alternativa de produção de eletricidade a nível nacional.

Caso se materialize, promoverá a criação de empresas e do sector das energias renováveis marinhas no Brasil que ainda se encontra pouco desenvolvido.

Portanto, este impacto foi classificado como positivo, direto, estratégico, reversível, permanente e de longo prazo. Foi avaliado com magnitude elevada, pois poderá alterar a matriz energética do país. Sendo assim a importância é grande.

C) Desativação

A avaliação dos impactos ambientais relacionados ao vazamento de óleo combustível das embarcações para a fase de desinstalação (do número 15 ao 22) corresponde às avaliações dos impactos relativos ao mesmo aspecto na fase de instalação (do número 01 ao 08).

Da mesma forma, a avaliação do impacto 23, relativo ao tráfego de embarcações, corresponde à avaliação do impacto relativo ao mesmo aspecto na fase de instalação (12).

VII.3.3.3 - Classificação dos impactos potenciais

Nas Tabelas VII.2.3.3-1 a VII.2.3.3-3, apresenta-se a síntese da classificação dos impactos potenciais avaliados e as respectivas medidas destinadas ao seu equacionamento, relativo às fases de instalação, operação e desativação.

Tabela VII.2.3.3-1 – Matriz de classificação dos impactos potenciais da fase de instalação.

Ação geradora de impacto	Fator Ambiental	Nº	Impacto	Natureza	Incidência	Escala	Reversibili-	Duração	Temporali-	Magnitude	Importância	Medidas mitigadoras
Vazamento de óleo combustível no mar pelas embarcações	Água	01	Alteração das características físico-químicas da água	NEG	DIR	REG	REV	TEM	IME	RED	BAI	Acionar o Plano de Emergência para Vazamento de Óleo (PEVO) da empresa. Aplicar as salvaguardas propostas para as atividades envolvendo embarcações.
	Plânctons	02	Interferência na comunidade planctônica	NEG	DIR	REG	REV	TEM	IME	RED	BAI	
	Néctons	03	Interferência na ictiofauna, quelônios e mamíferos marinhos	NEG	DIR	REG	REV	TEM	IME	ELE	GRA	
	Bentos	04	Interferência na comunidade bentônica	NEG	DIR	REG	REV	TEM	IME	RED	BAI	
	Avifauna	05	Interferência na avifauna	NEG	DIR	REG	REV	TEM	IME	MED	MOD	
	Zonas de Transição	06	Distúrbios em manguezais e praias	NEG	DIR	REG	REV	TEM	IME	MED	MOD	

Ação geradora de impacto	Fator Ambiental	Nº	Impacto	Natureza	Incidência	Escala	Reversibili-	Duração	Temporali-	Magnitude	Importância	Medidas mitigadoras
	Recifes	07	Distúrbios em áreas recifais	NEG	DIR	REG	REV	TEM	IME	MED	MOD	
	Atividade pesqueira	08	Interferência sobre atividade pesqueira	NEG	IND	REG	REV	TEM	IME	RED	BAI	
Introdução de espécies invasoras	Bentos	09	Interferência na comunidade bentônica	NEG	DIR	REG	IRR	PER	MP	MED	GRA	Como medida preventiva, as embarcações estarão com os cascos limpos, livres de bioincrustação e pintados com tinta antiincrustrantes, devidamente certificada pela Sociedade Classificadora, em atendimento a NORMAM 23/2007 DPC de Controle de Sistemas Antiincrustrantes Danosos em Embarcações.
	Néctons	10	Interferência na ictiofauna, quelônios e mamíferos marinhos	NEG	IND	REG	REV	PER	MP	RED	MOD	
	Atividade pesqueira	11	Interferência sobre atividade pesqueira	NEG	IND	REG	REV	PER	MP	RED	MOD	
Tráfego de embarcações	Néctons	12	Abalroamento de fauna marinha	NEG	DIR	REG	IRR	CIC	IME	MED	MOD	Executar o Programa de Monitoramento Embarcado (PME), incluindo um monitor de biota a bordo.

Tabela VII.2.3.3-2 – Matriz de classificação dos impactos potenciais da fase de operação.

Ação geradora de impacto	Fator Ambiental	Nº	Impacto	Natureza	Incidência	Escala	Reversibilidade	Duração	Temporalidade	Magnitude	Significância	Medidas mitigadoras
Tráfego de embarcações <i>surfer landing</i>	Néctons	13	Abalroamento de fauna marinha	NEG	DIR	REG	IRR	CIC	IME	MED	MOD	Como medida preventiva a empresa, treinará a equipe de manutenção sobre os procedimentos específicos de navegação com a finalidade de evitar a ocorrência desse acidente.
Efeito de piloto para produção de energia eólica offshore	Atividades de comércio e serviços	14	Incremento das economias local, estadual e nacional	POS	DIR	EST	REV	PER	LP	ELE	GRA	X

Tabela VII.2.3.3-3 – Matriz de classificação dos impactos potenciais da fase de desativação.

Ação geradora de impacto	Fator Ambiental	Nº	Impacto	Natureza	Incidência	Escala	Reversibili-	Duração	Temporali-	Magnitude	Importância	Medidas mitigadoras
Vazamento de óleo combustível no mar pelas embarcações	Água	15	Alteração das características físico-químicas da água	NEG	DIR	REG	REV	TEM	IME	RED	BAI	Acionar o Plano de Emergência para Vazamento de Óleo (PEVO) da empresa. Aplicar as salvaguardas propostas para as atividades envolvendo embarcações.
	Plânctons	16	Interferência na comunidade planctônica	NEG	DIR	REG	REV	TEM	IME	RED	BAI	
	Néctons	17	Interferência na ictiofauna, quelônios e mamíferos marinhos	NEG	DIR	REG	REV	TEM	IME	ELE	GRA	
	Bentos	18	Interferência na comunidade bentônica	NEG	DIR	REG	REV	TEM	IME	RED	BAI	
	Avifauna	19	Interferência na avifauna	NEG	DIR	REG	REV	TEM	IME	MED	MOD	
	Zonas de Transição	20	Distúrbios em manguezais e praias	NEG	DIR	REG	REV	TEM	IME	MED	MOD	

Ação geradora de impacto	Fator Ambiental	Nº	Impacto	Natureza	Incidência	Escala	Reversibili-	Duração	Temporali-	Magnitude	Importância	Medidas mitigadoras
	Recifes	21	Distúrbios em áreas recifais	NEG	DIR	REG	REV	TEM	IME	MED	MOD	
	Atividade pesqueira	22	Interferência sobre atividade pesqueira	NEG	IND	REG	REV	TEM	IME	RED	BAI	
Tráfego de embarcações	Néctons	23	Abalroamento de fauna marinha	NEG	DIR	REG	IRR	CIC	IME	MED	MOD	Executar o Programa de Monitoramento Embarcado (PME), incluindo um monitor de biota na embarcação

VII.2.4 - Análise Sumária dos Impactos Cumulativos e Sinérgicos

Os impactos ambientais relacionados à alteração morfológica do sedimento e à interferência sobre a fauna marinha (causada por ruídos e pela presença dos elementos do projeto) são cumulativos em relação às atividades petrolíferas e pesqueiras praticadas na região. O mesmo pode ser dito em relação aos impactos sobre a atividade pesqueira, em função do estabelecimento de novas zonas de restrição à pesca.

Entretanto, dada a pequena escala do empreendimento em análise (apenas um aerogerador, uma torre anemométrica e o cabo submarino) considera-se que os impactos ambientais da Planta Piloto de Geração Eólica Offshore contribuem de forma desprezível para os impactos cumulativos sobre os recursos naturais e sociais da área de estudo.

Em relação a impacto sinérgico, destaca-se a intensificação do efeito recife no entorno das subestruturas do aerogerador e da torre anemométrica, quando associado à área de restrição da pesca. Entretanto, por conta do seu porte, a relevância deste impacto sinérgico é ínfima, podendo até se configurar em um efeito positivo por reproduzir uma zona de proteção para a fauna marinha.

A única exceção em termos de relevância estaria relacionada ao potencial impacto sinérgico relativo ao efeito demonstrativo que este empreendimento pode ter numa futura opção nacional pela produção de energias renováveis marinhas, seja no âmbito da exploração petrolífera offshore, seja como alternativa de produção de eletricidade a nível nacional, podendo promover a criação de empresas e estimular o desenvolvimento do setor das energias renováveis marinhas no Brasil.

VII.2.5 - Síntese Conclusiva

Em síntese, foram avaliados 56 impactos ambientais do empreendimento Planta Piloto de Geração Eólica Offshore, 33 impactos reais (58,93 %) e 23 impactos potenciais (41,07 %).

Dentre os impactos avaliados, 25 são da fase de instalação (44,64 %), 9 da operação (16,07 %) e 22 da desinstalação (39,29 %).

A Tabela VII.2.5-1 aponta a distribuição dos impactos reais e potenciais por fatores ambientais:

Tabela VII.2.5-1 - Distribuição dos impactos reais e potenciais por fatores ambientais

Fatores Ambientais	Impactos Reais	Impactos Potenciais	Total
Meio Físico	10	6	16 – 28,57 %
Biótico	18	13	31 – 55,36 %
Socioeconômico	5	4	09 – 16,07 %

Os impactos ambientais negativos mais relevantes, classificados com Importância Moderada (MOD) ou Grande (GRA), foram distribuídos entre os fatores ambientais nos quais atuam, conforme tabela a seguir:

Tabela VII.2.5-2 - Distribuição da importância dos impactos reais e potenciais relevantes, por fatores ambientais.

Fatores Ambientais	Impactos Reais		Impactos potenciais	
	MOD	GRA	MOD	GRA
Meio Físico	0	0	4	0
Biótico	3	0	6	3
Socioeconômico	0	0	1	0

Ressalta-se que foi avaliado um impacto ambiental positivo de grande importância, relacionado ao efeito indutor da implantação do projeto para a matriz energética nacional.

Áreas de influência Direta e Indireta

Conforme orientado pelo Termo de Referência emitido para esse estudo pelo IBAMA, as Áreas de influência Direta (AID) e Indireta (AI) só foram conhecidas após a avaliação dos impactos ambientais, realizadas nesse capítulo.

A AID é a área geográfica diretamente afetada pelos impactos decorrentes do empreendimento e corresponde ao espaço territorial contíguo e ampliado da Área Diretamente Afetada (ADA). Neste estudo, corresponde à fronteira entre os impactos classificados na escala local e regional. Logo, o limite da AID neste estudo corresponde à distância de 500 metros a partir das subestruturas nas fases de instalação e desativação do empreendimento, 50 metros na fase de operação (conforme delimitado no capítulo IV), à área da ADA na localização do cabo submarino e ao município de Guararé (meio socioeconômico). A Figura VII.2.5-1 apresenta a delimitação da AID do projeto para os meios físico e biótico:

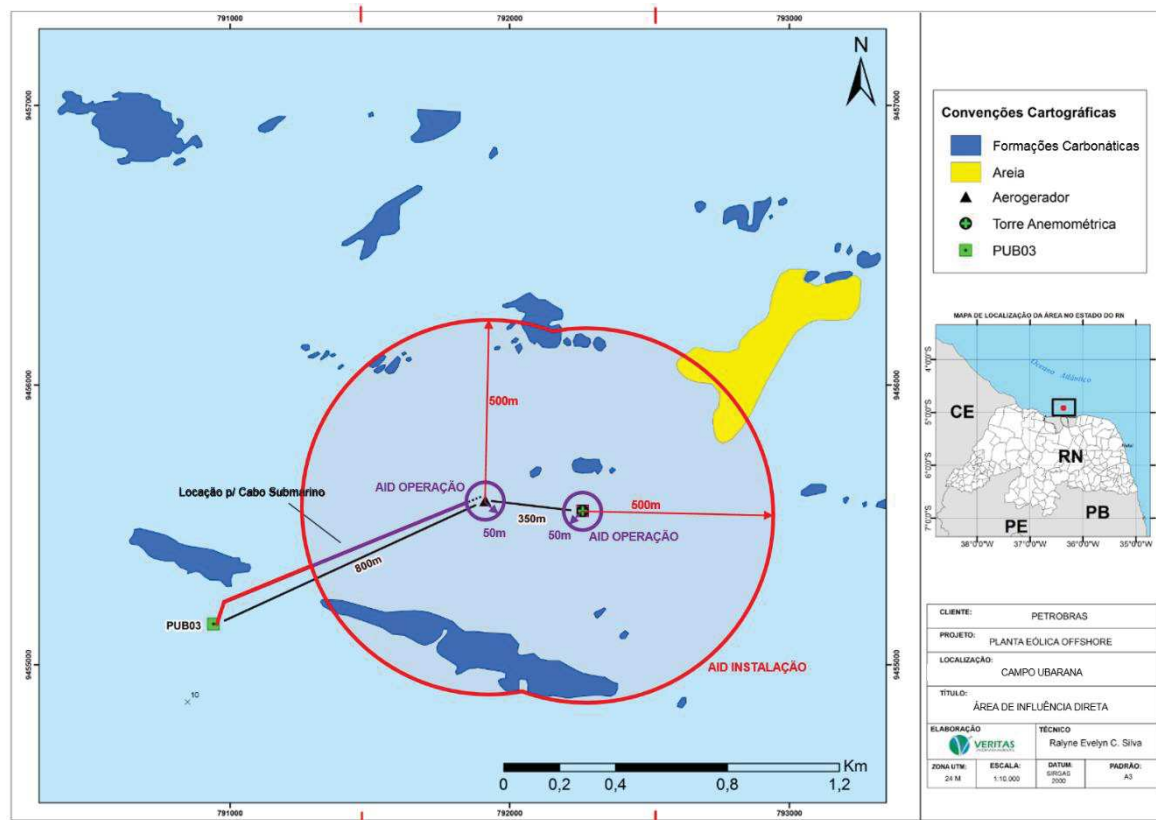


Figura VII.2.5-1 – Área de Influência Direta do meio físico e biótico

A AI, corresponde à Área de Estudo (AE), também delimitada no capítulo IV, uma vez que corresponde ao alcance máximo de efeitos não desprezíveis dos

impactos relacionados aos ruídos subaquáticos, à impactos socioeconômicos e ao alcance máximo dos impactos potenciais (vazamento de óleo, por exemplo).

VII.3 - Riscos Ambientais

A descrição do empreendimento (Capítulo III.2) e a avaliação dos impactos potenciais (item VII.2.3) permitiram a percepção de que a maioria dos riscos ambientais estão associados ao uso de embarcações durante a instalação e desativação do empreendimento. Notadamente, o vazamento de um grande volume de óleo combustível após um evento acidental extremo.

Considerando que para a fase de desativação (prevista para ocorrer em um prazo de 20 anos) serão adotadas premissas e preceitos ambientais com base nas novas tecnologias que poderão surgir até o fim da vida útil do empreendimento, esta seção focou na identificação dos riscos ambientais da fase de instalação.

Entretanto, ressaltamos que a avaliação dos riscos identificados nesta seção será complementada e detalhada após o término da licitação da empresa que executará os procedimentos de instalação e montagem dos elementos do projeto, com a participação conjunta dos representantes de todas as atividades envolvidas.

VII.3.1 - Metodologia

Conforme descrição da implantação do empreendimento, foram listadas as atividades que subsidiaram a elaboração deste trabalho:

- 1- Transporte dos elementos do projeto até o local de instalação;
- 2- Sustentação do navio *heavy-lift*;
- 3- Aproximação das embarcações e içamento das jaquetas;
- 4- Posicionamento das jaquetas no fundo marinho;
- 5- Perfuração do sedimento e fixação das estacas;
- 6- Montagem do aerogerador e da torre anemométrica;
- 7- Montagem do aerogerador e da torre anemométrica;
- 8- Lançamento do cabo submarino.

A partir da observação as atividades listadas acima, a identificação dos riscos ambientais nesta seção considerou como evento acidental o afundamento de

uma das quatro embarcações que serão utilizadas na instalação do empreendimento, e consequente vazamento de 600 m³ de óleo diesel no mar.

Considerando que as possíveis consequências ambientais da materialização deste evento acidental foram descritas no subitem VII.2.3.2 (Descrição dos Impactos Potenciais), esta seção focará na correspondência dos riscos identificados aos perigos, causas e salvaguardas potencialmente relacionados.

VII.3.2 - Identificação dos Riscos Ambientais

A identificação dos riscos está apresentada na matriz abaixo (Tabela VII.3.2-1), que associa os diferentes perigos potencialmente relacionados ao evento acidental considerado, com suas prováveis causas e as salvaguardas aplicáveis.

Tabela VII.3.2-1 – Matriz de identificação dos riscos ambientais.

PERIGOS	POSSÍVEIS CAUSAS	SALVAGUARDAS
Queda de carga	Falha dos cabos e acessórios; Falha na operação; Falha mecânica; Descumprimento do plano de <i>rigging</i> ;	Utilizar materiais certificados e dimensionados corretamente; Capacitar as equipes; Cumprir plano de manutenção e inspeção; Atender ao plano de <i>rigging</i> .
Colisão contra cargas	Falha na sinalização e isolamento da área; Falha na operação da movimentação de carga; Falha mecânica; Descumprimento do plano de <i>rigging</i> ;	Supervisionar atividades por TST; Capacitar as equipes; Cumprir plano de manutenção e inspeção; Atender ao plano de <i>rigging</i> .
Colisão com estruturas fixas	Falha na operação; Falha mecânica; Descumprimento do RIPEAM; Condições ambientais desfavoráveis	Capacitar as equipes; Cumprir plano de manutenção e inspeção; Atender exigências contratuais relativas ao anexo de SMS. Observar prévia das condições meteorológicas; Cumprir recomendações da autoridade marítima.

PERIGOS	POSSÍVEIS CAUSAS	SALVAGUARDAS
Ruptura das amarras	Falha dos cabos e acessórios; Falha na operação; Falha mecânica; Condições ambientais desfavoráveis	Utilizar materiais certificados e dimensionados corretamente; Capacitar as equipes; Cumprir plano de manutenção e inspeção; Atender exigências contratuais relativas ao anexo de SMS. Observar prévia das condições meteorológicas.
Tombamento de Equipamento	Condições de sedimento inadequadas para a operação de movimentação de cargas; Desrespeito aos limites de operação dos equipamentos de movimentação de carga (peso, raio etc); Falha na operação da movimentação de carga; Falha mecânica; Descumprimento do plano de <i>rigging</i> ;	Avaliar previamente o sedimento; Cobrar capacitação das equipes; Cumprir plano de manutenção e inspeção; Atender as recomendações do plano de <i>rigging</i> .
Fogo Repentino	Liberação de produto inflamável; Presença de um agente de ignição; Falha no controle do princípio do incêndio; Falta ou falha de equipamentos para controle de incêndios.	Capacitar as equipes; Cumprir plano de manutenção e inspeção; Atender exigências contratuais relativas ao anexo de SMS; Controlar de acesso e serviços a quente.
Queda de raio	Ocorrência natural fortuita	Aparelhamento e manutenção do sistema de proteção de descargas atmosféricas; Acompanhar prévia das condições meteorológicas.

PERIGOS	POSSÍVEIS CAUSAS	SALVAGUARDAS
Adernamento e Movimentos excessivos da embarcação (RAO)	Condições ambientais desfavoráveis Movimentação e apeamento de cargas inapropriadas; Falha no sistema de lastro; Falha na operação;	Capacitar as equipes; Cumprir plano de manutenção e inspeção; Cumprir condições impostas pela Análise de estabilidade das embarcações aprovado pela Petrobras; Cumprir exigências contratuais pertinentes; Observar previamente condições meteorológicas. Atender recomendações do plano de <i>rigging</i> .
Colisão de embarcações	Falha na operação; Falha mecânica; Descumprimento do RIPEAM; Condições ambientais desfavoráveis	Capacitar as equipes; Cumprir plano de manutenção e inspeção; Cumprir exigências contratuais pertinentes; Observar previamente condições meteorológicas; Cumprir recomendações da autoridade marítima.
Perda de ancoragem	Falha na operação; Condições ambientais desfavoráveis Não cumprimento do plano de ancoragem aprovado pela Petrobras; Falha mecânica nos sistemas de ancoragem (incluindo cabos, âncoras etc) Dimensionamento incorreto do sistema de ancoragem (pequenas embarcações).	Capacitar as equipes; Cumprir plano de manutenção e inspeção; Cumprir plano de ancoragem aprovado pela Petrobras e/ou LV da embarcação; Cumprir exigências contratuais pertinentes; Observar previamente condições meteorológicas.

PERIGOS	POSSÍVEIS CAUSAS	SALVAGUARDAS
Perda de flutuabilidade	Falha na operação; Falha mecânica; Descumprimento do RIPEAM; Condições ambientais desfavoráveis Furo no casco. Tombamento e/ou falha no apeamento de cargas. Falha no sistema de lastro;	Capacitar as equipes; Cumprir plano de manutenção e inspeção; Cumprir condições impostas pela Análise de estabilidade das embarcações aprovado pela Petrobras; Cumprir exigências contratuais pertinentes; Observar previamente condições meteorológicas; Observar previamente cartas náuticas; Cumprir SEA FASTENING aprovado pela PETROBRAS.

VII.3.3 - Descrição das Causas

Este item se dedica à apresentação das principais causas dos riscos associados ao afundamento de embarcação seguido de vazamento de óleo diesel (Tabela VII.3.3-1):

Tabela VII.3.3-1 – Descrição das possíveis causas.

POSSÍVEIS CAUSAS	DESCRIÇÃO
Falha dos cabos e acessórios	Falha no dimensionamento do plano de movimentação de cargas (plano de <i>rigging</i>). Erro no dimensionamento de cabos e acessórios. Equipamentos submetidos a esforços além de seu regime de trabalho. Cabos ou acessórios subdimensionados para a movimentação da carga. Cabos ou acessórios malconservados, com inspeção vencida, fora do prazo de validade ou não certificado.
Falha na operação	Pode envolver situações como fatores humanos (biopsicossociais), falhas por interpretação de dados incorretos (erro de calibração de instrumentos), ausência de informações adequadas para a operação de máquinas e equipamentos, ausência de supervisão ou falha humana.
Falha mecânica	Evento ocorrido em máquina ou equipamento que impede seu funcionamento, envolvendo elementos preventivos ou corretivos dos procedimentos de manutenção.

POSSÍVEIS CAUSAS	DESCRIÇÃO
Descumprimento do plano de <i>rigging</i>	O plano de <i>rigging</i> é um documento que contém o plano de "movimentação de cargas". Este documento leva em consideração, entre outras variáveis, o peso da carga, dimensões, necessidade do uso de eslingas especiais e pontos de ancoragem ou guindastes. Seu descumprimento pode ocasionar em acidentes como tombamento de estruturas de guindar, colapso de acessórios, queda de cargas entre outros.
Falha na operação da movimentação de carga	Pode envolver fatores diversos como fatores humanos (biopsicossociais) durante a operação de máquinas e equipamentos, condições ambientais adversas ou ainda déficit de informações para realização da tarefa.
Descumprimento do RI-PEAM	Deixar de cumprir o Regulamento Internacional Para Evitar Abalroamentos no Mar - Norma expedida pela autoridade marítima.
Condições ambientais desfavoráveis	As condições meteorológicas adversas como chuvas, ocorrência de raios, presença de fortes ventos e de ondas altas podem comprometer a realização de determinadas atividades, como as que envolvem movimentação de carga.
Condições de sedimento inadequadas para a operação de movimentação de cargas	A constituição do sedimento não suporta a estrutura de movimentação de carga. Acarreta em afundamento, oscilação ou tombamento de equipamentos de elevação e movimentação de carga durante a realização da atividade. Neste contexto, é especialmente relevante a sustentação das pernas do navio <i>heavy-lift</i> .
Desrespeito aos limites de operação dos equipamentos de movimentação de carga (peso, raio etc);	Utilizar equipamentos de carga fora da especificação. Submeter os equipamentos a cargas maiores que as suportadas dentro de suas condições de operação. Pode ocasionar em acidentes como tombamento de estruturas de guindar, colapso de acessórios, queda de cargas entre outros.
Liberação de produto inflamável	Perda de contenção primária de produto inflamável.
Presença de um agente de ignição	Presença de superfícies quentes, chamas ou faíscas que sirvam de fonte de ignição para atmosferas explosivas ou queima de produtos inflamáveis ou combustíveis.
Falha no controle do princípio do incêndio	Quando as ações iniciais de combate ao princípio de incêndio superam os recursos locais, ocasionando em agravamento de sinistro.

POSSÍVEIS CAUSAS	DESCRIÇÃO
Falta ou falha de equipamentos para controle de incêndios	Ausência ou falha de equipamentos móveis ou fixos para combate a incêndios como hidrantes, sprinklers ou sistemas de dilúvio (combate com água); Ausência ou falha de equipamentos móveis ou fixos para combate a incêndios como extintores portáteis (com agentes extintores Água, Pó químico, Dióxido de Carbono ou Pó especial classes ABC) ou sistemas fixos pressurizados. Pode ocorrer por falha nas inspeções periódicas, ausência de recargas ou por perda de pressão.
Ocorrência natural fortuita	Ocorrência de fenômenos da natureza, como maremotos ou tempestades.
Movimentação e apeamento de cargas inapropriadas	Falha no dimensionamento do plano de movimentação de cargas (plano de <i>rigging</i>).
Falha no sistema de lastro	Falha no sistema que mantém a estabilidade, balanço e integridade estrutural de uma embarcação. Geralmente o lastro das embarcações é preenchido com água, quando vazio e está água é esvaziada, quando o navio é carregado com cargas.
Não cumprimento do plano de ancoragem aprovado pela Petrobras	Descumprimento dos procedimentos impostos no plano de ancoragem, consistindo em falhas na disciplina operacional ou supervisão dos serviços.
Falha mecânica nos sistemas de ancoragem (incluindo cabos, âncoras etc)	Falhas derivadas de fadigas, corrosão prematura ou sobrecarga aos sistemas de ancoragem.
Dimensionamento incorreto do sistema de ancoragem (pequenas embarcações)	Ocorrência de falhas no dimensionamento das estruturas de ancoragem, favorecendo o rompimento e consequente desestabilização das embarcações.
Furo no casco	Evento no qual uma embarcação pode vir a pique, em função da entrada de água nos seus compartimentos internos, alternando a sua condição de flutuabilidade e centro de gravidade.

POSSÍVEIS CAUSAS	DESCRIÇÃO
Tombamento e/ou falha no apeamento de cargas	Falhas nos procedimentos ou dimensionamento equivocado dos equipamentos de carga, favorecendo o tombamento de toda a estrutura, incluindo a máquina de carga.

VII.3.4 - Descrição das Salvaguardas

Este item se dedica à apresentação das principais salvaguardas propostas de forma a prevenir as causas dos riscos associados ao afundamento de embarcação seguido de vazamento de óleo diesel (Tabela VII.3.4-1):

Tabela VII.3.4-1 – Descrição das salvaguardas propostas.

SALVAGUARDAS PROPOSTAS	DESCRIÇÃO
Utilizar materiais certificados e dimensionados corretamente	Garantir que serão evitados o uso de materiais fora de especificação técnica, improvisações e adaptações. Utilizar materiais adequados e específicos para a realização da atividade.
Capacitar as equipes	Garantir que os membros da equipe conhecem os riscos relativos a atividade, as condições e os padrões de execução da tarefa, incluindo os treinamentos legais previstos para realização da atividade.
Cumprir plano de manutenção e inspeção	Cumprir integralmente as manutenções preventivas, preditivas ou corretivas, previstas no plano de manutenção e inspeção. Garantir que as inspeções visuais ou especiais sejam realizadas. Esta salvaguarda visa atuar na prevenção a acidentes por falhas ou fadigas. Incrementa a confiabilidade e durabilidade de equipamentos e máquinas, sistemas ou processos em geral.
Atender ao plano de <i>rigging</i>	Garantir o cumprimento do dimensionamento contido no plano de "movimentação de cargas". Estes documentos levam em consideração, entre outras variáveis, o peso da carga, dimensões, necessidade do uso de eslingas especiais, pontos de ancoragem e o uso de guindastes.
Supervisionar atividades por TST	Garantir a presença de um profissional técnico de Segurança do Trabalho durante a execução das atividades, sendo tal requisito uma exigência contratual aos serviços a serem realizados.

SALVAGUARDAS PROPOSTAS	DESCRIÇÃO
Atender exigências contratuais relativas ao anexo de SMS	Os anexos de SMS contêm diversas recomendações para garantia de condições basilares quanto ao atendimento a normas nacionais ou internas da companhia. Dependendo do tipo de atividade, pode conter recomendações especiais e específicas, de modo a garantir o bom andamento dos trabalhos nos quesitos de Segurança, Meio Ambiente e Saúde. São exemplos de exigências contratuais a informação de acidentes ou incidentes ocorridos com pessoas, meio ambiente ou patrimônio, diretamente ao fiscal do contrato, a implementação de programas como o PPRA e PCMSO, a exigência de comprovação de cursos e treinamentos e ainda as comprovações de vínculos empregatícios e exames de aptidão para o trabalho.
Observar prévia das condições meteorológicas	As condições meteorológicas adversas como precipitação de chuvas, ocorrência de raios, baixa ou alta umidade relativa do ar, presença de fortes ventos podem comprometer a realização de determinadas atividades, como as que envolvem movimentação de carga, trabalho em redes energizadas, trabalhos em plataformas ou em campo aberto. Logo, a obtenção online e prévia dessas informações garante a não ocorrência de surpresas durante certas tarefas.
Aparelhamento e manutenção do sistema de proteção de descargas atmosféricas	Também conhecido como SPDA ou sistema "para-raios". Evita a ignição de produtos inflamáveis ou explosivos em áreas classificadas, evitando princípios de incêndio ou ainda eletrolessões. Incrementa a segurança de equipamentos sensíveis a variações de tensão e corrente, garantindo a sua integridade.
Cumprir recomendações da autoridade marítima	Cumprir as recomendações oriundas da autoridade marítima, por meio das normas ou inclusive recomendações adicionais de segurança.
Avaliar previamente o sedimento	Garantir que o sedimento suporte a estrutura de movimentação de carga. Evitar que equipamentos de elevação e movimentação de carga afundem, oscilem ou tombem durante a realização da atividade.
Controlar de acesso e serviços a quente	Tornar a área restrita ao acesso de pessoas, somente permitindo a entrada a profissionais treinados em técnicas de combate a incêndios (brigadistas ou bombeiros).

SALVAGUARDAS PROPOSTAS	DESCRIÇÃO
Cumprir condições impostas pela Análise de estabilidade das embarcações aprovado pela Petrobras	Para realização das atividades, as condições marítimas aceitáveis, serão impostas pela Petrobras, mediante acordo prévio com as autoridades náuticas e com a observância as boas práticas de navegação e realização de trabalhos de transferência de cargas.
Cumprir exigências contratuais pertinentes	Obedecer às cláusulas contratuais existentes nos processos de contratação de bens e serviços da companhia.
Cumprir plano de ancoragem aprovado pela Petrobras e/ou LV da embarcação	Antes da liberação de quaisquer embarcações a Petrobras aplica uma lista de verificação para avaliação da qualidade e conformidade de padrões de atendimento aos serviços previstos. Apenas embarcações aprovadas serão utilizadas no serviço.
Cumprir condições impostas pela Análise de estabilidade das embarcações aprovado pela Petrobras	Para realização das atividades, as condições marítimas aceitáveis, serão impostas pela Petrobras, mediante acordo prévio com as autoridades náuticas e com a observância as boas práticas de navegação e realização de trabalhos de transferência de cargas.
Observar previamente cartas náuticas	Observar antecipadamente a representação cartográfica de uma área náutica, visando identificar condições como relevo da costa, relevo aquático, além de outras edificações (portos etc), vegetação, infraestrutura e pontos relevantes da costa.
Cumprir SEA FASTENING aprovado pela PETROBRAS	Realizar o devido amarramento dos equipamentos à embarcação de modo a garantir sua segurança ao longo da viagem.

As salvaguardas descritas neste item somam-se às medidas mitigatórias propostas na seção VIII, onde serão apresentadas todas as ações, planos e programas responsáveis pela prevenção, correção, monitoramento e gerenciamento dos riscos e impactos ambientais do empreendimento.

VIII - MEDIDAS MITIGADORAS, COMPENSATÓRIAS, PROGRAMAS DE CONTROLE, MONITORAMENTO E GERENCIAMENTO DE RISCOS E ACIDENTES

Serão apresentados neste capítulo as medidas mitigatórias, compensatórias e os programas de controle, monitoramento e gerenciamento de riscos e acidentes, congregando assim todos os elos para a efetiva mitigação dos impactos e riscos identificados.

Todo o capítulo é estruturado com base no prognóstico das condições emergentes, atentando para a avaliação com e sem a implantação do empreendimento, como já apresentado nos capítulos VI e VII, e, portanto, relacionando as medidas mitigadoras com vistas a eliminar, minimizar ou compensar os possíveis impactos e riscos identificados.

O capítulo será dividido em duas seções: a VIII.1 tratará das Medidas Mitigadoras e Compensatórias e a VIII.2 descreverá os Programas de Controle, Monitoramento e Gerenciamento de Riscos e Acidentes.

As medidas mitigatórias recomendadas serão associadas a todos os aspectos e respectivos impactos reais e potenciais, das fases de instalação, operação e desativação, bem como ao fator ambiental (componente ambiental) afetado. Em seguida, essas medidas serão classificadas quanto ao carácter e eficácia, conforme abaixo:

Caráter da Medida Mitigadora

Preventiva – quando a ação resulta na prevenção da ocorrência total ou parcial do impacto ambiental negativo;

Corretiva – quando a ação resulta na correção total ou parcial do impacto ambiental negativo que já ocorreu.

Eficácia da Medida Mitigadora

Baixa – quando a ação não reduz o impacto ou resulta em redução irrelevante na avaliação final do impacto ambiental negativo;

Média – quando a ação resulta em redução parcial do impacto ambiental negativo;

Alta – quando a ação anula o impacto ou resulta em uma relevante redução na avaliação final do impacto ambiental negativo.

Quanto aos Programas de Controle, Monitoramento e Gerenciamento de Riscos e Acidentes, serão descritos o planejamento conceitual da implementação das medidas mitigatórias, bem como os demais componentes considerados necessários e integrantes do Sistema de Gestão Ambiental (SGA).

Também será efetuada, quando possível, a associação de programas já existentes na região de implantação do empreendimento, principalmente na PUB-3, aos propostos neste capítulo.

VIII.1 - Medidas Mitigadoras e Compensatórias

VIII.1.1 - Medidas Mitigadoras dos Impactos Reais

A seguir, nas Tabelas VIII.1.1-1 a VIII.1.1-3, estão apresentadas e classificadas todas as medidas mitigatórias recomendadas aos impactos reais do empreendimento, para as fases de instalação, operação e desativação, respectivamente.

A avaliação dos impactos reais da Planta Piloto não identificou a pertinência para aplicação de medida compensatória.

Tabela VIII.1.1-1 – Medidas Mitigadoras dos Impactos Ambientais Reais para a Fase de Instalação

Ação geradora de impacto	Fator Ambiental	Nº	Impacto	Medidas Mitigadoras Recomendadas	Caráter	Eficácia
Perfuração do fundo marinho com estacas para fixação das subestruturas	Sedimento	1	Alteração morfológica do fundo marinho	Será realizada uma campanha de inspeção do leito marinho (<i>pre lay survey</i>) em etapa anterior à perfuração do sedimento, visando garantir a não interferência em formações naturais sensíveis, além de evitar obstáculos naturais. Após a definição exata dos pontos de perfuração do sedimento, com base nos resultados da campanha de inspeção, serão elaborados e aplicados procedimentos operacionais com o objetivo de limitar, ao mínimo indispensável, a área de contato com o fundo marinho e a duração da atividade.	Preventiva	Média
	Bentos	2	Interferência na comunidade bentônica			
	Água	3	Alteração das características físico-químicas da água			
Geração de ruído subaquático devido à perfuração do fundo marinho	Néctons	4	Interferência na ictiofauna e de mamíferos marinhos	Será executado o Programa de Monitoramento Embarcado (PME), incluindo um monitor de biota nas embarcações durante a instalação, devendo as atividades serem interrompidas caso seja observada a aproximação de um mamífero marinho.	Preventiva	Alta
Sustentação do navio heavy-lift e	Sedimento	5	Alteração na qualidade do sedimento	A inspeção do leito marinho também servirá como base para o Plano de Ancoragem das embarcações (mostrando os locais isentos de vida marinha, onde	Preventiva	Média

Ação geradora de impacto	Fator Ambiental	Nº	Impacto	Medidas Mitigadoras Recomendadas	Caráter	Eficácia
ancoragem das embarcações	Bentos	6	Interferência na comunidade bentônica	poderá ancorar), que conterà uma sequência operacional de posicionamento e um conjunto completo de desenhos indicadores das posições das âncoras, cabos de ancoragem e das pernas do navio <i>heavy-lift</i> , durante todas atividades embarcadas. Para cada posicionamento será garantida a segurança da operação, respeitando as formações naturais sensíveis e as estruturas artificiais indicadas pela inspeção preliminar, onde não será permitido o fundeio.		
Assentamento do cabo submarino	Sedimento	7	Alteração na qualidade do sedimento	Será realizada uma campanha de inspeção do leito marinho (<i>pre lay survey</i>) em etapa anterior ao lançamento do cabo, visando garantir a não interferência em formações naturais sensíveis, além de evitar obstáculos naturais.	Preventiva	Média
	Bentos	8	Interferência na comunidade bentônica			
Geração de ruído subaquático devido ao fluxo de embarcações	Néctons	9	Interferência na ictiofauna e em mamíferos marinhos	Será executado o Programa de Monitoramento Embarcado (PME), incluindo um monitor de biota nas embarcações durante a instalação, devendo as atividades serem interrompidas caso seja observada a aproximação de um mamífero marinho.	Preventiva	Alta

Ação geradora de impacto	Fator Ambiental	Nº	Impacto	Medidas Mitigadoras Recomendadas	Caráter	Eficácia
Geração de efluentes e resíduos pelas embarcações	Água	10	Alteração das características físico-químicas da água	Deve-se garantir que a empresa contratada para executar a instalação possua em suas embarcações sistema de condicionamento, tratamento e destinação final dos resíduos orgânicos, dos efluentes sanitários e de águas servidas. É fundamental atender, especialmente, à Convenção MARPOL (73/78), à NORMAM 07, que trata da poluição no mar, à Resolução CONAMA nº 430/2011 e à Norma Técnica IBAMA nº 01/2011. Atender ao Programa de Controle da Poluição.	Preventiva	Média
	Plâncton	11	Interferência na comunidade planctônica			
Zona de exclusão de pesca	Atividade pesqueira	12	Interferência sobre atividade pesqueira	Todas as operações serão devidamente informadas ao serviço de Aviso aos Navegantes da Marinha do Brasil, de forma que todas as embarcações não envolvidas nas operações de instalação da Planta Piloto sejam orientadas a não se aproximar da área durante o período em que durar a atividade. Através do Programa de Comunicação Social da UO-RNCE, serão implementadas ações de comunicação antes, durante (caso necessário) e depois da instalação, perante as entidades representativas da classe pesqueira, informando cronograma, justificativa e escopo da atividade. Também será buscada a redução do período de instalação dos elementos do projeto.	Preventiva	Alta

Ação geradora de impacto	Fator Ambiental	Nº	Impacto	Medidas Mitigadoras Recomendadas	Caráter	Eficácia
Demanda por produtos e serviços	Comércio e serviços	13	Incremento no comércio e serviço	-	,	-

Tabela VIII.1.1-2 – Medidas Mitigadoras dos Impactos Ambientais Reais para a Fase de Operação

Ação geradora de impacto	Fator Ambiental	Nº	Impacto	Medidas mitigadoras	Caráter	Eficácia
Geração de ruído subaquático pelo aerogerador	Néctons	14	Interferência na ictiofauna e em mamíferos marinhos	Executar o Plano de Monitoramento do Ruído Subaquático, com o uso de hidrofones, de forma a monitorar o potencial efeito dos ruídos e vibrações sobre a comunidade nectônica e subsidiar a avaliação da aplicabilidade de medidas adicionais.	Preventiva	Média
Presença do cabo submarino no leito marinho	Bentos	15	Interferência na comunidade bentônica	A realização da campanha de inspeção do leito marinho (<i>pre lay survey</i>) em etapa anterior ao lançamento do cabo, garantirá a não interferência em formações naturais sensíveis.	Preventiva	Média
Presença das subestruturas submersas do aerogerador e da torre anemométrica	Bentos	16	Interferência na comunidade bentônica	Executar o Plano de Monitoramento da Fauna Marinha no entorno das subestruturas, de forma a monitorar o potencial efeito recife e subsidiar a avaliação da aplicabilidade de medidas adicionais.	Preventiva	Média
	Néctons	17	Interferência na ictiofauna, quelônios e em mamíferos marinhos			

Ação geradora de impacto	Fator Ambiental	Nº	Impacto	Medidas mitigadoras	Caráter	Eficácia
	Avifauna	18	Interferência na avifauna	Executar o Plano de Monitoramento da Avifauna, através de câmeras, de forma a monitorar o potencial efeito barreira e subsidiar a avaliação da aplicabilidade de medidas adicionais. Caso seja observada uma perturbação significativa sobre a avifauna, o movimento das pás do aerogerador pode ser interrompido através do sistema de operação remoto.	Preventiva	Média
Movimento das pás do aerogerador	Avifauna	19	Interferência na avifauna		Preventiva	Média
Zona de exclusão de pesca	Atividade pesqueira	20	Interferência sobre atividade pesqueira	Executar, através do Programa de Comunicação Social da UO-RNCE, a comunicação ao serviço de Aviso aos Navegantes da Marinha do Brasil e entidades pesqueiras.	Preventiva	Alta

Tabela VIII.1.1-3 – Medidas Mitigadoras dos Impactos Ambientais Reais para a Fase de Desativação

Ação geradora de impacto	Fator Ambiental	Nº	Impacto	Medidas mitigadoras	Caráter	Eficácia
Corte e remoção das subestruturas	Sedimento	21	Alteração morfológica do fundo marinho	Elaborar Plano de Desativação que contenha procedimentos operacionais com o objetivo de limitar, ao mínimo indispensável, a área de contato com o fundo marinho e a duração da atividade.	Preventiva	Média
	Bentos	22	Interferência na comunidade bentônica			
	Água	23	Alteração das características físico-químicas da água			
Geração de ruído subaquático durante a operação de corte e remoção das subestruturas	Néctons	24	Interferência na ictiofauna e de mamíferos marinhos	Será executado o Programa de Monitoramento Embarcado (PME), incluindo um monitor de biota nas embarcações durante a desativação, devendo as atividades serem interrompidas caso seja observada a aproximação de um mamífero marinho.	Preventiva	Alta
Sustentação do navio he-	Sedimento	25	Alteração na qualidade do sedimento	A inspeção do leito marinho também servirá como base para o Plano de Ancoragem das embarcações (mostrando os locais isentos de vida marinha, onde poderá	Preventiva	Média

Ação geradora de impacto	Fator Ambiental	Nº	Impacto	Medidas mitigadoras	Caráter	Eficácia
avy-lift e ancoragem das embarcações de apoio	Bentos	26	Interferência na comunidade bentônica	ancorar), que conterà uma sequência operacional de posicionamento e um conjunto completo de desenhos indicadores das posições das âncoras, cabos de ancoragem e das pernas do navio <i>heavy-lift</i> , durante todas atividades embarcadas. Para cada posicionamento será garantida a segurança da operação, respeitando as formações naturais sensíveis e as estruturas artificiais indicadas pela inspeção preliminar, onde não será permitido o fundeio.		
Remoção do cabo submarino	Sedimento	27	Alteração na qualidade do sedimento	Elaborar Plano de Desativação que contenha procedimentos operacionais com o objetivo de limitar, ao mínimo indispensável, a área de contato com o fundo marinho e a duração da atividade.	Preventiva	Alta
	Bentos	28	Interferência na comunidade bentônica			
Geração de ruído subaquático devido ao fluxo de embarcações	Néctons	29	Interferência na ictiofauna e em mamíferos marinhos	Será executado o Programa de Monitoramento Embarcado (PME), incluindo um monitor de biota nas embarcações durante a desativação, devendo as atividades serem interrompidas caso seja observada a aproximação de um mamífero marinho.	Preventiva	Alta
Geração de efluentes e resíduos pelas embarcações	Água	30	Alteração das características físico-químicas da água	Deve-se garantir que a empresa contratada para executar a desativação possua em suas embarcações sistema de acondicionamento, tratamento e destinação final dos resíduos orgânicos, dos efluentes sanitários e de águas	Preventiva	Alta

Ação geradora de impacto	Fator Ambiental	Nº	Impacto	Medidas mitigadoras	Caráter	Eficácia
	Plâncton	31	Interferência na comunidade planctônica	servidas. É fundamental atender, especialmente, à Convenção MARPOL (73/78), à NORMAM 07, que trata da poluição no mar, à Resolução CONAMA nº 430/2011 e à Norma Técnica IBAMA nº 01/2011. Atender ao Programa de Controle da Poluição.		
Zona de exclusão de pesca	Atividade pesqueira	32	Interferência sobre atividade pesqueira	Todas as operações serão devidamente informadas ao serviço de Aviso aos Navegantes da Marinha do Brasil, de forma que todas as embarcações não envolvidas nas operações de desativação da Planta Piloto sejam orientadas a não se aproximar da área durante o período em que durar a atividade. Serão implementadas ações de comunicação antes, durante (caso necessário) e depois da desativação, perante as entidades representativas da classe pesqueira, informando cronograma, justificativa e escopo da atividade. Também será buscada a redução do período das atividades	Preventiva	Alta
Demanda por produtos e serviços	Comércio e serviços	33	Incremento no comércio e serviço	-	-	-

VIII.1.2 - Medidas Mitigadoras dos Impactos Potenciais

A seguir, nas Tabelas VIII.1.2-1 a VIII.1.2-3, estão apresentadas e classificadas todas as medidas mitigatórias recomendadas aos impactos potenciais do empreendimento, para as fases de instalação, operação e desativação, respectivamente.

Tabela VIII.1.2-1 – Medidas Mitigadoras dos Impactos Ambientais Potenciais para a Fase de Instalação

Ação geradora de impacto	Fator Ambiental	Nº	Impacto	Medidas mitigadoras	Caráter	Eficácia
Vazamento de óleo combustível no mar pelas embarcações	Água	01	Alteração das características físico-químicas da água	Aplicar todas as salvaguardas propostas no item VII.3.4 para as atividades envolvendo embarcações: <ul style="list-style-type: none"> – Cumprir plano de manutenção e inspeção; – Atender ao plano de rigging; – Supervisionar atividades por TST; 	Preventiva	Alta
	Plânctons	02	Interferência na comunidade planctônica	<ul style="list-style-type: none"> – Atender exigências contratuais relativas ao anexo de SMS; – Observar prévia das condições meteorológicas; – Aparelhamento e manutenção do sistema de proteção de descargas atmosféricas; 		
	Néctons	03	Interferência na ictiofauna, quelônios e mamíferos marinhos	<ul style="list-style-type: none"> – Cumprir recomendações da autoridade marítima; – Avaliar previamente o sedimento marinho; – Controlar de acesso e serviços a quente; – Cumprir condições impostas pela Análise de estabilidade das embarcações aprovado pela Petrobras; – Cumprir exigências contratuais pertinentes; 		

Ação geradora de impacto	Fator Ambiental	Nº	Impacto	Medidas mitigadoras	Caráter	Eficácia
	Bentos	04	Interferência na comunidade bentônica	<ul style="list-style-type: none"> - Cumprir plano de ancoragem aprovado pela Petrobras e/ou LV da embarcação; - Cumprir condições impostas pela Análise de estabilidade das embarcações aprovado pela Petrobras; - Observar previamente cartas náuticas; - Cumprir SEA FASTENING aprovado pela PETROBRAS. 	Corretiva	Alta
	Avifauna	05	Interferência na avifauna	Acionar o Plano de Emergência para Vazamento de Óleo (PEVO) da empresa. A estrutura do PEVO está dimensionada e apta para conter manchas oleosas, evitando que está atinja ecossistemas sensíveis, identificados no Atlas de Sensibilidade Ambiental ao Óleo das Bacias marítimas do Ceará e Potiguar.		
	Zonas de Transição	06	Distúrbios em manguezais e praias			
	Recifes	07	Distúrbios em áreas recifais			
	Atividade pesqueira	08	Interferência sobre atividade pesqueira			
Introdução de espécies invasoras	Bentos	09	Interferência na comunidade bentônica	Como medida preventiva, as embarcações estarão com os cascos limpos, livres de bioincrustação e pintados com tinta antiin-	Preventivo	Alta

Ação geradora de impacto	Fator Ambiental	Nº	Impacto	Medidas mitigadoras	Caráter	Eficácia
	Néctons	10	Interferência na ictiofauna, quelônios e mamíferos marinhos	crustrantes, devidamente certificada pela Sociedade Classificadora, em atendimento a NORMAM 23/2007 DPC de Controle de Sistemas Antiincrustrantes Danosos em Embarcações.		
	Atividade pesqueira	11	Interferência sobre atividade pesqueira			
Tráfego de embarcações	Néctons	12	Abalroamento de fauna marinha	Será executado o Programa de Monitoramento Embarcado (PME), incluindo um monitor de biota nas embarcações durante a instalação, devendo as atividades serem interrompidas caso seja observada a aproximação de um mamífero marinho.	Preventivo	Alta

Tabela VIII.1.2-2 – Medidas Mitigadoras dos Impactos Ambientais Potenciais para a Fase de Operação

Ação geradora de impacto	Fator Ambiental	Nº	Impacto	Medidas mitigadoras	Caráter	Eficácia
Tráfego de embarcações <i>surfer landing</i>	Néctons	13	Abalroamento de fauna marinha	A empresa treinará a equipe de manutenção sobre os procedimentos específicos de navegação com a finalidade de evitar a ocorrência desse acidente.	Preventiva	Alta
Efeito de piloto para produção de energia eólica offshore	Atividades de comércio e serviços	14	Incremento das economias local, estadual e nacional	-	-	-

Tabela VIII.1.2-3 – Medidas Mitigadoras dos Impactos Ambientais Potenciais para a Fase de Desativação

Ação geradora de impacto	Fator Ambiental	Nº	Impacto	Medidas mitigadoras	Caráter	Eficácia
Vazamento de óleo combustível no mar pelas embarcações	Água	01	Alteração das características físico-químicas da água	Aplicar todas as salvaguardas propostas no item VII.3.4 para as atividades envolvendo embarcações: <ul style="list-style-type: none"> – Cumprir plano de manutenção e inspeção; – Atender ao plano de rigging; – Supervisionar atividades por TST; – Atender exigências contratuais relativas ao anexo de SMS; 	Preventiva	Alta
	Plânctons	02	Interferência na comunidade planctônica	<ul style="list-style-type: none"> – Observar prévia das condições meteorológicas; – Aparelhamento e manutenção do sistema de proteção de descargas atmosféricas; 		
	Néctons	03	Interferência na ictiofauna, quelônios e mamíferos marinhos	<ul style="list-style-type: none"> – Cumprir recomendações da autoridade marítima; – Avaliar previamente o sedimento marinho; – Controlar de acesso e serviços a quente; – Cumprir condições impostas pela Análise de estabilidade das embarcações aprovado pela Petrobras; – Cumprir exigências contratuais pertinentes; 		
	Bentos	04	Interferência na comunidade bentônica	<ul style="list-style-type: none"> – Cumprir plano de ancoragem aprovado pela Petrobras e/ou LV da embarcação; – Cumprir condições impostas pela Análise de estabilidade das embarcações aprovado pela Petrobras; – Observar previamente cartas náuticas; – Cumprir SEA FASTENING aprovado pela PETROBRAS. 		

Ação geradora de impacto	Fator Ambiental	N°	Impacto	Medidas mitigadoras	Caráter	Eficácia
	Avifauna	05	Interferência na avifauna	Acionar o Plano de Emergência para Vazamento de Óleo (PEVO) da empresa. A estrutura do PEVO está dimensionada e apta para conter manchas oleosas, evitando que está atinja ecossistemas sensíveis, identificados no Atlas de Sensibilidade Ambiental ao Óleo das Bacias marítimas do Ceará e Potiguar.	Corretiva	Alta
	Zonas de Transição	06	Distúrbios em manguezais e praias			
	Recifes	07	Distúrbios em áreas recifais			
	Atividade pesqueira	08	Interferência sobre atividade pesqueira			
Tráfego de embarcações	Néctons	12	Abalroamento de fauna marinha	Será executado o Programa de Monitoramento Embarcado (PME), incluindo um monitor de biota nas embarcações durante a desativação, devendo as atividades serem interrompidas caso seja observada a aproximação de um mamífero marinho.	Preventivo	Alta

VIII.2 - Programas de Controle, Monitoramento e Gerenciamento de Riscos e Acidentes

Esta seção está dividida em dois itens. O item VII.2.1 apresentará os planos e programas ambientais específicos da Planta Piloto Eólica Offshore. O item VII.2.2 apresentará os planos e programas regionais no âmbito de atuação da UO-RNCE (onde o Campo de Ubarana está inserido) que serão aproveitados pelo Sistema de Gestão Ambiental deste projeto.

VIII.2.1 - Planos e Programas Específicos da Planta Piloto

VII.2.1.1 - Plano de Gestão Ambiental

Justificativa

As ferramentas de gestão ambiental possibilitam o desenvolvimento de ações operacionais para a implantação e execução dos Programas Ambientais. Dessa forma, o empreendedor poderá se orientar em como criar uma estrutura gerencial, a partir dos planos e programas sugeridos, de modo que possa garantir as técnicas de mitigação, prevenção, proteção, manejo e recuperação ambiental, viabilizando a coexistência do empreendimento no ambiente em questão.

Os mecanismos de gerenciamento permitem ainda realizar o controle do licenciamento ambiental, a coordenação da implantação de todos os programas e planos sugeridos e fazer cumprir as normas e diretrizes aplicáveis. Consiste em inspecionar a implantação das medidas mitigadoras em todas as fases do empreendimento, desde a implantação até a desativação.

Dentro desse contexto, o Plano de Gestão Ambiental (PGA) ora proposto deverá realizar esse papel fundamental, por meio da adequada criação, operacionalização e retroalimentação de um acervo de informações e dados ambientais sistematizados, visando gerenciar as ações ambientais propostas para o empreendimento e permitir o acompanhamento das alterações na qualidade ambiental durante a sua vida útil.

Objetivos

No que tange aos objetivos gerais, o plano visa assegurar que os demais programas e planos ambientais sugeridos sejam devidamente cumpridos, de acordo com normas legais e técnicas, visando a proteção do meio ambiente, do empreendimento e da sociedade.

Já em relação aos objetivos específicos, têm-se:

- ✓ Estabelecer procedimentos e instrumentos técnico-gerenciais, para garantir a implementação das ações propostas nos planos ambientais, nas fases de implantação e operação do empreendimento;
- ✓ Estabelecer mecanismos de supervisão ambiental;
- ✓ Estabelecer mecanismos de acompanhamento das medidas de controle e/ou de mitigação dos impactos e riscos ambientais propostos nesse estudo;
- ✓ Atuar na seleção e formulação de documentação necessária para atendimento das exigências realizadas pelo IBAMA;
- ✓ Gerenciar a elaboração das exigências ambientais, a serem cumpridas pelas empresas executoras dos planos e programas, bem como supervisionar a execução das mesmas avaliando os seus efeitos;
- ✓ Realizar o monitoramento e avaliação constantes das ações previstas, através da aferição de um conjunto de indicadores previamente definidos;
- ✓ Manter a comunicação direta com IBAMA.

Público-alvo

- ✓ Equipe Técnica da PETROBRAS;
- ✓ Empresa contratada (prestadora de serviço) responsável pela execução das ações, planos e programas ambientais;
- ✓ Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis - IBAMA;

Metodologia

A metodologia para implantação deste plano foi desenvolvida para todas as fases do empreendimento (implantação e operação), a partir das seguintes etapas relacionadas a seguir:

- ✓ Estudo e análise da documentação pertinente, compreendendo o conteúdo de cada ação, plano e programa ambiental;
- ✓ Elaborar procedimentos que contemplem todas as exigências estabelecidas na documentação analisada;
- ✓ Elaboração, como primeira atividade, do plano de trabalho e o cronograma executivo do controle ambiental, envolvendo o conjunto de procedimentos e ações de acompanhamento e fiscalização (PETROBRAS);
- ✓ Previsão da aquisição de equipamentos, suprimentos e materiais necessários à realização dos trabalhos;
- ✓ Inspeção contínua para identificar possíveis inconformidades durante a execução das mesmas e garantir o cumprimento dos planos e programas ambientais sugeridos;
- ✓ Elaboração e aplicação de planos de treinamento, de educação ambiental, comunicação social e de proteção individual para os trabalhadores;
- ✓ Elaboração de relatório descritivo identificando todas as ações, planos e programas, além das possíveis não conformidades identificadas para controle do empreendedor;
- ✓ Elaboração de mapa temático identificando os locais de trabalho;
- ✓ Elaboração de relatório técnico contemplando uma ampla documentação fotográfica e o mapa de localização de cada atividade, apontando os indicadores e metas alcançadas para serem entregues no órgão ambiental.

Atendimento a requisitos legais ou outros que venham a ser considerados relevantes

- ✓ ISO 14.0001 - Sistema de Gestão Ambiental
- ✓ Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981 - Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências;

- ✓ Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998 - Dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente, e dá outras providências.

Relações com as medidas mitigadoras

O Plano de Gestão Ambiental relaciona-se com todas as medidas mitigadoras apresentadas neste estudo, por meio do gerenciamento, acompanhamento e fiscalização da execução das ações, planos e programas previstos.

VII.2.1.2 - Plano de Monitoramento da Fauna Marinha

Propõe-se um plano de monitoramento da fauna marinha que abranja a área diretamente afetada pelas subestruturas, de forma a monitorar o potencial efeito recife.

Justificativa

O potencial efeito recife das subestruturas do aerogerador e da torre anemométrica por organismos marinhos deverá ser estudado durante a fase de operação do projeto. Este estudo de monitoramento permitirá esclarecer a existência de impacto nas comunidades marinhas.

Objetivos

- ✓ Calcular índices de biodiversidade;
- ✓ Calcular a densidade de organismos.

Público-alvo

- ✓ Equipe Técnica da PETROBRAS;
- ✓ Empresa contratada (prestadora de serviço) responsável pela execução das ações, planos e programas ambientais;
- ✓ Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis - IBAMA;

Metodologia

Para monitorar a fauna marinha é recomendada a realização de campanhas trimestrais de aquisição de material fotográfico e de vídeo das comunidades que habitam as subestruturas. A continuidade deste plano de monitoramento deve ser avaliada no final dos três primeiros anos de monitoramento. Se for considerado necessário, este período deverá ser estendido até cinco anos após a instalação.

O uso desse método não-destrutivo permitirá inspecionar a evolução da colonização das subestruturas. As campanhas de aquisição de material fotográfico e de vídeo deverão ser realizadas ao longo das subestruturas, desde a superfície até à sua profundidade máxima. As filmagens devem ser realizadas a uma velocidade lenta para obter imagens com a melhor qualidade e definição possíveis. As espécies observadas devem ser identificadas e contabilizadas (incluindo bentos, nectons, quelônios e mamíferos marinhos).

Em cada campanha realizada, deve ser calculada a densidade de organismos bentônicos e nectônicos e analisada de acordo com o gradiente de profundidade e com a variabilidade espacial e temporal através da realização de análise estatística (ANOVA). Devem ainda ser calculados índices de biodiversidade que permitirão a comparação com as populações características da fauna marinha da região e a existência de padrões de colonização. Estes parâmetros devem ser analisados através do uso de métodos de estatística multivariada.

Relação com as medidas mitigadoras

O programa se relaciona ao monitoramento da fauna marinha, especialmente relacionados com o potencial efeito recife das subestruturas.

Justificativa

Tendo em conta a lacuna de informação sobre a interferência dos aerogeradores na avifauna, propõe-se que seja implementado um plano de monitoramento.

Objetivos

- ✓ Caracterizar as espécies de aves nas proximidades do aerogerador;
- ✓ Avaliar as potenciais interações entre as aves e o aerogerador no sentido de identificar e avaliar eventuais impactos provocados pela operação do projeto.

Público-alvo

- ✓ Equipe Técnica da PETROBRAS;
- ✓ Empresa contratada (prestadora de serviço) responsável pela execução das ações, planos e programas ambientais;
- ✓ Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis - IBAMA;

Metodologia

Para avaliar e monitorar esses possíveis impactos de âmbito local no aerogerador, propõe-se a utilização de sistemas de câmeras que possam detectar a ocorrência de colisões diretas de aves com a estrutura, bem como o comportamento de voo ao se aproximarem do equipamento. Esse tipo de abordagem metodológica tem sido utilizado em alguns parques eólicos marinhos estrangeiros, muito embora essa tecnologia ainda careça de maior desenvolvimento.

Como a Planta Piloto Eólica Offshore é fruto de um projeto de pesquisa e desenvolvimento, entende-se que a utilização de sistemas de monitoramento de aves por meio de câmeras é adequada a esse contexto, uma vez que seria a sua primeira utilização no Brasil e uma oportunidade de aprendizado para a indústria e o órgão ambiental.

O monitoramento da avifauna deverá iniciar logo após as obras de implantação, possibilitando o acompanhamento das dinâmicas das populações dos diferentes grupos faunísticos com interface ao empreendimento. Será apresentado, posteriormente, um projeto específico para o detalhamento da abordagem metodológica para atendimento ao Programa de Monitoramento da Avifauna.

A investigação e monitoramento de aves compreende amostragens de abundância e distribuição e a avaliação da eventual probabilidade de colisão com o aerogerador e torre anemométrica através da análise das alturas de voo das espécies que se distribuem na área.

Recomenda-se que a avaliação de abundância e distribuição seja efetuada trimestralmente. A continuidade deste plano de monitoramento deve ser avaliada no final dos três primeiros anos de monitoramento. Se for considerado necessário, este período deverá ser estendido até cinco anos após a instalação.

Relação com as medidas mitigadoras

O plano se relaciona ao monitoramento da avifauna, proposto em função dos impactos da movimentação das pás do aerogerador sobre este fator ambiental, avaliados no capítulo VII.

VII.2.1.3 - Plano de Monitoramento do Ruído Subaquático

Justificativa

O ambiente acústico submarino é influenciado por vários sons naturais e antropogênicos. A variação originada por fatores antropogênicos é principalmente causada pelo tráfego marítimo da operação no campo petrolífero de Ubarana (PUB-3). Durante a implantação e operação da Planta Piloto, é esperada sua contribuição, ainda que em baixa escala, para alteração da paisagem acústica subaquática.

Objetivo

Este plano tem como objetivo caracterizar o ruído introduzido no ambiente submarino pelo aerogerador durante a instalação e operação do empreendimento e avaliar o seu potencial impacto nos organismos sensíveis.

Público-alvo

- ✓ Equipe Técnica da PETROBRAS;
- ✓ Empresa contratada (prestadora de serviço) responsável pela deste plano;
- ✓ Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis – IBAMA.

Metodologia

O plano será executado através da instalação de hidrofones para caracterização dos níveis de base da paisagem acústica local e regional antes do empreendimento, durante sua instalação e após um ano de efetiva operação. Dessa maneira será possível avaliar quais são os níveis de ruídos subaquáticos atualmente existentes na área e os níveis que serão atingidos durante a fase de instalação e operação da Planta Piloto.

Nestas campanhas, o ruído ambiente subaquático será monitorizado por um período de 24 horas consecutivas (10 minutos em cada hora). Sugere-se que nas amostragens acústicas sejam utilizados dois hidrofones, com capacidade para registrar sinais acústicos na banda de frequência entre os 20 Hz e 150 kHz +/- 3dB, com uma resolução de 16 bits. Em geral os sinais acústicos são registrados na memória do equipamento em formato .wav, ou seja, em formato bruto, sendo o processamento dos dados efetuado à posteriori. No início de cada campanha deverá ser registrada a hora, as variáveis ambientais (perfil de temperatura e salinidade da coluna de água) e a posição de ancoragem do equipamento. No momento da recolha dos hidrofones, deverão ser registrados os mesmos parâmetros.

Os locais propostos para o monitoramento, bem como especificações mais detalhadas sobre a configuração dos equipamentos serão encaminhados posteriormente sob a forma de um projeto específico para atendimento ao Plano de Monitoramento de Ruídos Subaquáticos.

Os dados recolhidos deverão ser analisados através dos programas específicos (por exemplo PAMGuide; Merchant et al. 2015) com recurso a funções e *scripts* desenvolvidos para o efeito, de forma a obter o espectro de energia, o espectro em bandas de 1/3 de oitava (importante para o cruzamento desta informação com as frequências usadas pelos mamíferos marinhos na área), o nível de pressão sonora em banda larga e o espectrograma. Os percentis 50 e 95 serão também

calculados de forma a poder caracterizar o ambiente acústico quanto ao tipo de fontes que para ele contribuem. Ao longo da análise dos ficheiros, deverá ser registada a ocorrência de outros sons, como por exemplo, embarcações e animais.

Os dados de caracterização do ruído emitido pelo aerogerador deverão ser cruzados com as curvas de sensibilidade existentes para as espécies de mamíferos marinhos identificadas na área, de forma a avaliar o impacto do ruído adicional introduzido pelo projeto nestes organismos.

Relações com as medidas mitigadoras

O Plano de Monitoramento do Ruído Subaquático relaciona-se os impactos relacionados à fauna marinha, provocados pela geração de ruídos subaquáticos oriundos da perfuração do sedimento (instalação) e da operação do aerogerador.

VII.2.1.4 - Programa de Educação Ambiental dos Trabalhadores (PEAT)

Introdução

O Programa de Educação Ambiental para Trabalhadores (PEAT) visa contribuir para a “construção de valores sociais, conhecimentos, habilidades, atitudes e competências voltadas para a conservação do meio ambiente, bem de uso comum do povo, essencial à sadia qualidade de vida e sua sustentabilidade”. Este programa pretende criar atitudes e boas práticas de responsabilidade social junto aos trabalhadores, conscientizando-os de seu papel ativo na minimização dos impactos potenciais da atividade, fazendo com que atuem de maneira proativa e responsável em relação ao meio ambiente onde se insere a atividade.

Justificativa

A criação de programas/projetos de Educação Ambiental dos Trabalhadores, vinculados aos processos de licenciamento, visa à melhoria da gestão integrada de meio ambiente, de maneira que os trabalhadores percebam as consequências dos impactos associados ao empreendimento e se habilitem a intervir de modo qualificado.

Objetivos

- ✓ Propiciar a sensibilização dos trabalhadores focando a informação sobre a necessidade da coleta seletiva de resíduos sólidos;
- ✓ Contribuir no aprimoramento dos conhecimentos dos trabalhadores no que se refere às ações e procedimentos a serem adotados nas emergências ambientais;
- ✓ Desenvolver conhecimentos quanto às questões socioambientais locais, regionais e globais;

Público Alvo

Considera-se como público-alvo a força de trabalho envolvida na instalação do empreendimento.

Metodologia

A metodologia do PEAT está estruturada em ações educativas de participação individual e coletiva. Para o universo deste PEAT propõe-se a aplicação conjunta de diferentes ferramentas metodológicas, como dinâmicas de grupo, exposições dialogadas, estudos de caso, experiências de campo (para as atividades realizadas no trecho terrestre), entre outras.

O PEAT deverá esclarecer aos trabalhadores a importância do empreendimento, informar a respeito dos impactos ambientais causados área diretamente afetada, sobre a interface com os pescadores e difundir os planos de emergência marítimos.

Os principais temas a serem abordados nas palestras, assim como sua respectiva carga horária encontram-se apresentados no Quadro VIII.2.1.4-1.

Quadro VIII.2.1.4-1 - Conteúdo Programático do PEAT

PALESTRAS		
MÓDULOS	TEMA	DURAÇÃO
Módulo I	<ul style="list-style-type: none">• Atividade de Integração• O Empreendimento e os Impactos causados no meio ambiente• Meio Ambiente (físico, biológico e social) no qual o empreendimento está inserido.• Cuidados necessários à instalação, no que diz respeito às interferências com a atividade pesqueira no mar.	- 02 horas
Módulo II	<ul style="list-style-type: none">• Legislação ambiental e normas técnicas pertinentes ao empreendimento• Gerenciamento de Resíduos• Possíveis acidentes e situações de emergência• Atividade de Integração e Discussão.	- 02 horas

Relações com as medidas mitigadoras

O PEAT possui inter-relação com os demais planos e programas ambientais, uma vez que aborda temas sobre gerenciamento de resíduos e efluentes, procedimentos em caso de emergências ambientais, entre outros.

VII.2.1.5 - Programa de Gerenciamento de Riscos e Acidentes (PGRA)**Introdução**

O Plano de Gerenciamento de Riscos e Acidentes (PGRA) visa a gestão dos riscos sociais e ambientais decorrentes da instalação e operação da Planta Piloto Eólica Offshore, através da identificação de possíveis cenários acidentais e implementação de estratégias para atuação, caso esses cenários se concretizem.

A incorporação de medidas de prevenção e mitigação desde a fase de planejamento do empreendimento possibilitará a minimização dos riscos e prevenção da ocorrência de acidentes.

Justificativa

A identificação e o gerenciamento dos riscos auxiliam no correto direcionamento dos recursos para sua prevenção, mitigação e/ou compensação, tendo em vista a possibilidade de ocorrência de acidentes socioambientais e a necessidade de prevenir falhas e minimizar as consequências dos cenários acidentais.

Assim, a implantação deste Programa se justifica pela necessidade de que as atividades de instalação e operação sejam executadas com a maior segurança possível para o meio ambiente e para os trabalhadores envolvidos, mantendo-se os riscos dentro de níveis gerenciáveis.

De acordo com as informações levantadas no diagnóstico ambiental e na identificação dos riscos e impactos ambientais, torna-se necessário o Gerenciamento de Riscos, a fim de apresentar medidas de contingência para possíveis acidentes.

Objetivos

O PGR tem como principal objetivo consolidar e apresentar de forma breve e objetiva cada uma das medidas previstas a fim de prevenir e mitigar a ocorrência de acidentes com consequências ambientais durante a implementação do empreendimento, que possam colocar em risco a integridade física dos trabalhadores, a segurança da população da região e o meio ambiente, sistematizando as ações necessárias à minimização de impactos significativos durante as atividades. Assim, para sua efetividade, o PGR contempla os procedimentos necessários à prevenção de acidentes, através do gerenciamento dos principais aspectos e impactos relativos às atividades previstas.

Como objetivos específicos, este programa complementar a identificação dos riscos apresentada na seção VII.3, procedendo à avaliação detalhada de todos os riscos levantados:

- ✓ Complementar a identificação dos riscos elencados na seção VII.3, assim como suas possíveis causas;
- ✓ Classificar os cenários de acordo com sua frequência de ocorrência e severidade (em função do grau API do produto, do volume vazado e do ambiente atingido), de modo a propiciar a classificação dos riscos;

- ✓ Definir medidas preventivas e mitigadoras abrangendo todos os riscos identificados, em conformidade com a convenção MARPOL 73/78;
- ✓ Definir estrutura, responsabilidades e ações necessárias para atendimento de emergências ambientais, em procedimentos específicos.

Público Alvo

Todos os trabalhadores e colaboradores envolvidos, diretamente e indiretamente, na instalação do empreendimento.

Metodologia

Para avaliação dos riscos e acidentes ambientais e do trabalho, associados à instalação da Planta Piloto Eólica Offshore, deve ser utilizada a técnica de Análise Preliminar de Perigos (APP) ou Análise Preliminar de Riscos (APR), em que trata de uma técnica qualitativa para identificar perigos e cenários acidentais de uma determinada atividade, bem como para avaliar riscos, analisar salvaguardas existentes e propor medidas preventivas e/ou mitigadoras adicionais, quando aplicável.

A seguir, são descritos diversos elementos que compõem o Programa de Gerenciamento de Riscos e Acidentes para a implantação e operação do empreendimento:

- Capacitação de Recursos Humanos

A capacitação de recursos humanos é um item de fundamental importância no âmbito do Programa de Gerenciamento de Riscos, que visa garantir que os trabalhadores sejam plenamente capacitados para desempenhar suas funções e estejam permanentemente atualizados para o desenvolvimento de suas atividades.

A capacitação e a conscientização dos empregados serão realizadas por meio de:

- ✓ Treinamentos nos procedimentos operacionais e de SMS;
- ✓ Diálogo de Segurança, Meio Ambiente e Saúde - DSMS;
- ✓ Treinamento de todos os empregados e/ou contratados novos, enfatizando a Educação Ambiental dos trabalhadores;
- ✓ Simulados do Plano de Ação de Emergências;

- Procedimento de Abastecimento de Combustíveis

A operação de abastecimento das embarcações, caso necessário, será realizado através de um profissional na estação de abastecimento, equipado com um rádio VHF / UHF, outro profissional responsável por abrir e fechar a válvula, além de verificar se há vazamentos. Por fim, um último irá monitorar o sistema de sondagem de abastecimento remoto ou inspecionar o tanque manualmente, caso necessário. Durante o abastecimento, o fluxo de combustível será reduzido.

Durante o abastecimento, os mangotes serão monitorados constantemente e a comunicação por rádio entre o convés das embarcações e a embarcação de fornecimento de combustível será mantida. Caso um mangote se rompa ou qualquer outro vazamento de óleo ocorra, todas as bombas serão desligadas e todas as válvulas serão fechadas imediatamente. No caso de derramamento de óleo no mar oriundo do abastecimento, é necessário que seja imediatamente reportado ao capitão da embarcação e que sejam seguidos os procedimentos do manual de SOPEP.

- Planos de Emergência das Embarcações

Cada embarcação possui plano para atendimento de situações emergenciais conforme norma da autoridade marítima. São disponibilizados nas embarcações alguns recursos para atendimento emergencial, entre eles os Kit SOPEP.

- Procedimento de registro e investigação das causas do acidente

Este procedimento tem por objetivo estabelecer os requisitos para a identificação de todos os elementos que contribuíram para a ocorrência da anomalia, a fim de se buscarem mecanismos e ações com vistas à prevenção de futuras ocorrências.

Todas as recomendações resultantes do processo de investigação são implementadas e divulgadas de modo que situações futuras e similares sejam evitadas.

- Procedimento de Manutenção e Inspeção

As inspeções periódicas são realizadas nas máquinas e equipamentos, com o objetivo de garantir a correta operação dos mesmos. Isto é checado através de inspeções de campo e aplicação periódica de Listas de Verificação (LV).

Os programas de inspeção e manutenção e testes dos sistemas de segurança (alarmes, sensores) são gerenciados a bordo através da emissão de ordens de manutenção periódicas;

O reparo de um item ou equipamento é feito pela equipe de executantes das especialidades de mecânica, elétrica e/ou instrumentação, supervisionado pelos respectivos Coordenadores. Estes, são os responsáveis por: orientar tecnicamente a execução; dimensionar os recursos materiais necessários e reservá-los quando disponíveis a bordo; garantir a qualidade do serviço; analisar a ocorrência, na busca de sua causa primária e das possíveis ações preventivas que possam ser adotadas, com o propósito de evitar a sua repetição.

- Análise e Revisão dos Riscos e Análise Preliminar do Perigo

Para as atividades críticas que possa impactar a segurança do trabalhador, operacional e requisitos ambientais (por exemplo, abastecimento de máquinas e equipamentos, movimentação de cargas etc.), são elaboradas APRs específicas para a atividade, sendo amplamente divulgada para os envolvidos na atividade através de treinamentos específicos.

Cada APR a ser realizada deverá contemplar suas medidas específicas de prevenção / mitigação.

Relações com as medidas mitigadoras

Este programa deverá trabalhar de forma integrada com o Programa de Educação Ambiental para os Trabalhadores e Plano de Gestão Ambiental. Entretanto, a maior relação deste programa é na prevenção dos cenários de acidente associados aos impactos ambientais potenciais e aos riscos ambientais, identificados no capítulo VII.

VII.2.1.6 - Programa de Controle de Poluição (PCP)

O Programa de Controle da Poluição (PCP), a ser implementado durante a fase de instalação do empreendimento, é composto por dois Subprogramas:

- Subprograma I - Gerenciamento de Resíduos;
- Subprograma II - Gerenciamento de Efluentes Líquidos;

Subprograma I - Gerenciamento de Resíduos

Introdução

Este Subprograma apresenta as principais diretrizes para o correto gerenciamento dos resíduos gerados durante a fase de instalação, de forma a minimizar eventuais impactos ambientais significativos advindos desses aspectos.

Justificativa

O gerenciamento dos resíduos constitui um conjunto de recomendações e procedimentos que visam traçar as diretrizes para o manejo, a disposição final e a redução da geração de resíduos, de forma a minimizar ou evitar os seus impactos ambientais, além de apresentar fundamental importância no contexto em que é inserido, uma vez que atua com a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) que institui a obrigatoriedade de destinação adequada de todo tipo de resíduo e a atualização de mecanismos previstos, tais como a logística reversa, responsabilidade compartilhada e análise do ciclo de vida de produtos, além da Política Estadual de Resíduos Sólidos.

Público Alvo

Empreendedor, trabalhadores envolvidos na instalação da Planta Piloto e Órgão Ambiental licenciador.

Metodologia

Os itens a seguir apresentam o detalhamento metodológico a ser seguido para o gerenciamento dos resíduos previstos na fase de instalação do empreendimento:

- a) Premissas Básicas do Gerenciamento dos Resíduos
- ✓ Redução: substituição dos materiais utilizados, alterações tecnológicas, mudanças nos procedimentos, de modo a reduzir a geração de resíduos;
 - ✓ Reutilização: substituição de itens descartáveis por reutilizáveis, tais como baterias recarregáveis, de modo a evitar a geração de resíduos e custos com sua disposição;
 - ✓ Reciclagem: reuso ou reutilização de resíduos, que não puderem ser reduzidos na fonte, cujos constituintes apresentam valor econômico e tragam vantagens como: conservação dos recursos naturais, redução na quantidade de resíduos lançados no meio ambiente, fonte de renda adicional, redução de custos com transporte, tratamento e disposição final dos resíduos.

Os geradores dos resíduos deverão ter como objetivo prioritário a não geração de resíduos e, secundariamente, a redução, a reutilização, a reciclagem e, por fim, a destinação final dos mesmos.

- b) Identificação dos Pontos de Geração dos Resíduos

Deverão ser identificados previamente os principais resíduos gerados e seu local de descarte

- c) Classificação dos Resíduos

A classificação dos resíduos será efetuada de acordo com as seguintes normas:

- ✓ ABNT NBR n° 10.004/2004 - classifica os resíduos sólidos quanto aos seus riscos potenciais ao meio ambiente e à saúde pública;
- ✓ Resolução CONAMA n° 307/2002 e suas alterações - Estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil, bem como sua classificação;

- ✓ Resolução CONAMA n° 358/2005 - classifica os resíduos sólidos dos serviços de saúde.

Os resíduos deverão ser identificados, coletados e segregados, de acordo com a sua classificação, conforme estipulada na norma da ABNT NBR 10.004/2004 e nas Resoluções CONAMA n° 307/2002 (resíduos da construção civil) e 358/05 (resíduos de serviço de saúde). De acordo com a norma ABNT NBR n° 10.004/2004 os resíduos sólidos são classificados em:

- ✓ Classe I - Resíduos perigosos: São aqueles que apresentam periculosidade, ou seja, risco à saúde pública ou ao meio ambiente, quando manuseados ou destinados de forma incorreta; como lâmpadas fluorescentes e óleos usados, ou apresentam uma das seguintes características: Inflamabilidade; Corrosividade; Reatividade; Toxicidade e Patogenicidade.
- ✓ Classe IIA - Resíduos não inertes: São aqueles que não se enquadram nas classificações de Resíduos Classe I ou IIB. Podem ter propriedades próprias, como: combustibilidade, biodegradabilidade ou solubilidade em água. Como exemplos desses materiais, podem-se citar madeira, papel e papelão.
- ✓ Classe IIB - Resíduos inertes: São quaisquer que, quando amostrados e submetidos a um contato com água destilada, não tiverem nenhum de seus constituintes solubilizados e concentrações superiores aos padrões de potabilidade da água. Como exemplos desses materiais, podem ser citados rochas, tijolos, vidros e certos plásticos e borrachas, que não são decompostos prontamente.

A identificação e codificação dos resíduos perigosos deverão ser feitas de acordo com as especificidades de cada produto, por meio de consulta aos anexos da Norma NBR 10.004/2004.

Os resíduos de construção civil são classificados, segundo a Resolução CONAMA n° 307/2002, em: Classe A, Classe B, Classe C e Classe D, conforme segue:

- ✓ Classe A - São os resíduos reutilizáveis ou recicláveis como agregados, tais como:

- De construção, demolição, reformas e reparos de pavimentação e de outras obras de infraestrutura, inclusive solos provenientes de terraplanagem;
- De construção, demolição, reformas e reparos de edificações: componentes cerâmicos (tijolos, blocos, telhas, placas de revestimento, etc.), argamassa e concreto;
- De processo de fabricação e/ou demolição de peças pré-moldadas em concreto (blocos, tubos, meios-fios, etc.) produzidas nos canteiros de obras.
- ✓ Classe B - São os resíduos recicláveis para outras destinações, tais como: plásticos, papel/papelão, metais, vidros e madeiras.
- ✓ Classe C - São os resíduos para os quais não foram desenvolvidas tecnologias ou aplicações economicamente viáveis que permitam a sua reciclagem/recuperação, tais como os produtos oriundos do gesso.
- ✓ Classe D - São resíduos perigosos, tais como: tintas, solventes, óleos, pilhas e baterias, lâmpadas fluorescentes, hospitalares, entre outros, ou aqueles contaminados com perigosos ou prejudiciais à saúde, oriundos de demolições, reformas e reparos de instalações industriais e outros, bem como materiais que contenham amianto ou outros produtos nocivos.

De acordo com a Resolução CONAMA nº 358/2005, os resíduos sólidos originários dos serviços de saúde são classificados em: Grupo A, Grupo B, Grupo C e Grupo D, conforme segue:

- ✓ Grupo A - Resíduos com a possível presença de agentes biológicos que, por suas características de maior virulência ou concentração, podem apresentar risco de infecção. Estes são ainda subdivididos em: A1, A2, A3, A4 e A5.
- ✓ Grupo B - Resíduos contendo substâncias químicas que podem apresentar risco à saúde pública ou ao meio ambiente, dependendo de suas características de inflamabilidade, corrosividade, reatividade e toxicidade.
- ✓ Grupo C - Quaisquer materiais resultantes de atividades humanas que contenham radionuclídeos em quantidades superiores aos limites

de eliminação especificados nas normas da CNEM - Comissão Nacional de Energia Nuclear e para os quais a reutilização é imprópria ou não prevista.

- ✓ Grupo D - Resíduos que não apresentem risco biológico, químico ou radiológico à saúde ou ao meio ambiente, podendo ser equiparados aos resíduos domiciliares.
- ✓ Grupo E - Materiais perfurocortantes ou escarificantes, tais como agulhas, lâminas de bisturis, ampolas de vidro, vidraria de laboratório e outros similares.

d) Manuseio dos Resíduos

Todo manuseio envolvendo resíduos deverá ser realizado por pessoal devidamente treinado e qualificado de acordo com a função desenvolvida, sendo necessária a utilização de alguns equipamentos de proteção individual (EPI) adequados às tarefas realizadas.

e) Segregação dos Resíduos

Esta etapa consiste em segregar os resíduos levando em consideração a compatibilidade química entre os mesmos, de modo a evitar reações indesejáveis que resultem em consequências adversas ao homem, como por exemplo, geração de calor, fogo ou explosão, geração de fumos e gases tóxicos, geração de gases inflamáveis e volatilização de substâncias tóxicas ou inflamáveis.

Os resíduos gerados nas embarcações serão recolhidos e segregados de acordo com as classes a que pertencem, segundo a NBR N° 10.004/2004 e a Resolução CONAMA N° 307/2002 e suas alterações.

Os resíduos de pilhas, baterias e embalagens de produtos químicos, serão segregados à parte dos demais resíduos.

Após a segregação, os resíduos serão transferidos para os respectivos pontos de armazenamento, respeitando a compatibilidade entre produtos.

f) Acondicionamento dos Resíduos

Durante o armazenamento a bordo, os resíduos perigosos devem ser acondicionados em recipientes que resistam ao material poluente. Deve-se primar para que os recipientes estejam posicionados de forma que seu conteúdo não venha a constituir riscos à tripulação e visitantes, bem como ao ambiente marinho. Deve-se

cuidar, também, para que os resíduos recicláveis não sejam contaminados por óleo e/ou produtos químicos.

Para os resíduos, devem ser instalados coletores para promover e facilitar a separação desses resíduos pela tripulação. Os coletores devem ser posicionados em locais de fácil acesso e distribuídos de forma a contemplar os diversos pontos de geração.

Cada coletor deve apresentar a cor correspondente ao tipo de resíduo que nele deve estar contido, de acordo com o código de cores preconizado na Resolução CONAMA no 275/2001. Além da cor, cada coletor deve ter a identificação do tipo de resíduo, escrito em língua portuguesa. Quando couber, deve ser usada, nessa identificação, além da língua portuguesa, língua estrangeira condizente com a compreensão dos estrangeiros. Caso o coletor contenha saco plástico, onde o resíduo é colocado para o futuro transporte e desembarque, o saco plástico a ser utilizado deve ser, ou transparente, ou da cor correspondente ao respectivo coletor.

Todas as unidades e embarcações devem proceder à segregação de resíduos, independentemente da existência de metas de redução de geração e de disposição final.

O acondicionamento de resíduos infectocontagiosos perfuro-cortantes deve ser realizado em embalagens específicas para este fim, tais como caixas específicas para coleta desse tipo de resíduo.

O acondicionamento de lâmpadas fluorescentes usadas, para posterior descarte, deve se dar em recipientes que proporcionem segurança para quem manuseia e que não representem risco de contaminação ao meio ambiente.

Quaisquer resíduos gerados durante a atividade, ou dela decorrentes, não podem ser queimados a céu aberto.

Caso a empresa opte pela incineração a bordo, deve comprovar que atende ao estabelecido no Anexo VI da MARPOL (em vigor no país por meio do Decreto Legislativo nº 499, de 2009) e, adicionalmente, a todos os requisitos dispostos na Resolução CONAMA nº 316/2002. Assim, a incineração a bordo somente poderá ocorrer depois que houver aprovação pelo IBAMA do uso do incinerador.

g) Coleta dos Resíduos

As atividades de coleta e transporte marítimo de resíduos devem ser realizadas por embarcações certificadas pela autoridade marítima. Os resíduos devem

ser pesados a cada desembarque ou nos locais de armazenamento temporário, de onde são transportados para posterior disposição final.

As embalagens utilizadas para desembarque e transporte de resíduos (tais como big bags, caçambas e demais) devem estar identificadas pelo tipo de resíduo que contêm e pelo nome da unidade marítima ou embarcação geradora dos respectivos resíduos. A identificação deve se dar em língua portuguesa, mesmo que haja a identificação em língua estrangeira.

h) Armazenamento Temporário dos Resíduos

O armazenamento temporário pode ser realizado por unidades marítimas, embarcação, bases de apoio, terminal portuário ou empresa que faz a guarda de resíduos para que, posteriormente, sejam dispostos por outra empresa.

É recomendado que seja armazenada a menor quantidade possível de resíduos e também durante o menor tempo possível em unidades marítimas.

i) Transporte dos Resíduos

As atividades de coleta e transporte marítimo de resíduos devem ser realizadas por embarcações certificadas pela autoridade marítima.

Os resíduos devem ser pesados a cada desembarque ou nos locais de armazenamento temporário, de onde são transportados para posterior disposição final.

As embalagens utilizadas para desembarque e transporte de resíduos, tais como big bag, caçambas e tanques de rejeitos líquidos, devem estar identificadas pelo tipo de resíduo que contêm e pelo nome da unidade marítima ou embarcação geradora dos respectivos resíduos. A identificação deve se dar em língua portuguesa, mesmo que haja a identificação em língua estrangeira.

j) Tratamento dos Resíduos

Os resíduos que, por inviabilidade técnica não puderem ser reciclados ou recuperados deverão sofrer um tratamento adequado antes de serem dispostos, sendo que a escolha do tratamento deverá levar em consideração a que menor impacto causar ao meio ambiente, conforme a seguinte ordem de prioridade:

- ✓ Tratamentos que promovam o tratamento energético;
- ✓ Outros tratamentos;
- ✓ Disposição final em aterros.

Somente empresas licenciadas pelos órgãos competentes e/ou de controle ambiental local devem ser contratadas para o tratamento e disposição final de resíduos.

k) Disposição Final dos Resíduos

Para as atividades realizadas em embarcações é permitido o descarte de resíduos alimentares no mar.

A partir de uma distância de 3 milhas náuticas da costa, esse descarte pode ser feito por embarcações dedicadas ou não ao empreendimento.

Destaca-se, no entanto, que a cada descarte, deve ser feita a pesagem dos resíduos alimentares. A pesagem deve ser feita em equipamento que confira precisão aos resultados apurados e os dados devem ser incluídos nos registros do Programa de Controle de Poluição.

A disposição final dos demais resíduos (aqueles que não se enquadram como resíduos alimentares) deve ocorrer em terra. Nesse caso tais resíduos devem ser acondicionados conforme apresentado anteriormente, quantificados seguindo as orientações do PCP e transportados para terra de maneira apropriada, onde deve ser encaminhado para aterros licenciados e habilitados.

l) Controle

A geração, o recebimento e a disposição final dos resíduos devem ser controlados através da emissão Manifesto de Resíduos. Os resíduos alimentares que forem lançados ao mar também devem ser incluídos no registro do Programa de Controle de Poluição.

O Empreendedor deverá garantir, através de cláusula contratual e do acompanhamento das atividades, que as empreiteiras ou empresas subcontratadas adotem os procedimentos prescritos neste Subprograma.

O gerenciamento dos resíduos deve apresentar rastreabilidade desde a geração (a bordo ou em terra) até a disposição final, incluindo as informações sobre o descarte no mar e sobre as emissões atmosféricas.

As cópias dos documentos comprobatórios sobre o descarte e sobre as emissões, devem permanecer sob a guarda da empresa e devem ser encaminhadas ao IBAMA somente quando solicitadas. Dentre os documentos de controle do PCP destacam-se:

- ✓ Manifestos e fichas de controle de resíduos; inclusive em meio digital;

- ✓ Licenças ambientais (ou autorizações), emitidas pelos órgãos ambientais estaduais, das empresas participantes do PCP (para transporte de resíduos e para todo tipo de armazenamento temporário e de disposição final).
- ✓ Licenças ambientais e planos de gerenciamento de resíduos de portos, terminais portuários e outros locais de desembarque de resíduos.
- ✓ Contratos ou cartas de comprometimento das empresas participantes do PCP como receptoras de resíduos.
- ✓ Laudos de laboratórios constando análises de efluentes líquidos.
- ✓ Resultados do monitoramento e registros de manutenção dos equipamentos de bordo.
- ✓ Livros de registro de óleo e documentos assemelhados.
- ✓ Registro fotográfico das ações de implementação do PCP. Deve constar desse registro, o número de fotos necessário para ilustrar cada uma das ações (coleta de resíduos na unidade ou embarcação; transporte marítimo; desembarque no porto ou na instalação de apoio; armazenamento temporário; embarque nos caminhões de transporte terrestre; transporte terrestre; chegada à disposição final).
- ✓ Quaisquer outros documentos que permitam comprovar as informações prestadas pela empresa ou esclarecer aspectos sobre a implementação do PCP.

Relações com as medidas mitigadoras

Este programa se relaciona com as medidas mitigatórias do impacto sobre a qualidade da água e comunidade planctônica, advindos da geração de efluentes e resíduos pelas embarcações.

Subprograma II - Gerenciamento de Efluentes Líquidos

Introdução

Este Subprograma apresenta as principais diretrizes para o correto gerenciamento dos efluentes líquidos gerados durante a fase de instalação, de forma a minimizar eventuais impactos ambientais significativos advindos desses aspectos.

Justificativa

Durante a implantação do empreendimento haverá a geração de efluentes nas embarcações os quais deverão receber tratamentos distintos e destinação final adequada.

O gerenciamento dos efluentes líquidos constitui um conjunto de recomendações e procedimentos que visam conservar a qualidade ambiental dos recursos hídricos e do solo através de diretrizes, procedimentos e metodologias que avaliem a implantação e execução das atividades, sob os aspectos de eficiência e sucesso do controle dos efluentes.

Objetivos

Estabelecer as diretrizes e procedimentos operacionais para orientar a geração, segregação, coleta, armazenamento temporário e disposição final do resíduo gerados na fase de instalação do empreendimento.

Público Alvo

Empreendedor, trabalhadores envolvidos na instalação da Planta Piloto e Órgão Ambiental licenciador.

O Subprograma ainda abrange a atuação de órgãos ambientais municipais, estaduais e federais; órgãos vinculados ao saneamento e vigilância sanitária; e organizações não governamentais.

Metodologia

Os itens a seguir apresentam o detalhamento metodológico a ser seguido para o gerenciamento dos efluentes líquidos previstos na fase de instalação do empreendimento.

a) Identificação dos Pontos de Geração de Efluentes Líquidos

Os pontos de geração de efluentes líquidos devem ser previstos na fase instalação do empreendimento, bem como sua origem, forma de acondicionamento e destinação final adequadas.

b) Efluente Sanitário

As embarcações deverão contar com sistema de coleta dos efluentes e tratamento de efluente conforme necessidade e considerando-se que:

- ✓ Os efluentes não poderão ser descartados abaixo da distância de 3 milhas náuticas da costa.
- ✓ Os efluentes de embarcação podem ser descartados a uma distância entre 3 e 12 milhas náuticas da costa somente depois de passarem por sistema de tratamento.
- ✓ Os efluentes de embarcação podem ser descartados acima de 12 milhas náuticas da costa, com a embarcação em movimento.
- ✓ Os efluentes de unidades marítimas, podem ser descartados a partir de uma distância de 3 milhas náuticas da costa, somente depois de passarem por sistema de tratamento.

O descarte de efluentes das embarcações deve ser feito após medição e registro do volume descartado, o que deve ser feito com equipamento apropriado. Os dados devem ser incluídos nos registros do Programa de Controle de Poluição.

Os parâmetros qualitativos deverão ser medidos em condição operacional padrão do sistema de tratamento, a seguir:

- ✓ Na entrada e na saída do sistema de tratamento: DQO e DBO;
- ✓ Na saída do sistema de tratamento: TOG; coliformes totais; pH; cloro livre; compostos organoclorados (incluem clorobenzenos, dicloroetano, tricloroetano, clorofórmio, tetracloroeto de carbono, PCBs).

Destaca-se que o lodo residual proveniente do tratamento desses efluentes, caso existente, deve ser encaminhado para disposição final em terra.

c) Efluente Oleoso

Para o caso das embarcações, a água de convés e de áreas sujas (oriunda de casa de máquinas, por exemplo) podem ser descartadas desde que o teor de óleos e graxas (TOG) seja igual ou inferior a 15 ppm.

O descarte de efluentes das embarcações deve ser feito após medição e registro do volume descartado, o que deve ser feito em equipamento que confira precisão aos resultados apurados. Os dados devem ser incluídos nos registros do Programa de Controle de Poluição.

d) Controle e Registros

Todas as atividades planejadas para o subprograma, bem como eventuais desvios, condições anormais de parada e partida, incidentes e acidentes deverão registrados em documento próprio, com cópias mantidas nos locais de trabalho e nas centrais específicas de gerenciamento.

Os efluentes gerados e tratados deverão ser inventariados contendo, no mínimo, as seguintes informações:

- ✓ Atividades realizadas e efluentes gerados;
- ✓ Tipo, quantidade e classificação do resíduo;
- ✓ Locais e formas de armazenamento;
- ✓ Destinação final.

O gerenciamento dos efluentes deve apresentar rastreabilidade desde a geração até a disposição final. As cópias dos documentos comprobatórios sobre o descarte devem permanecer sob a guarda da empresa. Dentre os documentos de controle e registro destacam-se:

- ✓ Manifestos e fichas de controle de efluentes (inclusive em meio digital);
- ✓ Licenças ambientais (ou autorizações) das empresas de transporte de efluentes, armazenamento temporário e de disposição final;
- ✓ Licenças ambientais e planos de gerenciamento de efluentes de portos, terminais portuários e outros locais de desembarque de resíduos;
- ✓ Contratos ou cartas de comprometimento das empresas receptoras de efluentes;
- ✓ Laudos de laboratórios constando análises de efluentes líquidos;
- ✓ Resultados do monitoramento e registros de manutenção dos equipamentos de bordo;
- ✓ Livros de registro de óleo e documentos assemelhados;
- ✓ Resultados de análises de TOG do efluente oleoso, eventualmente realizadas;

- ✓ Registro fotográfico das ações de implementação do gerenciamento de efluentes;
- ✓ Quaisquer outros documentos que permitam comprovar as informações prestadas pela empresa ou esclarecer aspectos sobre a implementação do deste subprograma.

Relações com as medidas mitigadoras

Este programa se relaciona com as medidas mitigatórias do impacto sobre a qualidade da água e comunidade planctônica, advindos da geração de efluentes e resíduos pelas embarcações.

VIII.2.2 - Planos e Programas Regionais da UO-RNCE

VII.2.2.1 - Plano de Comunicação Social

Introdução

O Programa de Comunicação Social (PCS) visa atenuar os impactos sociais decorrentes da instalação do empreendimento.

Justificativa

O Programa de Comunicação Social (PCS) justifica-se pela necessidade de garantir a comunicação entre o empreendedor e os segmentos possivelmente afetados pelas atividades de instalação, principalmente em vista da restrição temporária de áreas para a atividade pesqueira e em função de movimentações e manobras de embarcações para a instalação dos elementos do Projeto. Quando necessário, a comunicação com as entidades pesqueiras durante a operação do empreendimento também será efetuada via PCS.

Objetivos

Este Programa tem como objetivo principal criar um canal de comunicação com os segmentos possivelmente afetados pela instalação e operação do empreendimento, que garantam diálogo entre o empreendedor e seu público-alvo.

Informar as rotas das embarcações utilizadas na implantação do empreendimento e a zona de exclusão da atividade pesqueira, a fim de evitar perdas e danos nos petrechos de pesca

Relações com as medidas mitigadoras

O Programa de Comunicação Social oferece suporte a todos os demais programas ambientais propostos, divulgando suas características e operando a comunicação entre o empreendedor e os sujeitos presentes na área de estudo local do

projeto. Mas ele será especialmente relevante como medidas preventivas dos impactos sobre a atividade pesqueira avaliados no capítulo VII.

VII.2.2.2 - Projeto de Monitoramento do Desembarque Pesqueiro

Justificativa

Este Programa busca compreender a dinâmica da atividade pesqueira das comunidades litorâneas no âmbito da UO-RNCE.

Relações com as medidas mitigadoras

O Programa de Monitoramento do Desembarque Pesqueiro será importante para atestar a não interferência da implantação da Planta Piloto na atividade pesqueira dos quatro municípios da área de estudo.

VII.2.2.3 - Plano de Emergência para Vazamento de Óleo (PEVO)

Justificativa

A estrutura do PEVO está dimensionada e apta para conter manchas oleosas, evitando que esta atinja ecossistemas sensíveis, identificados no Mapa de Vulnerabilidade Ambiental e no Atlas de Sensibilidade Ambiental ao Óleo das Bacias marítimas do Ceará e Potiguar.

Relações com as medidas mitigadoras

O PEVO está relacionado às medidas corretivas correspondentes aos impactos potenciais do projeto, cujo aspecto ambiental é o vazamento de óleo pelas embarcações.

IX - CONCLUSÃO

Tendo em vista o potencial eólico da costa brasileira, o presente projeto visa avaliar a viabilidade da geração de energia eólica offshore no país. Caso os resultados sejam promissores, a Planta Piloto poderá contribuir para o desenvolvimento de mais uma fonte de energia renovável e com baixos impactos ambientais.

Definição da rota final

A escolha da rota final do empreendimento considerou a localização de maior viabilidade ambiental e econômica, em função da maior distância em relação aos bancos carbonáticos, menor sobreposição com rotas de embarcações e aeronaves e possibilidade de interligação à PUB-03 com um cabo submarino de menor comprimento. Essa escolha observou as informações constantes nos estudos de caracterização geológica e geotécnica e as informações constantes no Sistema de Gerenciamento de Obstáculos (SGO) da PETROBRAS.

A rota final considerou como alternativa tecnológica de subestrutura a jaqueta fixada através da perfuração de estacas, considerando a disponibilidade comercial das subestruturas analisadas, a estimativa atual do perfil geotécnico do subsolo marinho e a experiência anterior da Petrobras na região do campo de Ubarana. Cabe enfatizar que essa alternativa também proporciona menor impacto ambiental sobre o fundo marinho, quando comparada com as demais subestruturas analisadas.

Interferências mais relevantes no meio ambiente

As principais interferências no meio ambiente a serem causadas pelo empreendimento estão relacionadas à alteração morfológica do sedimento marinho, ao possível efeito barreira do movimento das pás do aerogerador na avifauna, à percepção de ruídos subaquáticos pelo nécton e ao efeito recife provocado pela presença das subestruturas. A estes impactos, assim como aqueles decorrentes de cenários acidentais, foram associadas medidas mitigatórias e programas ambientais, de forma a permitir a sua prevenção e mitigação. Outra oportunidade acrescentada por este projeto, é a possibilidade de monitorar e conhecer as principais

interferências associadas a esse novo tipo de empreendimento, em uma escala de potencial de impactos ao meio ambiente bastante reduzida.

Conclusão sobre a viabilidade ambiental do projeto

Por fim, de acordo com as avaliações ambientais contidas no presente estudo, que associaram as características do empreendimento, as medidas mitigadoras, os programas ambientais de responsabilidade da Petrobras, bem como as características do meio onde o mesmo será implantado, é atestada ao Instituto Brasileiro de Meio Ambiente e Recursos Naturais Renováveis (IBAMA) a viabilidade ambiental deste empreendimento, estando assegurados todos os procedimentos técnicos e legais de controle e preservação socioambiental.

X - BIBLIOGRAFIA

ABDEL-RAHMAN, S.M., ABDEL-FATTAH, S., HELAL, M.A. **Vibration generated due to pile driving in water and soil**. 1st International Operational Modal Analysis Conference (IOMAC), Copenhagen, Denmark, April 26-27, 2005.

ALPINA BRIGGS/PETROBRAS, 2002. **Carta de sensibilidade ambiental para derramamento de óleo UN-RNCE** - CDA Guamaré, Relatório Preliminar, São Paulo, 71pp.

AMSA - AUSTRALIAN MARINE SCIENCES ASSOCIATION. **Marine e Everything in Between Extremes**. The AMSA-NZMSS - The conference was the 49th Annual Conference for the Australian Marine Sciences Association Inc, was held in Hobart, Tasmania from 1-5 July 2012. Disponível em: <https://www.amsa.asn.au/2012-hobart>. Acesso em: 10 de Abr. 2019

ANP – Agência Nacional do Petróleo. 2016. **Plano de Desenvolvimento Aprovado Reunião de Diretoria nº 849 de 22/06/2016 - Resolução nº 475/2016**. Disponível em: http://www.anp.gov.br/images/planos_desenvolvimento/Ubarana.pdf. acessado em 10 de abril de 2019.

ASHLEY, M.C., MANGI, S.C., RODWELL, L.D. **The potential of offshore wind-farms to act as marine protected areas – A systematic review of current evidence**. Marine Policy, 45, 301-309, 2014.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 04: **Serviços Especializados em Eng. de Segurança e em Medicina do Trabalho**. Disponível em: https://enit.trabalho.gov.br/portal/images/Arquivos_SST/SST_NR/NR-04.pdf. Acesso em: 13 Jun. 2019

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 06: **Equipamentos de Proteção Individual – EPI**. Disponível em: https://enit.trabalho.gov.br/portal/images/Arquivos_SST/SST_NR/NR-06.pdf. Acesso em: 13 Jun. 2019

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 07: **Programas de Controle Médico de Saúde Ocupacional**. Disponível em: https://enit.trabalho.gov.br/portal/images/Arquivos_SST/SST_NR/NR-07.pdf. Acesso em: 13 Jun. 2019

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 09: **Programas de Prevenção de Riscos Ambientais**. Disponível em: https://enit.trabalho.gov.br/portal/images/Arquivos_SST/SST_NR/NR-09.pdf. Acesso em: 13 Jun. 2019

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 10: **Segurança em Instalações e Serviços em Eletricidade**. Disponível em: https://enit.trabalho.gov.br/portal/images/Arquivos_SST/SST_NR/NR-10.pdf. Acesso em: 13 Jun. 2019

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 11: **Transporte, Movimentação, Armazenagem e Manuseio de Materiais**. Disponível em: https://enit.trabalho.gov.br/portal/images/Arquivos_SST/SST_NR/NR-11.pdf. Acesso em: 13 Jun. 2019

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 15: **Atividades e Operações Insalubres**. Disponível em: https://enit.trabalho.gov.br/portal/images/Arquivos_SST/SST_NR/NR-15.pdf. Acesso em: 13 Jun. 2019

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 16: **Atividades e Operações Perigosas**. Disponível em: https://enit.trabalho.gov.br/portal/images/Arquivos_SST/SST_NR/NR-16.pdf. Acesso em: 13 Jun. 2019

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 23: **Proteção Contra Incêndios**. Disponível em: https://enit.trabalho.gov.br/portal/images/Arquivos_SST/SST_NR/NR-23.pdf. Acesso em: 13 Jun. 2019

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 24: **Condições Sanitárias e de Conforto nos Locais de Trabalho**. Disponível em: https://enit.trabalho.gov.br/portal/images/Arquivos_SST/SST_NR/NR-24.pdf. Acesso em: 13 Jun. 2019

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 25: **Resíduos Industriais**. Disponível em: https://enit.trabalho.gov.br/portal/images/Arquivos_SST/SST_NR/NR-25.pdf. Acesso em: 13 Jun. 2019

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 26: **Sinalização de Segurança**. Disponível em: https://enit.trabalho.gov.br/portal/images/Arquivos_SST/SST_NR/NR-26.pdf. Acesso em: 13 Jun. 2019

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 27: **Registro Profissional do Técnico de Segurança do Trabalho no MTB**. Disponível em: https://enit.trabalho.gov.br/portal/images/Arquivos_SST/SST_NR/NR-27.pdf. Acesso em: 13 Jun. 2019

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 28: **Fiscalização e Penalidades**. Disponível em: https://enit.trabalho.gov.br/portal/images/Arquivos_SST/SST_NR/NR-28.pdf. Acesso em: 13 Jun. 2019

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 35: **Trabalho em Altura**. Disponível em: https://enit.trabalho.gov.br/portal/images/Arquivos_SST/SST_NR/NR-35.pdf. Acesso em: 13 Jun. 2019

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 6023: **Informação e documentação: Referências**. Rio de Janeiro, p. 24. 2002.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 10151: **Avaliação do ruído em áreas habitadas, visando o conforto da comunidade - Procedimento**. Rio de Janeiro, p. 04. 2000.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 10152: **Níveis de ruído para conforto acústico**. Rio de Janeiro, p. 04. 1987.

AZEVEDO Jr. S.M., LARRAZÁBAL M.E., PENA O., 2004. **Aves aquáticas de ambientes antrópicos (salinas) do Rio grande do Norte, Brasil**. in: Branco J.O.

(Org.), Aves marinhas e insulares brasileiras: bioecologia e conservação, p. 255-266. a38 ed., UNiVaLi, Itajaí, SC, v.1.

BATISTA, J.L.D.; OLIVEIRA, EJ. 2012 **Vilegiatura Marítima e Urbanização em Tibau/RN**. In: IX Seminário da Associação Nacional Pesquisa e Pós-Graduação em Turismo, 2012 – Universidade Anhembí Morumbi - São Paulo. Disponível em: <https://www.anptur.org.br/anais/anais/files/9/56.pdf>. Acessado em 17 de abril de 2019.

BRASIL. [Constituição Federal 1988]. **Constituição da República Federativa do Brasil**. Organizado por Cláudio Brandão de Oliveira. Rio de Janeiro: Roma Victor, 2002.

BRASIL. [Decreto n.º 85, de 11 de Abril de 1991]. **Convenção Internacional sobre Busca e Salvamento Marítimos**. Disponível em <http://pesquisa.in.gov.br/imprensa/jsp/visualiza/index.jsp?jornal=1&pagina=1&data=12/04/1991>. Acesso em: 13 Jun. 2019

BRASIL. [Decreto n.º 1.413, de 31 de Julho de 1975]. **Controle da poluição do meio ambiente provocada por atividades industriais**. Disponível em http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Decreto-Lei/1965-1988/Del1413.htm. Acesso em: 13 Jun. 2019

BRASIL. [Decreto n.º 2.508, de 04 de Março de 1998]. **Convenção Internacional para a Prevenção da Poluição Causada por Navios**. Disponível em http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/D2508.htm. Acesso em: 13 Jun. 2019

BRASIL. [Decreto n.º 2.519, de 16 de Março de 1988]. **Convenção sobre Diversidade Biológica**. Disponível em http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/D2519.htm. Acesso em: 13 Jun. 2019

BRASIL. [Decreto n.º 3.842, de 13 de Junho de 2001]. **Convenção Interamericana para a Proteção e a Conservação das Tartarugas Marinhas**. Disponível em http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/2001/D3842.htm. Acesso em: 13 Jun. 2019

BRASIL. [Decreto n.º 3.939, de 26 de Setembro de 2001]. **Comissão Interministerial para os Recursos do Mar (CIRM)**. Disponível em http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/2001/D3939impresao.htm. Acesso em: 13 Jun. 2019

BRASIL. [Decreto n.º 4.136, de 20 de Fevereiro de 2002]. **Especificação das sanções aplicáveis às infrações às regras de pre-venção, controle e fiscalização da poluição causada por lançamento de óleo e outras substâncias nocivas ou perigosas em águas sob jurisdição nacional**. Disponível em http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/2002/D4136.htm. Acesso em: 13 Jun. 2019

BRASIL. [Decreto n.º 4.810, de 19 de Agosto de 2003]. **Normas para operação de embarcações pesqueiras nas zonas brasileiras de pesca, alto mar e por meio de acordos internacionais**. Disponível em http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/2003/D4810.htm. Acesso em: 13 Jun. 2019

BRASIL. [Decreto n.º 4.871, de 06 de Novembro de 2003]. **Instituição dos Planos de Áreas para o combate à poluição por óleo em águas sob jurisdição nacional**. Disponível em http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/2003/D4871.htm. Acesso em: 13 Jun. 2019

BRASIL. [Decreto n.º 5.208, de 17 de Setembro de 2004]. **Acordo Quadro sobre Meio Ambiente do Mercosul**. Disponível em http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Ato2004-2006/2004/Decreto/D5208.htm. Acesso em: 13 Jun. 2019

BRASIL. [Decreto n.º 5.098, de 03 de Junho de 2004]. **Plano Nacional de Prevenção, Preparação e Resposta Rápida a Emergências Ambientais com Produtos Químicos Perigosos - P2R2**. Disponível em http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Ato2004-2006/2004/Decreto/D5098.htm. Acesso em: 13 Jun. 2019

BRASIL. [Decreto n.º 5.300, de 07 de Dezembro de 2004]. **Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro - PNGC**. Disponível em http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Ato2004-2006/2004/Decreto/D5300.htm. Acesso em: 13 Jun. 2019

BRASIL. [Decreto n.º 5.377, de 23 de Fevereiro de 2005]. **Aprova a Política Nacional para os Recursos do Mar (PNRM)**. Disponível em http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Ato2004-2006/2005/Decreto/D5377.htm. Acesso em: 13 Jun. 2019

BRASIL. [Decreto n.º 5.758, de 13 de Abril de 2006]. **Plano Estratégico Nacional de Áreas Protegidas - PNAP**. Disponível em http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Ato2004-2006/2006/Decreto/D5758.htm. Acesso em: 13 Jun. 2019

BRASIL. [Decreto n.º 6.511, de 17 de Julho de 2008]. **Anexos da Convenção sobre Prevenção da Poluição Marinha Causada pelo Alijamento no Mar de Resíduos**. Disponível em http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Ato2007-2010/2008/Decreto/D6511.htm. Acesso em: 13 Jun. 2019

BRASIL. [Decreto n.º 6.514, de 22 de Julho de 2008]. **Infrações e sanções administrativas ao meio ambiente, estabelece o processo administrativo federal para apuração destas infrações**. Disponível em http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/ato2007-2010/2008/decreto/d6514.htm. Acesso em: 13 Jun. 2019

BRASIL. [Decreto n.º 7.804, de 18 de Julho de 1989]. **Política Nacional do Meio Ambiente**. Disponível em http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L7804.htm. Acesso em: 13 Jun. 2019

BRASIL. [Decreto n.º 8.127, de 22 de Outubro de 2013]. **Plano Nacional de Contingência para Incidentes de Poluição por Óleo em Águas sob Jurisdição Nacional, altera o Decreto nº 4.871, de 6 de novembro de 2003**. Disponível em http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Ato2011-2014/2013/Decreto/D8127.htm. Acesso em: 13 Jun. 2019

BRASIL. [Decreto n.º 8.345, de 13 de Novembro de 2014]. **Convenção Internacional sobre Controle de Sistemas Anti-incrustantes Danosos em Navios, adotada pela Organização Marítima Internacional**. Disponível em http://www.planalto.gov.br/CCIVIL_03/Ato2011-2014/2014/Decreto/D8345.htm. Acesso em: 13 Jun. 2019

BRASIL. [Decreto n.º 87.566, de 16 de Dezembro de 1982]. **Convenção sobre Prevenção da Poluição Marinha por Alijamento de Resíduos e outras Matérias.** Disponível em http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/1980-1989/1980-1984/D87566.htm. Acesso em: 13 Jun. 2019

BRASIL. [Decreto n.º 98.145, de 15 de Setembro de 1989]. **Plano de Levantamento da Plata-forma Continental Brasileira.** Disponível em http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/1980-1989/D98145.htm. Acesso em: 13 Jun. 2019

BRASIL. [Lei Complementar n.º 140, de 08 de Dezembro de 2011]. **Fixa normas, nos termos dos incisos III, VI e VII do caput e do parágrafo único do art. 23 da Constituição Federal, para a cooperação entre a União, os Estados, o Distrito Federal e os Municípios nas ações administrativas decorrentes do exercício da competência comum relativas à proteção das paisagens naturais notáveis, à proteção do meio ambiente, ao combate à poluição em qualquer de suas formas e à preservação das flores-tas, da fauna e da flora.** Disponível em http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/lcp/lcp140.htm. Acesso em: 13 Jun. 2019

BRASIL. [Lei Federal n.º 5.197, de 03 de Janeiro de 1967]. **Proteção à fauna.** Disponível em http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L5197compilado.htm. Acesso em: 13 Jun. 2019

BRASIL. [Lei Federal n.º 6.803 de 02 de Julho de 1980]. **Diretrizes básicas para o zoneamento industrial nas áreas críticas de poluição.** Disponível em http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L6803.htm. Acesso em: 13 Jun. 2019

BRASIL. [Lei Federal n.º 6.938, de 31 de Agosto de 1981]. **Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação.** Disponível em http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L6938compilada.htm. Acesso em: 13 Jun. 2019

BRASIL. Lei Federal n.º 7.661, de 16 de Maio de 1988]. **Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro.** Disponível em http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L7661.htm. Acesso em: 13 Jun. 2019

BRASIL. [Lei Federal n.º 8.001, de 13 de Março de 1990]. **Definição de percentuais da distribuição da compensação financeira de que trata a Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989.** Disponível em http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L8001compilado.htm. Acesso em: 13 Jun. 2019

BRASIL. [Lei Federal n.º 8.617, 04 de Janeiro de 1993]. **Dispõe sobre o mar territorial, a zona contígua, a zona econômica exclusiva e a plataforma continental brasileiros.** Disponível em http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L8617.htm. Acesso em: 13 Jun. 2019

BRASIL. [Lei Federal 8.987, de 13 de Fevereiro de 1995]. **Regime de concessão e permissão da prestação de serviços públicos previsto no art. 175 da Constituição Federal.** Disponível em http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L8987compilada.htm. Acesso em: 13 Jun. 2019

BRASIL. [Lei Federal n.º 9.427, de 26 de Dezembro de 1996]. **Institui a Agência Nacional de Energia Elétrica - ANEEL, disciplina o regime das concessões de serviços públicos de energia elétrica e dá outras providências.** Disponível em http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L9427compilada.htm. Acesso em: 13 Jun. 2019

BRASIL. [Lei Federal n.º 9.605, de 12 de Fevereiro de 1998]. **Sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente.** Disponível em http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9605.htm. Acesso em: 13 Jun. 2019

BRASIL. [Lei Federal n.º 9.748, de 07 de Agosto de 1997]. **Dispõe sobre a política energética nacional, as atividades relativas ao monopólio do petróleo, institui o Conselho Nacional de Política Energética e a Agência Nacional do Petróleo e dá outras providências.** Disponível em http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L9478compilado.htm. Acesso em 13 Jun. 2019

BRASIL. [Lei Federal n.º 9.795, de 27 de Abril de 1999]. **Educação ambiental, institui a Política Nacional de Educação Ambiental.** Disponível em http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9795.htm. Acesso em: 13 Jun. 2019

BRASIL. [Lei Federal n.º 9.966, de 28 de Abril de 2000]. **Dispõe sobre a prevenção, o controle e a fiscalização da poluição causada por lançamento de óleo e outras substâncias nocivas ou perigosas em águas sob jurisdição nacional.** Disponível em http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L9966.htm. Acesso em: 13 Jun. 2019

BRASIL. [Lei Federal n.º 9.991, de 24 de Julho de 2000]. **Realização de investimentos em pesquisa e desenvolvimento e em eficiência energética por parte das empresas concessionárias, permissionárias e autorizadas do setor de energia elétrica.** Disponível em http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L9991.htm. Acesso em: 13 Jun. 2019

BRASIL. [Lei Federal n.º 9.993, de 24 de Julho de 2000]. **Destina recursos da compensação financeira pela utilização de recursos hídricos para fins de geração de energia elétrica e pela exploração de recursos minerais para o setor de ciência e tecnologia.** Disponível em http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L9993.htm. Acesso em: 13 Jun. 2019

BRASIL. [Lei Federal n.º 10.295, de 17 de Outubro de 2001]. **Política Nacional de Conservação e Uso Racional de Energia.** Disponível em http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/LEIS_2001/L10295.htm. Acesso em: 13 Jun. 2019

BRASIL. [Lei Federal n.º 10.848, de 15 de Março de 2004]. **Comercialização de energia elétrica, altera as Leis nos 5.655, de 20 de maio de 1971, 8.631, de 4 de março de 1993, 9.074, de 7 de julho de 1995, 9.427, de 26 de dezembro de 1996, 9.478, de 6 de agosto de 1997, 9.648, de 27 de maio de 1998, 9.991, de 24 de julho de 2000, 10.438, de 26 de abril de 2002.** Disponível em http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Ato2004-2006/2004/Lei/L10.848compilado.htm. Acesso em: 13 Jun. 2019

BRASIL. [Lei Federal n.º 10.973, de 02 de Dezembro de 2004]. **Incentivos à inovação e à pesquisa científica e tecnológica no ambiente produtivo.** Disponível em http://www.planalto.gov.br/CCIVIL_03/Ato2004-2006/2004/Lei/L10.973.htm#. Acesso em: 13 Jun. 2019

BRASIL. [Lei Federal n.º 12.305, de 02 de Agosto de 2010]. **Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei no 9.605, de 12 de fevereiro de 1998.** Disponível em http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm. Acesso em: 13 Jun. 2019

BRASIL. [Lei Federal n.º 12.111, de 09 de Dezembro de 2009]. **Serviços de energia elétrica nos Sistemas Isolados; altera as Leis nos 9.991, de 24 de julho de 2000, 9.074, de 7 de julho de 1995, 9.427, de 26 de dezembro de 1996, e 10.848, de 15 de março de 2004; revoga dispositivos das Leis nos 8.631, de 4 de março de 1993, 9.648, de 27 de maio de 1998, e 10.833, de 29 de dezembro de 2003.** Disponível em http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2007-2010/2009/Lei/L12111.htm. Acesso em: 13 Jun. 2019

BRASIL. [NHO 06, 2ª Ed. (2017)]. **Avaliação da exposição ocupacional ao calor.** Disponível em <http://www.fundacentro.gov.br/biblioteca/normas-de-higiene-ocupacional/publicacao/detalhe/2018/1/nho-06-avaliacao-da-exposicao-ocupacional-ao-calor>. Acesso em: 13 Jun. 2019

BRASIL. [Resolução CONAMA n.º 001 de 23 de janeiro de 1986]. **Considerando a necessidade de se estabelecerem as definições, as responsabilidades, os critérios básicos e as diretrizes gerais para uso e implementação da Avaliação de Impacto Ambiental como um dos instrumentos da Política Nacional do Meio Ambiente.** Ministério do Meio Ambiente (MMA), Conselho Nacional do Meio Ambiente. Disponível em: <http://www2.mma.gov.br/port/conama/res/res86/res0186.html>. Acesso em: 13 Jun. 2019

BRASIL. [Resolução CONAMA n.º 001 de 08 de março de 1990]. **Dispõe sobre a emissão de ruídos, em decorrência de algumas atividades industriais, comerciais, sociais ou recreativas, inclusive as de propaganda política. obedecerá, no interesse da saúde, do sossego público, aos padrões, critérios e diretrizes.** Ministério do Meio Ambiente (MMA), Conselho Nacional do Meio Ambiente.

BRASIL. [Resolução CONAMA n.º 237, de 19 de dezembro de 1997]. **Dispõe sobre licenciamento ambiental.** Ministério do Meio Ambiente (MMA), Conselho Nacional do Meio Ambiente. Disponível em: <http://www2.mma.gov.br/port/conama/res/res97/res23797.html>. Acesso em: 13 Jun. 2019

BRASIL. [Resolução CONAMA n.º 275, de 25 de abril de 2001]. **Estabelece o código de cores para os diferentes tipos de resíduos, a ser adotado na identificação de coletores e transportadores, bem como nas campanhas informativas para a coleta seletiva.** Ministério do Meio Ambiente (MMA), Conselho Nacional do Meio Ambiente. Disponível em: <http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=273>. Acesso em: 13 Jun. 2019

BRASIL. [Resolução CONAMA n.º 307, de 05 de julho de 2002]. **Estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil.** Ministério do Meio Ambiente (MMA), Conselho Nacional do Meio Ambiente. Disponível em: https://www.mma.gov.br/estruturas/a3p/arquivos/36_09102008030504.pdf. Acesso em: 13 Jun. 2019

BRASIL. [Resolução CONAMA n.º 316, de 29 de outubro de 2002]. **Dispõe sobre procedimentos e critérios para o funcionamento de sistemas de tratamento térmico de resíduos.** Ministério do Meio Ambiente (MMA), Conselho Nacional do Meio Ambiente. Disponível em: <http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=338>. Acesso em: 13 Jun. 2019

BRASIL. [Resolução CONAMA n.º 358, de 29 de abril de 2005]. **Dispõe sobre o tratamento e a disposição final dos resíduos dos serviços de saúde e dá outras providências.** Ministério do Meio Ambiente (MMA), Conselho Nacional do Meio Ambiente. Disponível em: <http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=462>. Acesso em: 13 Jun. 2019

BRASIL. [Resolução CONAMA n.º 430, de 13 de maio de 2011]. **Dispõe sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes, complementa e altera a Resolução no 357, de 17 de março de 2005.** Ministério do Meio Ambiente (MMA), Conselho Nacional do Meio Ambiente. Disponível em:

<http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=646>. Acesso em: 13 Jun. 2019

CASTRO, NIVALDE de; LIMA, ANTÔNIO; HIDD, GABRIEL; VARDIERO, PEDRO. “**Perspectivas da Energia Eólica offshore**”. Agência Canal Energia. Rio de Janeiro, 06 de agosto de 2018.

CLARK, R.B. **The impact of oil pollution on marine populations, communities and ecosystems: a summing up**. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London*. Great Britain. Série B. p. 433-443. 1982

CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente. 2013. **Resolução Conama - Versão Consolidada: Proposta de resolução consolidada licenciamento de empreendimento de energia elétrica a partir de fonte eólicas**. 6 ed. [s.i.]: Ministério do Meio Ambiente, 2013. 15 p. Disponível em: http://www2.mma.gov.br/port/conama/processos/B1E176E5/Consolidacao_Emendadas_propostas_6aCTCA.pdf. Acessado em: 12 de Abr. de 2019.

CONCEIÇÃO, R.N.; NASCIMENTO, M. C. 2009. Recifes artificiais instalados em Guamaré, Rio Grande do Norte: programa de apoio à pesca artesanal. **Arq. Ciên. Mar**, Fortaleza, 42(1), p. 106-111.

COPPING, A., SATHER, N., HANNA, L., WHITING, J., ZYDLEWSKI, G., STAINES, G., GILL, A., HUTCHISON, I., O'HAGAN, A., SIMAS, T., BALD, J., SPARLING C., WOOD, J., AND MASDEN, E. 2016. Annex IV 2016 State of the Science Report: **Environmental Effects of Marine Renewable Energy Development Around the World**. Disponível em <https://www.ocean-energy-systems.org/publications/oes-reports/environmental-issues/document/state-of-the-science-report-2016-full-report/>. Acesso em 13 de Jun. 2019

DAHL, P., REINHALL, P.G., POPPER, A.N., HASTINGS, M.C., AINSLIE, M. **Underwater sound from pile driving, what is it and why does it matter**. *The Journal of the Acoustical Society of America* 135(4): 2312. DOI: 10.1121/1.4877620, 2012.

DANISH ENERGY AUTHORITY. Danish Offshore Wind – Key Environmental Issues, 2016 Disponível em: <http://188.64.159.37/graphics/Publikationer/Havvindmoeller/kap05.htm>, Acesso em: 13 de Jun. 2019

DERANE, C. 2008. **Direito Ambiental Econômico**. 3ª Ed, São Paulo: Saraiva.

DESHOLM, M. AND KAHLERT, J. **Avian collision risk at an offshore wind farm**. Biology Letters. 1: 296-298. Doi: 10.1098/rsbl.2005.0336, 2005.

DIEGUES, A. C. 2000. **Navegando Pelas Montanhas: Pesca de Marcação e Mestrança em Galinhos, RN**. In: A. Diegues (d.): Imagem Das Águas. Hucitec/Nupaub.

DIEGUES, A.C. 1999. A sócio-antropologia das comunidades de pescadores marítimos no Brasil: uma síntese histórica. **Revista Etnográfica**, Vol. III (2).

DNPM - Departamento Nacional de Produção Mineral. 2010. **Sumário Mineral Brasileiro**. Brasília-DF.

DREWITT E LANGSTON, . DESHOLM, M. AND KAHLERT, J. 2005. **Avian collision risk at an offshore wind farm**. Biology Letters. 1: 296-298. Doi: 10.1098/rsbl.2005.0336, 2006.

EDENHOFER, O., PICHS-MADRUGA, R., SOKONA, Y. 2012. **IPCC Special Report on Renewable Energy Sources and Climate Change Mitigation**, Cambridge University Press.

GARCIA JR. J., 2006. **Inventário das espécies de peixes da costa do Estado do Rio Grande do Norte e aspectos zoogeográficos da ictiofauna recifal do Oceano Atlântico**. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Centro de Biociências. Departamento de Oceanografia e Limnologia. Programa de Pós-Graduação em Bioecologia Aquática. Natal, RN, 2006. 125 pp.

GJØDVAD J.F., IBSEN M.D. (2016) ODIN-WIND: **An Overview of the Decommissioning Process for Offshore Wind Turbines**. In: Ostachowicz W., McGugan M., Schröder-Hinrichs JU., Luczak M. (eds) MARE-WINT. Springer, Cham.

GLOBAL WIND ENERGY COUNCIL. 2017. **Global Wind Statistics 2017**. Disponível em: https://gwec.net/wp-content/uploads/vip/GWEC_PRstats2017_EN-003_FINAL.pdf. Acessado em 05 de abril de 2019.

GORDON, J., MOSCROP, A. **Underwater Noise Pollution and its Significance for Whales and Dolphins**. Simmonds, M.P., Hutchinson, J.D. (eds). Wiley, New York, EUA, p.281-320. 1996.

GROSS, M.G., GROSS, E., 1996. **Oceanography, a view of earth**. Prentice Hall, New Jersey, 7th ed. 472p.

HAYS, G.C., DRAY, M., QUAIFE, T., SMYTH, T.J., MIRONNET, N.C., LUSCHI, P., PAPI, F., BARNESLEY, M.J. 2001. **Movements of migrating green turtles in relation to AVHRR derived sea surface temperature**, International Journal of Remote Sensing, 22: 8, 1403-1411. DOI: 10.1080/01431160118422.

HISCOCK K., SHARROCK S., HIGHFIELD J. SNELLING D. **Colonization of an artificial reef in south-west England ex-HMS "Scylla"**. J. Mar. Biol. Assoc. UK 90(1): 69-94, 2010.

HYDER. Guidelines for the Assessment of Indirect and Cumulative Im-pacts as well as Impact Interactions, Luxembourg: Office for Official Publications of the European Communities, 2001. Disponível em <https://ec.europa.eu/environment/archives/eia/eia-studies-and-reports/pdf/guidel.pdf>. Acesso em: 13 Jun. 2019

IBAMA - INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS. NOTA TÉCNICA CGPEG/DILIC/IBAMA Nº 01/2011. **Diretrizes para apresentação, implementação e para elaboração de relatórios, nos processos de licenciamento ambiental dos empreendimentos marítimos de exploração e produção de petróleo e gás**. Disponível em: <http://ibama.gov.br/phocadownload/licenciamento/petroleo-e-gas/notas-tecnicas/1->

[2011-01-nota-tecnica-programa-de-controle-da-poluicao.pdf](#). Acesso em: 13 Jun. 2019

IBAMA - INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS. Portaria n. ° 1.522, de 19 de dezembro de 1989. **Dispõe sobre a lista oficial de espécies de fauna brasileira ameaçada de extinção.** Disponível em: <http://www.ibama.gov.br/sophia/cnia/legislacao/IBAMA/PT1522-191289.PDF>. Acesso em: 13 Jun. 2019

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 2010. **Panorama Areia Branca/RN.** Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/rn/areiabranca/panorama>. Acessado em: 27 de abril de 2019.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 2010. **Panorama Caiçara do Norte/RN.** Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/rn/caicaradonorte/panorama>. Acessado em: 26 de abril de 2019.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 2010. **Panorama Galinhos/RN.** Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/rn/galinhos/panorama>. Acessado em: 27 de abril de 2019.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 2010. **Panorama Grossos/RN.** Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/rn/grossos/panorama>. Acessado em: 25 de abril de 2019.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 2010. **Panorama Guamaré/RN.** Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/rn/guamare/panorama>. Acessado em: 27 de abril de 2019.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 2010. **Panorama Macau/RN.** Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/rn/macau/panorama>. Acessado em: 25 de abril de 2019.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 2010. **Panorama Porto do Mangue/RN**. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/rn/portodomangue/panorama>. Acessado em: 24 de abril de 2019.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 2010. **Panorama Tibau/RN**. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/rn/tibau/panorama>. Acessado em: 24 de abril de 2019.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 2016. **PNAD 2015: Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílio: Síntese de Indicadores 2015**. Rio de Janeiro: IBGE. 105 p.

IDEMA - Instituto de Desenvolvimento Sustentável e Meio Ambiente do Rio Grande do Norte. **Reserva de Desenvolvimento Sustentável Estadual Ponta do Tubarão**. Disponível em: <http://idema.rn.gov.br/Conteudo.asp?TRAN=ITEM&TARG=948&ACT=&PAGE=&PARM=&LBL=Materia>. Acessado em 13 de abril de 2019.

International Petroleum Industry Environmental Conservation Association – IPIECA. **Guidelines of biological impacts of oil pollution**. 1991, vol 1. Disponível em: www.ipieca.org. Acesso em 13. Jun. 2019

International Petroleum Industry Environmental Conservation Association – IPIECA. **Biological impacts of oil pollution: Fisheries**. 2000, vol 8. Acessível em www.ipieca.org. Acesso em 13. Jun. 2019

INGER R, GRECIAN WJ, , ATTRILL MJ, BEARHOP S, GODLEY BJ, WITT MJ, VOTIER SC. **Potential impacts of wave-powered marine renewable energy installations on marine birds**. Ibis, 152:683–697, 2010.

IRUSTA J.B., Cassimiro R.F., 2006. **Projeto de execução do Plano de Monitoramento da avifauna na Área de influência da Usina eólica de Macau-RN**. Terceiro Relatório Quadrimestral. Relatório Técnico para PETROBRAS, Macau, RN.

KINGSTON, P.F. **Long-term Environmental Impact of oil spills**. Spill Science & Technology Bulletin. Great Britain. Vol. 7, N° 1-2, p. 53-61. 2002.

KORF, E. P; GOELLNER, C. I, 2011. **Diretrizes para Programas de Gerenciamento de Riscos de Acidentes Ambientais e Ocupacionais em Instalações Industriais**. Revisão Gestão Industrial, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, ISSN 1808-0448 / v. 07, n. 03: p. 60-74.

LARSEN, J.K., GUILLEMETTE, M. **Effects of wind turbines on flight behaviour of wintering common eiders: implications for habitat use and collision risk**. J. Appl. Ecol. 44: 516–522, 2007.

LESSA, R.; ARAÚJO, B. M. 2004. *Hirundichthysaffinis*. In: Lessa, R.P., Bezerra Jr, J. L.; Nóbrega, M.F. (Eds.). Dinâmica das frotas pesqueiras da região Nordeste do Brasil: Análise das principais pescarias. Programa de Avaliação do Potencial Sustentável dos Recursos Vivos da Zona Econômica Exclusiva SCORE- NE. 1, 264p.
LITTLE, P. 2002. **Territórios Sociais e Povos Tradicionais no Brasil: por uma antropologia da territorialidade**. Brasília: Universidade de Brasília, Série Antropologia n° 322.

LINLEY E.A.S., WILDING T.A., BLACK K., HAWKINS A.J.S. AND MANGI S. **Review of the reef effects of offshore wind farm structures and their potential for enhancement and mitigation**. Report from PML Applications Ltd and the Scottish Association for Marine Science to the Department for Business, Enterprise and Regulatory Reform (BERR), 2007.

LUSCHI, P., HAYS, G.C., DEL SEPPIA, C., MARSH, R., PAPI, F. 1998. **The navigational feats of green sea turtles migrating from Ascension Island investigated by satellite telemetry**. Proc. Biol Sci., 265(1412): 2279–2284. DOI: 10.1098/rspb.1998.0571.

MARINHA DO BRASIL. **Normas da Autoridade Marítima para Atividades de Inspeção Naval - NORMAN n.º 07/DPC**. 2003. Diretoria de Portos e Costas, Disponível em: <https://www.marinha.mil.br/dpc/sites/www.marinha.mil.br/dpc/files/normam07.pdf>. Acesso em Acesso em: 13 Jun. 2019

MARINHA DO BRASIL. **Normas da Autoridade Marítima para Atividades Subaquáticas - NORMAN n.º 015/DPC**. 2016, 2º Revisão. Diretoria de Portos e Costas, Disponível em: <https://www.marinha.mil.br/dpc/sites/www.marinha.mil.br.dpc/files/normam15.pdf>. Acesso em Acesso em: 13 Jun. 2019

MARINHA DO BRASIL. **Normas da Autoridade Marítima para Controle de Sistemas Antiincrustantes em Embarcações - NORMAN n.º 023/DPC**. 2007. Diretoria de Portos e Costas, Disponível em: https://www.marinha.mil.br/dpc/sites/www.marinha.mil.br.dpc/files/normam23_0.pdf. Acesso em Acesso em: 13 Jun. 2019

MARINHA DO BRASIL. **A Convenção Internacional para a Prevenção da Poluição por Navios - MARPOL 73/74**. 1973. Diretoria de Portos e Costas, Disponível em: https://www.ccaimo.mar.mil.br/sites/default/files/marpol_convprot-p.pdf. Acesso em Acesso em: 13 Jun. 2019

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE (MMA). **Livro Vermelho da Fauna Brasileira Ameaçada de Extinção**. Editores Angelo Barbosa Monteiro Machado, Gláucia Moreira Drummond, Adriano Pereira Paglia. 1.ed., Brasília/DF. Fundação Biodiversitas, 2008. Disponível em: http://www.icmbio.gov.br/portal/images/stories/biodiversidade/fauna-brasileira/livro-vermelho/volumel/vol_1_parte1.pdf. Acesso em 13 de Jun 2019

MOORE, S., CLARKE, J. **Potential Impacts of Offshore Human Activities on Gray Whales**. Journal of Cetacean Resource Management 4:19-25. 2002

NARCIZO, K.R; OLIVEIRA, I.T.G.; COSTA, T.E.B. 2005. **Caracterização da pesca artesanal da Costa Branca - Rio Grande do Norte**. In: XII Encontro de Pesquisa e Extensão - ENCOPE, 2005, Mossoró.

NAVARRO, E. A. 2013. **Dicionário de tupi antigo: a língua indígena clássica do Brasil**. São Paulo. Global. 210p.

NEDWELL J., HOWELL D. **A review of offshore windfarm related underwater noise sources**. Cowrie Rep 544 R0308:1–57, 2004.

NEDWELL J., A.W.H. TURNPENNY, J. LOVELL, S.J. PARVIN, R. WORKMAN, J.A.L. SPINKS & D. **Howell A validation of the dBht as a measure of the behavioural and auditory effects of underwater noise**. Subacoustech - Acoustic, Research e Consultancy, 2007. Disponível em: <https://tethys.pnnl.gov/sites/default/files/publications/Nedwell-et-al-2007.pdf>. Acesso em: 13 Jun. 2019

OLIVEIRA, J.E.L., L.F. MENDES J. GARCIA JÚNIOR (2006) **Ictiofauna, in Relatório Integrador do Programa de Monitoramento Ambiental da Bacia Potiguar – Campanhas Amostrais (BPOT1 -julho de 2002, NPOT2 – maio de 2003, BPOT3 – novembro de 2003 e BPOT4 – maio/2004)**, vol. 3, cap. 20, Rio de Janeiro: Petrobras.

OLIVEIRA, J.E.L., L.F. MENDES e J. GARCIA JÚNIOR (2006) Ictiofauna, *in* **Relatório Integrador do Programa de Monitoramento Ambiental da Bacia Potiguar – Campanhas Amostrais (BPOT1 -julho de 2002, NPOT2 – maio de 2003, BPOT3 – novembro de 2003 e BPOT4 – maio/2004)**, vol. 3, cap. 20, Rio de Janeiro: Petrobras.

OLIVEIRA, M.R; CARVALHO, M.M; SOUZA, A.L; MOLINA, W.F; YAMAMOTO, M,E; CHELLAPPA, S. 2013. Caracterização da produção do peixe-voador, *Hirundichthysaffinis* em Caiçara do Norte, Rio Grande do Norte, Brasil: durante 1993 a 2010. **Biota Amazônia**, 3(2): 23-32

O’SULLIVAN, A.J. & JACQUES, T.G. **Impact reference system - Effects of oil in the marine environment: Impact of hydrocarbons on fauna and flora**. 2001

PAPI, F., LUSCHI, P., AKESSON, S., CAPOGROSSI, S., HAYS, G.C., 2000. **Open-sea Migration of magnetically disturbed sea turtles**. Journal of Experimental Biology, 203: 3435-3443.

PETERSEN, I.K., FOX, A.D. **Changes in bird habitat utilisation around the Horns Rev 1 offshore wind farm, with particular emphasis on Common Scoter**.

Report to Vattenfall A/S, National Environmental Research Institute, Univ. of Aarhus, Denmark, 2007.

PETROBRAS/GRANTGEOPHYSICAL/OCEANSAT, 2002. **Estudo Ambiental para Atividade de Levantamento de Dados Sísmicos 2D** – Bloco BCE-5 (Área do Poço 1-CES-134) - Bacia Potiguar.

PETROBRAS BR, 2006. **Relatório Integrador do Programa de Monitoramento Ambiental da Bacia Potiguar**. Campanhas Amostrais (BPOT1 – Julho/2002, BPOT-Maio/2003, BPOT3 – Novembro/2003 e BPOT4 – Maio/2004). Volumes 1, 2, 3 e 4. Programa de Cooperação coordenado por CENPES.

PETROBRAS. 2010. **Estudo de Impacto Ambiental – EIA para a atividade de perfuração marítima nos Blocos BM-POT-16 e Bacia Potiguar**. Disponível em: http://licenciamento.ibama.gov.br/Petroleo/Perfuracao/Perfuracao%20-%20Bacia%20de%20Potiguar%20-%20Blocos%20BM-POT-16%20e%2017%20-%20Petrobras/EIA-RIMA-BM-POT-16%20e%2017_BAIXA%20RESOLU%c7%c3O/.

Acessado em: 05 de abril de 2010.

PETROBRAS BR, 2011. **Relatório Anual das Atividades do Projeto de Monitoramento Ambiental da Bacia Potiguar 2011 – Volume 2**. UO-RNCE. 1116 pp.

PETROBRAS BR, 2015. **Relatório Anual das Atividades do Projeto de Monitoramento Ambiental da Bacia Potiguar 2015 – Volume 1**. UO-RNCE. 1172 pp.

PETROBRAS, 2017. **Arranjo Conceitual - Estudo de Microlocalização da torre eólica - Opção de localização próxima a PUB-03**. Implantação de uma planta piloto eólica offshore. UO-RNCE, Campo de Ubarana, N.º DE-3418.00-7504-941-PLR-001.

PETROBRAS. 2018a. **Experiência e Expectativas da Petrobras para Eólica Offshore**. IN: Brazil Wind Power Conference&Exhibition 2018. Disponível em: <https://drudu6g9smo13.cloudfront.net/wp-content/uploads/2018/08/12h15-Ezequiel-Costa-Malateaux-da-Silva-Brazil-WindPower-PETROBRAS-Final.pdf>.

Acessado em: 05 de abril de 2019.

PETROBRAS. 2018b. **Projeto de Monitoramento do Desembarque Pesqueiro Regional da Baía Potiguar**. Cartilha de distribuição gratuita. 20p.

PETROBRAS, 2018. **Microlocalização da planta piloto de geração de energia eólica offshore em Ubarana**. Implantação de uma planta piloto eólica offshore. CENPES/PDRGN/EE, Campo de Ubarana, N.º DE-3418.51-7504-941-PLR-001.

PETROBRAS, 2019. **Relatório de premissas para definição da localização da planta piloto**. Energia Eólica, CENPES/PDRGN/EE, n.º RL-3418.51-7504-700-P4X-002.

PETROBRAS, 2019. **8º Relatório técnico anual de monitoramento da morfodinâmica costeira da praia de do minhoto, Guamaré/RN**. E&P/UO-RNCE/SMS, n.º RL-4450.15-8340-931-P2V-004.

PÉRÈS. J.M., 1976. **Précis d'Océanographie biologique**. Presses Universitaires de France, Paris:239 pp.

POPPER, A.N, SLABBEKOORN, H., BOUTON, N., VAN OPZEELAND, I., COERS, A., TEN CATE, C. A noisy spring: the impact of globally rising underwater sound levels on fish. Trends Ecol Evol. 25(7): 419-27. 2003.

REIS E.C., ROSSO S., SCOFANO A.M., XAVIER A.G., FALCÃO A.P.C., RIBEIRO DE OLIVEIRA J.I., GALLETTI DE ALMEIDA L., PURCELL C.A., CUNHA DO NASCIMENTO M., LACERDA DE OLIVEIRA M.A., CONCEIÇÃO G.F., PARENTE J.E.V., 2014. **Projetos de monitoramento de praias no litoral brasileiro. Avaliação de impactos da indústria de óleo e gás sobre mamíferos, aves e quelônios marinhos**. 2º Congresso Brasileiro de Avaliação de Impacto, Centro de Artes e Convenções da UFOP, Ouro Preto, MG.

RICHARDSON, C.R. GREENE, C.I. MALME AND D.H. THOMSON. **Marine Mammals and Noise**. Academic Press, London and San Diego. ISBN 0 12588 441 9, 1995.

SALLES, R. 2011. **Avaliação econômica e ambiental dos sistemas de pesca utilizados nos Municípios de Aracati e Icapuí -CE: subsídios para gestão**. Fortaleza, 145 f. Tese de Doutorado, Centro de Ciências Agrárias, UFC. 2011. Disponível em: <http://www.repositorio.ufc.br/bitstream/riufc/1420/1/2011-tese-rsalles.pdf>. Acessado em: 14 de abril de 2019.

SANTOS, C.L.A., VITAL, H., AMARO, V.E., KIKUCHI, R.K.P., 2007. **Mapeamento de recifes submersos na costa do Rio Grande do Norte**, NE Brasil: Macau a Maracajau. Revista Brasileira de Geofísica, vol. 25, suppl. 1. <http://dx.doi.org/10.1590/S0102-261X2007000500004>

SÁNCHEZ, L. E. **Avaliação de Impacto Ambiental: conceitos e métodos**. São Paulo, Oficina de textos. 2008.

SÁNCHEZ, L. E. **Avaliação de Impacte Ambiental**, 2.^a ed., São Paulo: Oficina de Textos, 2013.

SILVA, A. F.; MEDEIROS, T. H. L.; SILVA, V. P. 2009. **Pesca artesanal - conflito, cultura e identidade o caso potiguar**. In: XVII Semana de humanidades do CCHLA, UFRN. Natal.

SILVA, A.C. 2010. **A pesca de pequena escala nos litorais setentrional e oriental do Rio Grande do Norte**. 201 f. Tese de Doutorado, UFC, Departamento de Ciências Agrárias, Departamento de Engenharia de Pesca, Fortaleza.

SILVA, G.B.; CHAVES, D.C.B.; FONTELES-FILHO, A.A. 2013 Aspectos econômicos da pesca de atuns e afins associada a uma boia oceânica no Atlântico Oeste Equatorial. **Boletim do Instituto de Pesca**, 39(1):85-91.

SLABBEKOORN, H., BOUTON, N., VAN OPZEELAND, I., COERS, A., TEN CATE, C., POP-PER, A.N. **A noisy spring: the impact of globally rising underwater sound levels on fish**. Trends Ecol Evol. 25(7): 419-27, 2010.

SOARES, D.C.E.; MARQUES, R.R.; LIMA, D.S.; VALE, I.B. 2018. Caracterização da Pesca Artesanal no Município de Porto do Mangue/RN, Brasil. **Rev. Bras. Eng. Pesca**, 11 (2).

TEAL, J.M & HOWARD, R.W. **Oil Spill Studies: A Review of Ecological Effects. Environmental Management**. Vol. 8. N° 1, p. 27-44. 1984

TYACK, P. L. & MILLER, E. H. **Vocal anatomy, acoustic communication and echolocation**. In: A. R. Hoelzel (ed.) *Marine Mammal Biology: An Evolutionary Approach*, 2002.

UNESCO, 1980. **Monitoring biological variables related to marine pollution**. Reports on studies 12, p. 22.

U.S. FISH AND WILDLIFE SERVICE. **Effects of oil spills on wildlife and habitat**. 2004

WALTER, T. et al. 2004. **Interferência da Atividade de Petróleo na Pesca: Aspectos do Licenciamento Ambiental**. In: Anais do I Seminário de Gestão Socioambiental para o Desenvolvimento Sustentável da Aquicultura e da Pesca no Brasil – I SEGAP, Rio de Janeiro (RJ), 25 a 27 de Agosto, SAGE/COPPE/UFRJ, 9pp.

WARWICK R.M., CLARKE K.R. **Increased variability as a symptom of stress in marine communities**. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 172 (1-2), p. 215-226, 1993.

WEILGART, L. S. **The impacts of anthropogenic ocean noise on ceta-ceans and implications for management**. *Canadian Journal of Zoology* 85, 1091–1116. doi:10.1139/Z07-101, 2007.

WEISBERG S.B., RANASINGUE J.A., DAUER D.M., SCHAFFNER L.C., DIAZ R.J., FRITHSEN J.B., 1997. **An estuarine benthic index of biotic integrity (B-IBI) for Chesapeake Bay**. *Estuaries* 20, p. 149-158.

WILHELMSSON, D., MALM, T. **Fouling assemblages on offshore wind power plants and adjacent substrata**. Estuarine, Coastal and Shelf Science, 79, 3, 459-466, 2008.

WILLIAMS, R., BAIN, D., FORD, J., TRITES, A. **Behavioural Responses of Male Killer Whales to a “leapfrogging” Vessel**. Journal of Cetacean Research and Management 4: p. 305-310. 2002

XI - GLOSSÁRIO

Aerogerador	Um aerogerador (ou Sistema de Geração Eólica) é um gerador elétrico integrado ao eixo de um cata-vento e que converte energia eólica em energia elétrica.
ANEEL	A Agência Nacional de Energia Elétrica é uma autarquia sob regime especial, vinculada ao Ministério de Minas e Energia, com sede e fórum no Distrito Federal, com a finalidade de produção, transmissão e comercialização de energia elétrica, em conformidade com as políticas e diretrizes do governo federal.
Área de Influência Direta (AID)	É área necessária à implantação de obras/atividades, bem como aquelas que envolvem a infraestrutura de operacionalização de testes, plantios, armazenamento, transporte, distribuição de produtos/insumos/água, além da área de administração, residência dos envolvidos no projeto e entorno.
Área de Influência Indireta (AII)	Conjunto ou parte dos municípios envolvidos, tendo-se como base a bacia hidrográfica abrangida. Na análise sócio-econômica, esta área pode ultrapassar os limites municipais e, inclusive, os da bacia hidrográfica.
Área Diretamente Afetada (ADA)	É o local de intervenção (meio físico e biótico) para instalação do empreendimento (onshore ou offshore)
Área Oligotrófica	Refere-se aos ambientes que apresentam uma demanda de nutrientes muito reduzida.
Beachrocks	É uma rocha sedimentar friável a bem cimentada que consiste em uma mistura variável de sedimentos de cascalho, É areia e sedimento que é cimentada com minerais de carbonato e se formou ao longo de uma linha de costa.
Comunidade Bentônica	É a comunidade de organismos que vive no substrato de ambientes aquáticos.

Comunidade Nectônicas	É o conjunto dos animais aquáticos que se movem livremente na coluna de água, com o auxílio dos seus órgãos de locomoção: nadadeiras e outros apêndices.
Comunidade Planctônicas	É o conjunto de organismos que não têm movimentos suficientes para contrariar as correntes, apesar de muitos terem movimentos, principalmente verticais pela coluna de água.
Efeito de recife (reef effect)	É uma modificação que ocorre no ambiente marinho devido a presença de estruturas rígidas, promovendo a colonização das estruturas pela flora e fauna marinha, resultando na elevação da biodiversidade local.
Equitabilidade	Refere-se ao padrão de distribuição de indivíduos entre as espécies, sendo proporcional a diversidade.
Fator de Capacidade (FC)	O Fator de Capacidade (FC) da fonte eólica representa a proporção entre a geração efetiva da torre eólica e a capacidade total em um determinado período de tempo, sendo uma medida de produtividade.
Ictiofauna	Em ecologia e ciências pesqueiras, chama-se ictiofauna ao conjunto das espécies de peixes que existem numa determinada região biogeográfica.
LIDAR (da sigla inglesa Light Detection And Ranging)	é uma tecnologia óptica de detecção remota que mede propriedades da luz reflectida de modo a obter a distância e/ou outra informação a respeito um determinado objecto distante.
Matriz Energética	é toda energia disponibilizada para ser transformada, distribuída e consumida nos processos produtivos, é uma representação quantitativa da oferta de energia, ou seja, da quantidade de recursos energéticos oferecidos por um país ou por uma região
Meio Biótico	Conjunto de todos os organismos vivos como plantas, animais e decompositores que vivem num ecossistema.


Meio Físico	É o espaço que acomoda todos os outros meios, ele os sustenta e da condições para que haja o desenvolvimento de todos os outros meios, que por fim, dará sustentabilidade a biota. Um conjunto de bioma, de ecossistema, um curso d'água, uma floresta floresta, uma cidade e todas as atividades recorrentes à vida.
Meio Socioeconômico	É um adjetivo atribuído a toda prática que relaciona situações, circunstâncias e aspectos que afetem tanto a ordem social como a economia de um local ou região.
Monopile	É um tipo específico de fundação para projetos de energia eólica offshore.
Nacelle	É um compartimento instalado no alto da torre dos aerogeradores eólicos, que abriga todos os componentes essenciais para a produção de energia – como o gerador, a caixa de velocidades e o sistema de transmissão.
Offshore	É um termo da língua inglesa e que significa “afastado da costa”, na tradução para o português.
Onshore	Onshore (“na costa”, em tradução para o português) é um termo utilizado para identificar toda a produção e serviços prestados em terra na indústria petrolífera. Tanto na terminologia Onshore e Offshore os serviços prestados são os mesmos, a única diferença é onde eles são praticados: no mar ou no continente.
Planta Piloto	O marco final de uma pesquisa científica bem sucedida é a adoção da nova tecnologia em uma planta indústria.
Plataforma	É uma grande estrutura usada para abrigar trabalhadores, equipamentos e máquinas para as mais diversas finalidades, uma vez é a perfuração de poços no leito do oceano para a extração de petróleo e/ou gás natural, processando os fluidos extraídos e levando os produtos, de navio, até a costa. Dependendo das circunstâncias, a plataforma pode ser fixada ao solo marinho, pode consistir de uma ilha artificial ou pode flutua.


Suction buckers	As caixas de sucção são uma nova forma de âncora de plataforma fixa que tem uma série de vantagens sobre fundações offshore convencionais, sendo principalmente mais rápidas de instalar do que estacas de fundações profundas e sendo mais fáceis de remover durante o descomissionamento.
Torre Anemométrica	O equipamento instalado que tem por objetivo fazer as medições da intensidade e constância dos ventos da região, para, a partir destes dados, se fazer a análise de viabilidade do projeto.


XII - ANEXOS


1. Anexo III.2.1.1-1 – Detalhamento da Localização da Planta Piloto de Geração Eólica

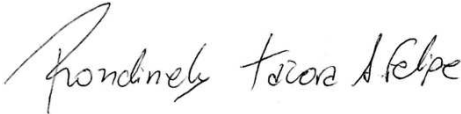
XIII - EQUIPE TÉCNICA


Profissional	Eduardo Magalhães Pinto Gomes
Empresa	Veritas Engenharia Ambiental
Formação	Engenheiro Ambiental Esp. Tecnologias Ambientais
Registro no respectivo Conselho de Classe	CONFEA 140.200.220-3
Cadastro Técnico Federal de Atividades e Instrumentos de Defesa Ambiental	1223312
Reponsável pela(s) Seção(ões)	VI, VII e VIII
Assinatura	


Profissional	Sérgio Iani Godinho
Empresa	Veritas Engenharia Ambiental
Formação	Engenheiro Ambiental Esp. Engenharia Sanitária
Registro no respectivo Conselho de Classe	CONFEA 140.220.762-0
Cadastro Técnico Federal de Atividades e Instrumentos de Defesa Ambiental	1223311
Reponsável pela(s) Seção(ões)	VI, VII, VIII e IX
Assinatura	

Profissional	Fábio de Vasconcelos Silva
Empresa	Veritas Engenharia Ambiental
Formação	Biólogo Graduando em Engenharia Ambiental Esp. Gestão e Perícia Ambiental Esp. Análise Ambiental
Registro no respectivo Conselho de Classe	CRBio 67.065/05-D
Cadastro Técnico Federal de Atividades e Instrumentos de Defesa Ambiental	5022063
Responsável pela(s) Seção(ões)	I, II, III, IV, V.A, V.B, V.2, VI.2.2, VIII, X, XI e XII
Assinatura	

Profissional	Patrick Stefano Dantas Soares
Empresa	Veritas Engenharia Ambiental
Formação	Engenheiro Civil Técnico em Saneamento
Registro no respectivo Conselho de Classe	CREA-211012416-4
Cadastro Técnico Federal de Atividades e Instrumentos de Defesa Ambiental	7391779
Responsável pela(s) Seção(ões)	IV, V.1, VI.2.4 e VIII
Assinatura	

Profissional	Rondinely Távora
Empresa	Veritas Engenharia Ambiental
Formação	Gestor Ambiental Esp em Geoprocessamento
Registro no respectivo Conselho de Classe	CONFEA 210.027572-0
Cadastro Técnico Federal de Atividades e Instrumentos de Defesa Ambiental	6339960
Reponsável pela(s) Seção(ões)	III e IV
Assinatura	

Profissional	Alire Cristina Cavalcante Modesto da Silva
Empresa	Veritas Engenharia Ambiental
Formação	Cientista Social Mestre em Ciências Sociais
Registro no respectivo Conselho de Classe	Registro ABA 3279
Cadastro Técnico Federal de Atividades e Instrumentos de Defesa Ambiental	6193145
Reponsável pela(s) Seção(ões)	V.3 e VI.2.3
Assinatura	

Profissional	Vítor Peixoto Lucas Rios
Empresa	Veritas Engenharia Ambiental
Formação	Geólogo Mestre em Ciência e Engenharia do Petróleo
Registro no respectivo Conselho de Classe	211.020.327-7
Cadastro Técnico Federal de Atividades e Instrumentos de Defesa Ambiental	5022063
Reponsável pela(s) Seção(ões)	V.1 e VI.2.1
Assinatura	

PLANTA PILOTO DE GERAÇÃO EÓLICA OFFSHORE NA BACIA POTIGUAR, RN

EA - Estudo Ambiental

Volume Único

BR 000001/19

**Revisão 00
Agosto / 2019**



RGN

ÍNDICE GERAL

I - INTRODUÇÃO	29
II - IDENTIFICAÇÃO DO EMPREENDEDOR	30
II.1 - DADOS DO EMPREENDEDOR	30
II.2 - DADOS DA EMPRESA CONSULTORA	30
III - DADOS DO EMPREENDIMENTO	31
III.1 - CARATERIZAÇÃO DO EMPREENDIMENTO	31
III.1.1 - Apresentação.....	31
III.1.2 - Histórico.....	39
III.1.3 - Justificativa	40
III.1.3.1 - Informações Gerais	40
III.1.3.2 - Informações Técnicas	41
III.1.3.3 - Informações Socioeconômicas.....	41
III.1.3.4 - Informações Locacionais.....	41
III.1.3.5 - Informações Ambientais	43
III.1.4 - Infraestrutura de Apoio	44
III.2 - DESCRIÇÃO DO EMPREENDIMENTO	45
III.2.1 - Análise das Alternativas.....	45
III.2.1.1 - Alternativas Locacionais.....	45
III.2.1.2 - Alternativas Tecnológicas.....	49
III.2.1.3 - Definição de Rota Final	55
III.2.2 - Implantação, Operação, Manutenção e Desativação	56
III.2.2.1 - Implantação.....	57
III.2.2.2 - Operação.....	62
III.2.2.3 - Manutenção.....	63

III.2.2.4 - Desativação	64
IV - DEFINIÇÃO DAS ÁREAS DE ESTUDO	65
IV.1 - AE E ADA DO MEIO FÍSICO E BIÓTICO	65
IV.2 - AE E ADA DO MEIO SOCIOECONÔMICO	69
V - DIAGNÓSTICO AMBIENTAL	74
V.A - LEGISLAÇÃO AMBIENTAL.....	74
V.B - PLANOS E PROGRAMAS GOVERNAMENTAIS.....	82
V.1 - MEIO FÍSICO	88
V.1.1 - <i>Meteorologia e Climatologia</i>	88
V.1.1.1 - Temperatura do Ar	89
V.1.1.2 - Umidade Relativa do Ar	96
V.1.1.3 - Regime Pluviométrico	100
V.1.1.4 - Direção e Velocidade dos Ventos	107
V.1.2 - <i>Oceanografia</i>	127
V.1.2.1 - Temperatura de Superfície do Mar (TSM).....	128
V.1.2.2 - Salinidade da Superfície do Mar	141
V.1.2.3 - Massas d'Água.....	148
V.1.2.4 - Correntes	150
V.1.2.5 - Regime de Ondas	169
V.1.2.6 - Regime de Marés	184
V.1.3 - <i>Geologia</i>	189
V.1.3.1 Sedimentologia da Plataforma Continental	203
V.1.4 - <i>Geomorfologia</i>	208
V.1.4.1 Geomorfologia da Porção Emersa	208

V.1.4.2 Superfície de Aplainamento ou de Tabuleiro	211
V.1.4.3 Planície de Inundação Flúvio-Estuarina	212
V.1.4.4 Planície de Maré	213
V.1.4.5 Barras Arenosas Emersas	215
V.1.4.6 Campos de Dunas Móveis e Dunas Fixas	216
V.1.4.7 Planície de Deflação	218
V.1.4.8 Geomorfologia da Porção Submersa	219
V.1.5 - Qualidade da Água Marinha	228
V.1.5.1 - Transparência da Coluna D'água	229
V.1.5.2 - Nutrientes (Amônia, Nitrito, Nitrato, Fosfato) e Silicato	233
V.1.5.3 - Oxigênio Dissolvido (OD)	236
V.1.5.4 - Material Particulado em Suspensão (MPS)	240
V.1.5.5 - Produtividade Primária (Clorofila a)	246
V.1.6 - Ruídos	254
V.1.6.1 Metodologia	254
V.1.6.2 Critérios Utilizados no Estudo	256
V.1.6.3 Resultados das Avaliações	257
V.1.6.4 Ruídos Subaquático	258
V.1.6.5 Efeito Estroboscópico	258
V.2 - MEIO BIÓTICO	260
V.2.1 - Biota Marinha	260
V.2.1.1 - Comunidades Planctônicas	260
V.2.1.2 - Comunidades Nectônicas	265
V.2.1.3 - Comunidades Bentônicas	280
V.2.2 - Avifauna	289
V.2.2.1 - Avifauna Residente	289
V.2.2.2 - Avifauna Migratória	291

V.3 - MEIO SOCIOECONÔMICO	296
V.3.1 - <i>Proposição da Área de Exclusão de Pesca</i>	297
V.3.2 - <i>Descrição das Principais Atividades Econômicas Desenvolvidas na Área de Exclusão de Pesca</i>	298
V.3.3 - <i>Caracterização das Comunidades Pesqueiras Diretamente Afetadas</i>	298
V.3.3.1 - Caiçara do Norte	300
V.3.3.2 - Galinhos	307
V.3.3.3 - Guamaré	314
V.3.3.4 - Macau	319
V.3.4 - <i>Quantificação da Geração de Empregos Previstos na Implantação do Empreendimento</i>	326
V.3.5 - <i>Caracterização das Áreas Utilizadas para o Turismo, Lazer e Esportes Aquáticos</i>	326
VI - ANÁLISE INTEGRADA E SÍNTESE DA QUALIDADE AMBIENTAL	329
VI.1 - ANÁLISE INTEGRADA	329
VI.2 - SÍNTESE DA QUALIDADE AMBIENTAL	332
VI.2.1 - <i>Meio Físico</i>	332
VI.2.2 - <i>Meio Biótico</i>	337
VI.2.3 - <i>Meio Socioeconômico</i>	340
VI.2.4 - <i>Condições Ambientais Futuras Sem e Com o Empreendimento</i>	341
VII - IDENTIFICAÇÃO E AVALIAÇÃO DE RISCOS E IMPACTOS AMBIENTAIS	345
VII.1 - INTRODUÇÃO	345

VII.2 - IMPACTOS AMBIENTAIS	346
<i>VII.2.1 - Metodologia</i>	346
<i>VII.2.2 - Impactos Reais</i>	351
VII.2.2.1 - Identificação dos impactos reais	351
VII.2.2.2 - Descrição dos impactos reais	353
VII.2.2.3 - Classificação dos impactos reais	372
<i>VII.2.3 - Impactos Potenciais</i>	381
VII.2.3.1 - Identificação dos impactos potenciais.....	381
VII.2.3.2 - Descrição dos impactos potenciais.....	383
VII.2.3.3 - Classificação dos impactos potenciais.....	392
<i>VII.2.4 - Análise Sumária dos Impactos Cumulativos e Sinérgicos</i>	398
<i>VII.2.5 - Síntese Conclusiva</i>	399
VII.3 - RISCOS AMBIENTAIS	401
<i>VII.3.1 - Metodologia</i>	401
<i>VII.3.2 - Identificação dos Riscos Ambientais</i>	402
<i>VII.3.3 - Descrição das Causas</i>	405
<i>VII.3.4 - Descrição das Salvaguardas</i>	408
VIII - MEDIDAS MITIGADORAS, COMPENSATÓRIAS, PROGRAMAS DE CONTROLE, MONITORAMENTO E GERENCIAMENTO DE RISCOS E ACIDENTES	411
VIII.1 - MEDIDAS MITIGADORAS E COMPENSATÓRIAS	412
VIII.1.1 - Medidas Mitigadoras dos Impactos Reais.....	412
VIII.1.2 - Medidas Mitigadoras dos Impactos Potenciais.....	422

VIII.2 - PROGRAMAS DE CONTROLE, MONITORAMENTO E GERENCIAMENTO DE RISCOS E ACIDENTES.....	428
<i>VIII.2.1 - Planos e Programas Específicos da Planta Piloto</i>	428
VII.2.1.1 - Plano de Gestão Ambiental.....	428
VII.2.1.2 - Plano de Monitoramento da Fauna Marinha	431
VII.2.1.3 - Plano de Monitoramento do Ruído Subaquático	434
VII.2.1.4 - Programa de Educação Ambiental dos Trabalhadores (PEAT).....	436
VII.2.1.5 - Programa de Gerenciamento de Riscos e Acidentes (PGRA)	438
VII.2.1.6 - Programa de Controle de Poluição (PCP).....	443
<i>VIII.2.2 - Planos e Programas Regionais da UO-RNCE</i>	456
VII.2.2.1 - Plano de Comunicação Social.....	456
VII.2.2.2 - Projeto de Monitoramento do Desembarque Pesqueiro	457
VII.2.2.3 - Plano de Emergência para Vazamento de Óleo (PEVO)	457
IX - CONCLUSÃO.....	458
X - BIBLIOGRAFIA.....	460
XI - GLOSSÁRIO	484
XII - ANEXO.....	488
XIII - EQUIPE TÉCNICA	488

TABELAS E QUADROS

TABELA OU QUADRO	PÁG.
Tabela III.1.1-1 - Principais características técnicas do aerogerador.	35
Quadro III.2.1.1-1 - Coordenadas de centro, profundidade e declividade das 3 alternativas de loca-ção estudadas para instalação do aerogerador e da torre anemométrica.	48
Quadro III.2.1.2-1 - nálise comparativa das alternativas de subestruturas, considerando as fases de instalação, operação e desativação. Os aspectos identificados foram classificados em importância elevada (+++), média (++) e baixa (+). A coluna “outros critérios” corresponde à lista de aspetos que se consideraram relevantes do ponto de vista do custo e da disponibilidade comercial do equipamento e das infraestruturas necessárias.	54
Quadro III.2.2.1-1 - Construção, montagem e comissionamento com a descrição das principais atividades relacionadas à implantação do projeto.	61
Quadro IV-1-1 - Coordenadas geodésicas dos vértices da área de estudo representada na figura anterior.	66
Tabela IV.2-1 - Relação entre os critérios utilizados para a definição da área de estudo do meio socioeconômico e os municípios considerados.	72
Tabela V.A-1 - Legislação Ambiental Aplicável.	75
Tabela V.B-1 - Planos e Programas Governamentais – Esfera Federal.	83
Tabela V.B-2 - Planos e Programas – Esfera Estadual.	85
Tabela V.B-3 - Planos e Programas – Esfera Municipal.	86
Tabela V.1.1.1-1 - Estatística descritiva da série temporal de 2011 a 2018 da temperatura do ar na estação meteorológica INMET-Macau.	93
Tabela V.1.1.4-1 - Estatística descritiva da série temporal de 2011 a 2018 da temperatura do ar na estação meteorológica INMET-Macau.	123
Tabela V.1.2-1 - Localização e profundidade dos pontos de monitoramento de campanhas realizadas entre 2003 a 2004 para parâmetros oceanográficos da área.	127
Tabela V.1.2.1-1 - Temperatura superficial na Baía Potiguar ao longo das quatro campanhas amostrais. C1 = 1ª campanha amostral (julho de 2002), C2 = 2ª campanha amostral (maio de 2003), C3 = 3ª campanha amostral (novembro de 2003), C4 = 4ª campanha amostral (maio de 2004).	130
Tabela V.1.2.1-2 - Temperatura de fundo na Baía Potiguar ao longo das quatro campanhas amostrais.	132
Tabela V.1.2.2-1 - Salinidade superficial na Baía Potiguar ao longo das campanhas amostrais. C1 = 1ª campanha amostral (julho de 2002), C2 =	142

2ª campanha amostral (maio de 2003), C3 = 3ª campanha amostral (novembro de 2003), C4 = 4ª campanha amostral (maio de 2004).	
Tabela V.1.2.4-1 - Características dos fundeios e perfilhadores (Acoustic Doppler Current Profiler, ADCP) na Baía Potiguar.	150
Tabela V.1.2.4-2 - Parâmetros estatísticos extraídos a partir dos dados de corrente para o período de setembro de 2010 a dezembro de 2017 (campanhas 4 a 14, 16 a 22, 24 a 36, 40 a 47) na locação ST001 (meia-água).	160
Tabela V.1.2.4-3 - Parâmetros estatísticos extraídos a partir dos dados de corrente para o período de setembro de 2010 a dezembro de 2017 (campanhas 4 a 14, 16 a 22, 24 a 36, 40 e 47) na locação ST001 (fundo).	160
Tabela V.1.2.4-4 - Parâmetros estatísticos extraídos a partir dos dados horários de corrente para o período de setembro de 2010 a dezembro de 2017 (campanhas 9 a 13, 15 a 22 e 25 a 41) na locação ST002.	161
Tabela V.1.2.4-5 - Parâmetros estatísticos extraídos a partir dos dados horários de corrente para as campanhas de 2011 na estação ST003.	165
Tabela V.1.2.4-6 - Parâmetros estatísticos extraídos a partir dos dados horários de corrente para as campanhas de 2011 a 2012 na estação ST003.	165
Tabela V.1.2.4-7 - Parâmetros estatísticos extraídos a partir dos dados horários de corrente para as campanhas de 2012, 2013 e 2015 na estação ST003.	166
Tabela V.1.2.4-8 - Parâmetros estatísticos extraídos a partir dos dados horários de corrente para as campanhas de 2015 a 2016 na estação ST003.	166
Tabela V.1.2.4-9 - Parâmetros estatísticos extraídos a partir dos dados horários de corrente para as campanhas de 2012, 2013 e 2015 na estação ST003.	167
Tabela- V.1.2.5-1 - Períodos e alturas significativas do clima de ondas obtidos nas proximidades da boia do Campo Siri, Baía Potiguar, experimentalmente (a partir dos dados de mar – matutino e vespertino, durante a campanha C4), e numericamente (a partir do modelo STWAVE, correspondente aos períodos chuvosos e seco).	173
Tabela V.1.2.6-1 - Características da maré da estação maregráfica de Macau.	185
Tabela V.1.5.2-1 - Estatística descritiva dos parâmetros químicos das amostras de água coletadas em todas de acordo com a compartimentação oceânica da área, com as médias dos parâmetros para área de estudo do projeto.	235
Tabela V.1.6.2-1 - Nível de critério de avaliação NCA para ambientes externos, em dB(A).	256
Tabela V.1.6.3-1 - Média do Nível de Pressão Sonora Equivalente, em Decibel.	257

Quadro V.2.1.1-1 - Principais grupos de fitoplâncton, espécies mais abundantes e frequentes por grupo e número total de espécies registradas na Bacia de Potiguar (Petrobras, 2002-2003, 2009-2010, 2014). A negrito encontram-se as espécies presentes em todos os períodos de amostragem.	262
Quadro V.2.1.2-1 - As principais espécies comerciais pescadas na Bacia de Potiguar.	268
Quadro V.2.1.2-2 - Espécies de peixes elasmobrânquios registradas no estado do Rio Grande do Norte e no Nordeste Brasileiro. (Fonte lista de espécies: Revizee, 2006; Fonte do estatuto de conservação: (1) Portal da Biodiversidade do Brasil, 2019; (2) IUCN, 2019).	269
Quadro V.2.1.2-3 - Lista de espécies de mamíferos marinhos identificadas no litoral da área nordeste do Brasil, respectivo estatuto de conservação e classificação do seu tipo de habitat. (Fonte lista de espécies: Zerbini et al., 1999; Fonte do estatuto de conservação e tipo de habitat: (1) Portal da Biodiversidade do Brasil, 2019; (2) IUCN, 2019).	271
Quadro V.2.1.2-4 - Períodos de ocorrência (x) de pequenos e grandes cetáceos (baleias jubarte) na área de estudo (Fonte: IBAMA, 2001 e Yamamoto et al., 2002).	274
Quadro V.2.1.2-5 - Períodos de ocorrência de peixe-boi-marinho na área de estudo.	277
Quadro V.2.1.2-6 - Lista de espécies e respectivo estatuto de conservação de tartarugas marinhas que habitam a costa brasileira.	278
Quadro V.2.1.2-7 - Períodos de ocorrência e desova de quelônios (x) na área diretamente afetada pelo projeto.	280
Quadro V.2.1.3-1 - Exemplos de espécies de macrozoobentos identificadas na Bacia de Potiguar.	283
Quadro V.2.1.3-2 - Exemplos de organismos formadores de colônias em recifes da Bacia de Potiguar.	287
Quadro V.2.1.3-3 - Exemplos de organismos associados a recifes na área de influência das atividades de Ampliação do Sistema de Injeção de Água do Campo de Ubarana	288
Quadro V.2.2.1.-1 - Avifauna residente na zona costeira do estado do Rio Grande do Norte: lista de espécies, distribuição e estatuto de conservação.	290
Quadro V.2.2.2-1 - Espécies de aves migratórias no Rio Grande do Norte e área de estudo.	294
Tabela V.3.3.1-1 - Produção de pescado em Caiçara do Norte/RN, em toneladas, por tipo de petrecho em 2017.	303
Tabela V.3.3.2-1 - Produção de pescado em Galinhos/RN, em toneladas, por tipo de petrecho em 2017.	311
Tabela V.3.3.3-1 - Produção de pescado em Guamaré/RN, em toneladas, por tipo de petrecho em 2017	317

Tabela V.3.3.4-1 - Produção de pescado em Macau/RN, em toneladas, por tipo de pe-trecho em 2017.	322
Tabela VII.2.1.1 - Fatores ambientais relevantes.	347
Tabela VII.2.1.2 - Atributos para a avaliação dos impactos ambientais.	348
Tabela VII.2.1.3 - Avaliação da importância dos impactos reais.	349
Tabela VII.2.2.1-1 - Adaptação da matriz de Leopold para a identificação dos impactos reais.	351
Tabela VII.2.2.3-1 - Matriz de classificação dos impactos reais da fase de instalação	373
Tabela VII.2.2.3-2 - Matriz de classificação dos impactos reais da fase operação.	376
Tabela VII.2.2.3-3 - Matriz de classificação dos impactos reais da fase de desativação.	378
Tabela VII.2.3.1-1 - Adaptação da Matriz de Leopold para a identificação dos impactos potenciais.	381
Tabela VII.2.3.3-1 - Matriz de classificação dos impactos potenciais da fase de instalação.	392
Tabela VII.2.3.3-2 - Matriz de classificação dos impactos potenciais da fase de operação.	395
Tabela VII.2.3.3 -3 - Matriz de classificação dos impactos potenciais da fase de desativação.	396
Tabela VII.2.5-1 - Distribuição dos impactos reais e potenciais por fatores ambientais.	399
Tabela VII.2.5-2 - Distribuição da importância dos impactos reais e potenciais relevantes, por fatores ambientais.	399
Quadro VII.3.2-1 - Matriz de identificação dos riscos ambientais.	402
Tabela VII.3.3-1 - Descrição das possíveis causas.	405
Tabela VII.3.4-1 - Descrição das salvaguardas propostas.	408
Tabela VIII.1.1-1 - Medidas Mitigadoras dos Impactos Ambientais Reais para a Fase de Instalação.	413
Tabela VIII.1.1-2 - Medidas Mitigadoras dos Impactos Ambientais Reais para a Fase de Operação.	417
Tabela VIII.1.1-3 - Medidas Mitigadoras dos Impactos Ambientais Reais para a Fase de Desativação.	419
Tabela VIII.1.2-1 - Medidas Mitigadoras dos Impactos Ambientais Potenciais para a Fase de Instalação.	422
Tabela VIII.1.2-2 - Medidas Mitigadoras dos Impactos Ambientais Potenciais para a Fase de Operação	425
Tabela VIII.1.2-3 - Medidas Mitigadoras dos Impactos Ambientais Potenciais para a Fase de Desativação	426
Quadro VIII.2.1.4-1 - Conteúdo Programático do PEAT	438

FIGURAS E GRÁFICOS

FIGURAS E GRÁFICOS	PÁG.
Figura III.1.1-1 - Esquema da Planta Piloto de Geração Eólica Offshore.	31
Figura III.1.1-2 - Esquema do aerogerador e sua subestrutura.	33
Figura III.1.1-3 - Diagrama esquemático da interligação lógica entre planta piloto e sua workstation.	34
Figura III.1.1 - 4 - Torre anemométrica offshore típica.	36
Figura III.1.1. - 5 - Desenho esquemático da seção de um cabo típico.	37
Figura III.2.1.1-1 - Mapa de localização detalhada das 3 alternativas de locação propostas para a Planta Piloto.	47
Figura III.2.1.1-2 - Mapa de localização das 3 alternativas de locação em relação às plataformas e formações carbonáticas mais próximas.	47
Figura III.2.1.2-1 - Tipos de subestruturas de aerogeradores offshore.	50
Figura IV.1.1 - Delimitação da Área de Estudo (AE) considerada na fase de diagnóstico do meio biótico.	65
Figura IV.1.2 - Layout do Empreendimento.	67
Figura IV.1.3 - Delimitação das Áreas Diretamente Afetadas (ADA) consideradas na fase de diagnóstico do meio biótico.	68
Figura IV.1.4 - Delimitação das Áreas Diretamente Afetadas (ADA) consideradas na fase de diagnóstico do meio biótico-Aerogerador e Torre-Anemométrica.	68
Figura IV.1.5 - Delimitação das Áreas Diretamente Afetadas (ADA) consideradas na fase de diagnóstico do meio biótico-Fundação Tipo Jaqueta e Cabo Umbilical.	69
Figura IV.2-1 - Mapa da Localização dos Municípios da Área de Estudo.	70
Figura IV.2-2 - Mapa de Localização da Área de Estudo do Meio Socioeconômico.	71
Figura V.1.1 1- Localização das estações meteorológicas na região terrestre, no litoral setentrional do Rio Grande do Norte: Estação meteorológica do INMET-Macau; estações meteorológicas pertencentes à PETROBRAS: Estação A (Campo de Serra-Macau) e Estação B (praia do Minhoto).	88
Figura V.1.1 2- Vista geral da estação meteorológica instalada no Campo de Serra - Macau (Estação A).	89
Figura V.1.1 3 - Vista área da estação meteorológica instalada na praia do Minhoto (Estação B).	89

Figura V.1.1.1-1 - Dados da Temperatura Média Mensal (em °C) para a estações meteorológicas da PETROBRAS, Município de em Macau.	90
Figura V.1.1.1-2 - Dados da Temperatura Média Mensal (em °C) para a localidade da estação meteorológica do INMET-Macau.	91
Figura V.1.1.1-3 - Variação mensal de Temperatura para Jaguaruana (CE); Mossoró (RN) e Macau (RN) para as localidades da base do INMET.	91
Figura V.1.1.1-4 - Temperatura Média Mensal para as três séries da estação meteorológica da praia do Minhoto.	92
Figura V.1.1.1-5 - Dados da Temperatura Média Mensal (em °C) da série temporal entre 2011 e 2018 para a estação meteorológica do INMET-Macau.	92
Figura V.1.1.1-6 - Ocorrência máxima da temperatura do ar para a estação meteorológica do INMET-Macau entre os anos de 2011 a 2018.	93
Figura V.1.1.1-7 - Ocorrência mínima da temperatura do ar para a estação meteorológica do INMET-Macau entre os anos de 2011 a 2018.	94
Figura V.1.1.1-8 - Médias comparativas da série temporal de 2011 a 2018 com as normais climatológicas (1961-1990 e 1981-2010) para a estação meteorológica INMET-Macau.	94
Figura V.1.1.1-9 - Diferenças entre a normal climatológica de 1961-1990 com a normal climatológica de 1981-2010 para a estação meteorológica INMET-Macau.	95
Figura V.1.1.2-1 - Caminhamento da umidade relativa média mensal ao longo do ano a estação meteorológica INMET-Macau, durante o período de 1995-2005.	97
Figura V.1.1.2-2 - Valores de umidade relativa média mensal e anual (em %) na estação meteorológica INMET-Macau.	97
Figura V.1.1.2-3 - Dados de umidade relativa (em %) média mensal para as três séries de dados da estação da meteorológica da praia do Minhoto.	98
Figura V.1.1.2-4 - Dados de umidade relativa (em %) média mensal para as três séries de dados da estação da meteorológica da praia do Minhoto.	98
Figura V.1.1.2-5 - Médias mensais da umidade relativa do ar para a estação meteorológica do INMET-Macau para o período de 2011 a 2018, com sobreposição das normais climatológicas para o período de 1961-1990 e 1981-2010.	100
Figura V.1.1.2-6 - Médias horárias de concentração da umidade relativa do ar para a estação meteorológica do INMET-Macau para o período de 2011 a 2018, com sobreposição das normais climatológicas para o período de 1961-1990 e 1981-2010.	100

Figura V.1.1.3-1 - Climatologia do Atlântico Tropical. Temperatura climatológica média da superfície do mar (TSM em °C) e 850 hPa campo de vento (m/s) sobre a Baía Atlântica tropical para (A) para os meses de março, abril e maio e (B) para os meses de junho, julho e agosto (Utida et al., 2019).	102
Figura V.1.1.3-2 - Comportamento das precipitações mensais ao longo do ano, para o período entre 1995 a 2005 na estação meteorológica do INMET-Macau.	103
Figura V.1.1.3-3 - Climatologia da precipitação em Guamaré/RN, dados de 1962 a 2005 (PETROBRAS, 2007).	104
Figura V.1.1.3-4 - Média da precipitação mensal para a estação meteorológica do INMET-Macau para o período de 2006 a 2018, com sobreposição das normais climatológicas para o período de 1961-1990 e 1981-2010.	104
Figura V.1.1.3-5 - Ocorrência das taxas máxima de precipitação para a estação meteorológica do INMET-Macau entre os anos de 2006 a 2018.	105
Figura V.1.1.3-6 - Ocorrência das taxas mínimas de precipitação para a estação de Macau entre os anos de 2006 a 2018.	106
Figura V.1.1.4-1 - Média mensais da estrutura da ZCIT para os meses: janeiro, abril, julho e outubro (Waliser e Gautier, 1993).	107
Figura V.1.1.4-2 - Diagrama de dispersão da média anual dos ventos, para o período de 1995 a 2005, para a estação meteorológica do INMET-Macau.	109
Figura V.1.1.4-3 - Gráfico comparativo de intensidade média mensal do vento para a região de Macau entre os anos de 1977 e 1981	109
Figura V.1.1.4-4 - Diagrama comparativo de intensidade máxima, média e mínima mensal dos ventos para a série de dados da estação meteorológica da praia do Minhoto.	110
Figura V.1.1.4-5 - Diagramas de dispersão de frequência mensais de ventos gerados a partir das séries da estação meteorológica da PETROBRAS localizada na praia do Minhoto: cor rosa para o ano de 2002; cor azul marinho para o ano de 2003 e cor azul claro para o ano de 2004.	111
Figura V.1.1.4-6 - Climatologia do Vento (anemômetro V1) em Macau de 2001 a 2006.	112
Figura V.1.1.4-7 - Climatologia do Vento (anemômetro V2) em Macau de 2001 a 2006.	112
Figura V.1.1.4-8 - Diagrama de dispersão diária dos ventos para o período de agosto a dezembro de 2001, para a estação meteorológica do Campo Serra-Macau (Estação-A).	113
Figura V.1.1.4-9 - Diagrama de dispersão diária dos ventos para o período de fevereiro a dezembro de 2002, para a estação meteorológica do Campo Serra-Macau (Estação-A).	114

Figura V.1.1.4-10 - Diagrama de dispersão diária dos ventos para o período de janeiro a setembro de 2003, para a estação meteorológica do Campo Serra-Macau (Estação-A).	115
Figura V.1.1.4-11 - Diagrama de dispersão diária dos ventos para o período de junho a agosto de 2004, para a Estação Meteorológica do Campo Serra-Macau (Estação A).	116
Figura V.1.1.4-12 - Diagrama de dispersão diária dos ventos para o período de setembro a dezembro de 2003, para a estação meteorológica da Praia do Minhoto (Estação-B).	117
Figura V.1.1.4-13 - Diagrama de dispersão diária dos ventos para o período de janeiro a dezembro de 2004, para a estação meteorológica da Praia do Minhoto (Estação-B).	118
Figura V.1.1.4-14 - Diagrama de dispersão diária dos ventos para o período de janeiro a dezembro de 2005, para a estação meteorológica da Praia do Minhoto (Estação-B).	119
Figura V.1.1.4-15 - Características dos padrões de ventos na região da PUB-2, para os ventos a 10 m para todo o período, de setembro de 2010 a dezembro de 2018.	121
Figura V.1.1.4-16 - Características dos padrões de ventos da PUB-2, para os ventos a 10 m, nos períodos de setembro a abril e maio a agosto (PETROBRAS, 2019).	121
Figura V.1.1.4-17 - Localização do ponto de grade dos dados das componentes de ventos U e V10 do modelo global ERA-Interim (2019). Fonte: Batimetria da Plataforma Continental Brasileira (CPRM, 2017), shapefile do Campo de Ubarana (ANP, 2019)	122
Figura V.1.1.4-18 - Comportamento mensal da intensidade dos ventos em mar (U10) durante o ano de 2018 (ERA-Interim, 2019)	122
Figura V.1.1.4-19 - Frequência de ocorrência mensal (%) da intensidade dos ventos (m/s) para o ponto de grade em mar para o ano de 2018 (ERA-Interim, 2019).	124
Figura V.1.1.4-20 - Distribuição do padrão das direções médias ao longo do ano de 2018 (ERA-Interim, 2019).	125
Figura V.1.1.4-21 - Frequência de ocorrência mensal (%) das direções média dos ventos (°) para o ponto de grade em mar para o ano de 2018 (ERA-Interim, 2019).	126
Figura V.1.2 1 - Localização dos pontos de monitoramento de campanhas realizadas entre 2003 a 2004 para parâmetros oceanográficos da área adjacente ao projeto piloto para geração eólica offshore.	128
Figura V.1.2.1-1 - Distribuições horizontais de temperatura superficial na Baía Potiguar ao longo das quatro campanhas amostrais: C1 = 1ª campanha amostral (julho de 2002), C2 = 2ª campanha amostral (maio de 2003), C3 = 3ª campanha amostral (novembro de 2003), C4 = 4ª campanha amostral (maio de 2004).	129

<p>Figura V.1.2.1-2 - Temperatura superficial para os agrupamentos de estações da malha de caracterização (Costeira, Plataforma Interna, Borda de Talude e Talude) da Baía Potiguar, ao longo das quatro campanhas amostrais: C1 = 1ª campanha amostral (julho de 2002), C2 = 2ª campanha amostral (maio de 2003), C3 = 3ª campanha amostral (novembro de 2003), C4 = 4ª campanha amostral (maio de 2004). Fonte: PETROBRAS (2007).</p>	<p>130</p>
<p>Figura V.1.2.1-3 - Mediana, mínimo e máximo para a temperatura próximo à superfície, medidos nas estações da malha de monitoramento, agrupadas de acordo com a distância dos pontos de lançamento dos emissários (Grupo 1, Grupo 2 e Grupo 3).</p>	<p>131</p>
<p>Figura V.1.2.1-4 - Distribuições horizontais de temperatura próxima ao fundo na Baía Potiguar ao longo das quatro campanhas amostrais: C1 = 1ª campanha amostral (julho de 2002), C2 = 2ª campanha amostral (maio de 2003), C3 = 3ª campanha amostral (novembro de 2003), C4 = 4ª campanha amostral (maio de 2004). Fonte: PETROBRAS (2007).</p>	<p>132</p>
<p>Figura V.1.2.1-5 - Temperatura próxima ao fundo nos agrupamentos de estações da malha de caracterização (Costeira, Plataforma Interna, Borda de Talude e Talude) da Baía Potiguar, ao longo das quatro campanhas amostrais: C1 = 1ª campanha amostral (julho de 2002), C2 = 2ª campanha amostral (maio de 2003), C3 = 3ª campanha amostral (novembro de 2003), C4 = 4ª campanha amostral (maio de 2004). Fonte: PETROBRAS (2007).</p>	<p>133</p>
<p>Figura V.1.2.1-6 - Temperatura próxima ao fundo para os agrupamentos de estações da malha de monitoramento (Grupos 1 – estações de coleta mais distantes dos difusores dos emissários I e II, 2 -- estações de coleta localizadas no entorno (até 500 m) do difusor do emissário I e 3 - estações de coleta localizadas no entorno (até 500 m) do difusor do emissário II) da Baía Potiguar, ao longo das quatro campanhas amostrais: C1 = 1ª campanha amostral (julho de 2002), C2 = 2ª campanha amostral (maio de 2003), C3 = 3ª campanha amostral (novembro de 2003), C4 = 4ª campanha amostral (maio de 2004). Fonte: PETROBRAS (2007)</p>	<p>134</p>
<p>Figura V.1.2.1-7 - Valores mensais mínimos, máximos e médios de TSM para os anos de 2009 e 2010, para toda a área da plataforma continental (isóbatas de 0-60m). dados obtidos diretamente da análise estatística do conjunto de imagens mensais do AQUA-MODIS para os anos de 2009 e 2010. Fonte: PETROBRAS (2011).</p>	<p>135</p>
<p>Figura V.1.2.1-8- Histograma de frequências dos valores médios de TSM adquiridos pelo sensor AQUA-MODIS para a região da plataforma continental nos anos de 2009 (A) e 2010 (B). Fonte: PETROBRAS (2011).</p>	<p>136</p>

<p>Figura V.1.2.1-9 - Imagem do sensor AQUA-MODIS das médias diárias de TSM para os anos de 2009 (A) e 2010 (B). As linhas mais espessas em preto demarcam os limites entre a plataforma e o talude continental aproximadamente entre a isóbatas de 0 – 60 m, como também com o oceano aberto aproximadamente entre a isóbatas de 60 - 2000 m. Fonte: PETROBRAS (2011).</p>	136
<p>Figura V.1.2.1-10 - Média da TSM em 2014, obtidas diretamente do sensor AQUA-MODIS para a plataforma continental setentrional do Rio Grande do Norte. Fonte: PETROBRAS (2015).</p>	137
<p>Figura V.1.2.1-11 - Imagens AQUA-MODIS com as médias semestrais (A, B) de TSM na região da plataforma continental setentrional do Rio Grande do Norte. Fonte: PETROBRAS (2015).</p>	138
<p>Figura V.1.2.1-12 - Imagens do AQUA-MODIS com as médias mensais da concentração de clorofila-a, TSM e Produtividade Primária integrada na zona eutrófica para o ano de 2014, na região da plataforma continental setentrional do Rio Grande do Norte.</p>	139/140
<p>Figura V.1.2.2-1 - Distribuições horizontais de salinidade superficial na Baía Potiguar ao longo das quatro campanhas amostrais: C1 = 1ª campanha amostral (julho de 2002), C2 = 2ª campanha amostral (maio de 2003), C3 = 3ª campanha amostral (novembro de 2003), C4 = 4ª campanha amostral (maio de 2004).</p>	141
<p>Figura V.1.2.2-2 - Salinidade superficial nos agrupamentos de estações da malha de caracterização (Costeira, Plataforma Interna, Borda de Talude e Talude) da Baía Potiguar, ao longo das quatro campanhas amostrais: C1 = 1ª campanha amostral (julho de 2002), C2 = 2ª campanha amostral (maio de 2003), C3 = 3ª campanha amostral (novembro de 2003), C4 = 4ª campanha amostral (maio de 2004).</p>	143
<p>Figura V.1.2.2-3 - Salinidade superficial para os agrupamentos de estações da malha de monitoramento (Grupos 1 – estações de coleta mais distantes dos difusores dos emissários I e II, 2 -- estações de coleta localizadas no entorno (até 500 m) do difusor do emissário I e 3 - estações de coleta localizadas no entorno (até 500 m) do difusor do emissário II) da Baía Potiguar, ao longo das quatro campanhas amostrais: C1 = 1ª campanha amostral (julho de 2002), C2 = 2ª campanha amostral (maio de 2003), C3 = 3ª campanha amostral (novembro de 2003), C4 = 4ª campanha amostral (maio de 2004).</p>	144
<p>Figura V.1.2.2-4 - Distribuições horizontais de salinidade próxima ao fundo na Baía Potiguar, ao longo das quatro campanhas amostrais: C1 = 1ª campanha amostral (julho de 2002), C2 = 2ª campanha amostral (maio de 2003), C3 = 3ª campanha amostral (novembro de 2003), C4 = 4ª campanha amostral (maio de 2004).</p>	145
<p>Figura V.1.2.2-5 - Salinidade próxima ao fundo nos agrupamentos de estações da malha de caracterização (Costeira, Plataforma</p>	146

<p>Interna, Borda de Talude e Talude) da Baía Potiguar, ao longo das quatro campanhas amostrais: C1 = 1ª campanha amostral (julho de 2002), C2 = 2ª campanha amostral (maio de 2003), C3 = 3ª campanha amostral (novembro de 2003), C4 = 4ª campanha amostral (maio de 2004).</p>	
<p>Figura V.1.2.2-6 - Salinidade próxima ao fundo para os agrupamentos de estações da malha de monitoramento (Grupos 1 – estações de coleta mais distantes dos difusores dos emissários I e II, 2 -- estações de coleta localizadas no entorno (até 500 m) do difusor do emissário I e 3 - estações de coleta localizadas no entorno (até 500 m) do difusor do emissário II) da Baía Potiguar, ao longo das quatro campanhas amostrais: C1 = 1ª campanha amostral (julho de 2002), C2 = 2ª campanha amostral (maio de 2003), C3 = 3ª campanha amostral (novembro de 2003), C4 = 4ª campanha amostral (maio de 2004).</p>	147
<p>Figura V.1.2.3-1 - Diagrama T-S esquemático, mostrando a presença da Água Tropical (AT), da Água Central do Atlântico Sul (ACAS), da Água de Máxima Salinidade (AMS) e da Água Intermediária Antártica (AIA), na Baía Potiguar ao longo das quatro campanhas amostrais: C1 = 1ª campanha amostral (julho de 2002), C2 = 2ª campanha amostral (maio de 2003), C3 = 3ª campanha amostral (novembro de 2003), C4 = 4ª campanha amostral (maio de 2004)</p>	149
<p>Figura V.1.2.4-1 - Localização dos fundeios realizados pela PETROBRAS a partir de 2001, com destaque para os fundeios: 4, 5 e 6 nas proximidades do Campo de Ubarana e área do projeto piloto para geração eólica offshore.</p>	151
<p>Figura V.1.2.4-2 - Histograma direcionais das séries temporais de intensidade e direção de correntes superficial registradas pelos ADCPs nos fundeios 4, 5 e 6. As escalas de cores indicam as frequências em relação ao número total de observações de cada série (em %). A intensidade de corrente é representada pelos círculos tracejados concêntricos, com valores indicados em vermelho (em cm/s).</p>	152
<p>Figura V.1.2.4-3 - Diagramas de barra/direção do vetor velocidade de corrente (a, b), diagrama de dispersão (c, d), e frequência de ocorrência da direção do vetor corrente em função dos estágios de maré (PM = Preamar, VZ = Vazante, BM = Baixa-mar, e EN = Enchente) (e, f) na Baía Potiguar, durante a campanha oceanográfica C2, maio de 2003 (período chuvoso)</p>	154
<p>Figura V.1.2.4-4 - Diagramas de barra/direção do vetor velocidade de corrente (a, b), diagrama de dispersão (c, d), e frequência de ocorrência da direção do vetor corrente em função dos estágios de maré (PM = Preamar, VZ = Vazante, BM = Baixa-mar, e EN =</p>	156

Enchente) (e, f) na Baía Potiguar, durante a campanha oceanográfica C4, maio de 2004 (período chuvoso).	
Figura V.1.2.4-5 - Localização das estações de medições para os parâmetros oceanográficos: correntes, ondas e marés da área adjacente a área adjacente ao projeto piloto para geração eólica offshore.	157
Figura V.1.2.4-6 - Rosa de correntes (dados horários) à meia água para horários sinóticos e diagrama de frequência de ocorrência, intensidade (m/s) x direção (°), em % nos horários semisinóticos das campanhas de 2010 a 2019 para a estação ST001.	158
Figura V.1.2.4-7 - Rosa de correntes (dados horários) próximo ao fundo para horários sinóticos e diagrama de frequência de ocorrência, intensidade (m/s) x direção (°), em % nos horários semisinóticos das campanhas de 2010 a 2019 para a estação ST001.	158
Figura V.1.2.4-8 - Rosa de correntes (dados horários) para horários sinóticos e diagrama de frequência de ocorrência, intensidade (m/s) x direção (°), em % nos horários semisinóticos das campanhas de 2011 a 2017 para a estação ST002.	159
Figura V.1.2.4-9 - Rosa de correntes para valores horários da estação ST003 para todas as campanhas realizadas no período de 2011 a 2017).	162
Figura V.1.2.4-10 - Diagrama de frequência de ocorrência, intensidade (m/s) x direção (°), em % para valores horários da estação ST003 para todas as campanhas realizadas no período de 2011 a 2017	163/164
Figura V.1.2.4-11 - Espectro de frequência das componentes Leste-Oeste (Ve) e Norte-Sul (Vn) para corrente à meia água (direito) e próxima ao fundo (esquerdo) na estação ST001, com base nos dados de novembro de 2011 a janeiro de 2012.	167
Figura V.1.2.4-12 - Espectro de frequência das componentes Leste-Oeste (Ve) e Norte-Sul (Vn) da corrente na estação ST002, com base nos dados de novembro de 2011 a janeiro de 2012.	168
Figura V.1.2.4-13 - Espectro de frequência das componentes Leste-Oeste (Ve) e Norte-Sul (Vn) da corrente na estação ST003, com base nos dados de novembro de 2011 a janeiro de 2012.	168
Figura V.1.2.5-1 - Periodograma de onda matutino (8 hrs) típico da estação Siri, obtido no dia 28/05/2004, durante a campanha C4 (PETROBRAS, 2007).	170
Figura V.1.2.5-2 - Periodograma de onda vespertino (16 hrs) típico da estação Siri, obtido no dia 28/05/2004, durante a campanha C4 (PETROBRAS, 2007).	171
Figura V.1.2.5-3 - Evolução espacial da altura da onda e do vetor direção de onda na Baía Potiguar – RN. Período seco, com	172

predominância de ventos mais intensos na campanha C3, durante novembro de 2003 (PETROBRAS, 2007).	
Figura V.1.2.5-4 - Evolução espacial da altura da onda e do vetor direção de onda na Baía Potiguar – RN. Período chuvoso, com predominância de ventos menos intensos na campanha C4, durante maio de 2004 (PETROBRAS, 2007).	172
Figura V.1.2.5-5 - Mapa batimétrico da região usado para o modelo computacional com as isolinhas (Matos et al., 2019).	174
Figura V.1.2.5- 6 - Distribuição anual da altura significativa (Hs) do clima de ondas do PT_1 entre 2010 a 2015 (Matos et al., 2019).	175
Figura V.1.2.5-7 - Caracterização anual do período médio (Tmed) do clima de ondas do PT_1 entre 2010 a 2015 (Matos et al., 2019).	175
Figura V.1.2.5-8 - Distribuição anual da altura significativa (Hs) do clima de ondas do PT_2 entre 2010 a 2015 (Matos et al., 2019).	176
Figura V.1.2.5-9 - Caracterização anual do período médio (Tmed) do clima de ondas do PT_2 entre 2010 a 2015 (Matos et al., 2019).	176
Figura V.1.2.5-10 - Distribuição anual da altura significativa (Hs) do clima de ondas do PT_3 entre 2010 a 2015 (Matos et al., 2019).	177
Figura V.1.2.5- 11 - Caracterização anual do período médio (Tmed) do clima de ondas do PT_3 entre 2010 a 2015 (Matos et al., 2019).	177
Figura V.1.2.5-12 - Frequência de ocorrência das principais direções das estações costeiras: PT_1, PT_2 e PT_3 entre os anos de 2010 a 2015 (Matos et al., 2019).	178
Figura V.1.2.5-13 - Rosas de onda para o período de 09/2010 a 12/2018 com altura significativa (Hs) (superior) período de pico (Tp) (inferior). A direção utilizada é direção na frequência de pico (DirTp). Dados para horário semisinótico (PETROBRAS, 2019).	179
Figura V.1.2.5- 14 - Frequência de ocorrência em percentagem para Hs x DirTp para ondas de 09/2010 a 12/2018 em horários sinóticos (PETROBRAS, 2019).	179
Figura V.1.2.5- 15 - Frequência de ocorrência em percentagem para Hs x Tp para ondas de 09/2010 a 12/2018 em horários sinóticos (PETROBRAS, 2019).	180
Figura V.1.2.5- 16 - Frequência de ocorrência em percentagem para Tp x DirTp para ondas de 09/2010 a 12/2018 em horários sinóticos (PETROBRAS, 2019).	180
Figura V.1.2.5-17 - Exemplo de espectro de swell em frente à praia do Minhoto (PETROBRAS, 2019).	181
Figura V.1.2.5- 18 - Exemplo de espectro de sea em frente à praia do Minhoto (PETROBRAS, 2019).	181
Figura V.1.2.5- 19 - Exemplo de espectro bimodal em frente à praia do Minhoto (PETROBRAS, 2019).	182
Figura V.1.2.5-20 - Exemplo de espectro bimodal em frente à praia do Minhoto com pico principal de sea (PETROBRAS, 2019).	182

Figura V.1.2.5-21 - Exemplo de espectro bimodal em frente à praia do Minhoto com pico principal de swell (PETROBRAS, 2019).	183
Figura V.1.2.5-22 - Exemplo de espectro bimodal em frente à praia do Minhoto onde os dois picos estão na mesma frequência, mas com direção predominante diferentes (PETROBRAS, 2019).	183
Figura V.1.2.5-23 - Painel superior: altura significativa (Hm0). Meio: período de pico (Tp) e período médio (Tm02). Painel inferior: direção média (DirMean) e direção predominante na frequência de pico (DirTp) (PETROBRAS, 2019).	184
Figura V.1.2.6-1 - Variação do nível da maré. Onde o Nível de Referência (NR), é o existente na Carta Náutica N°702. DHN - Porto de Macau.	184
Figura V.1.2.6-2 - Variações anuais da maré (2007 a 2018) para a estação maregráfica do Porto de Guamaré-RN (DHN, 2019)	186
Figura V.1.2.6-3 - Nível d'água medido pelo marégrafo de 04/2013 a 12/2016 na estação frontal a Guamaré (PETROBRAS, 2019).	187
Figura V.1.2.6-4 - Nível d'água medido pelo marégrafo de 01/2016 a 12/2019 na estação frontal a Guamaré (PETROBRAS, 2019).	188
Figura V.1.3-1 - Localização do Campo de Ubarana no contexto do ambiente tectônico Bacia Potiguar no Nordeste do Brasil	189
Figura V.1.3-2 - Mapa esquemático do arcabouço estrutural da Bacia Potiguar. Fonte: PETROBRAS (2006)	191
Figura V.1.3-3 - Arcabouço tectônico da Bacia Potiguar no Neocomiano. As setas indicam a direção geral dos esforços de extensão principal de abertura do Rifte Potiguar (Cremonini, 1993).	191
Figura V.1.3-4 - Arcabouço tectônico da Bacia Potiguar no Mesocampaniano. As setas indicam a direção geral do movimento transcorrente (Cremonini, 1993).	192
Figura V.1.3-5 - Arcabouço tectônico da Bacia Potiguar no Terciário. As setas indicam a direção geral dos esforços de compressão principal (Cremonini, 1993).	193
Figura V.1.3-6 - Arcabouço tectônico da porção norte da Bacia Potiguar, parte submersa, exibindo os principais falhamentos, altos e grabens da região.	195
Figura V.1.3-7 - Diagrama do perfil estratigráfico da Bacia Potiguar (Pessoa Neto et al., 2007).	197
Figura V.1.3-8 - Perfil esquemático representando a parte emersa da Bacia Potiguar (Bertani et al., 1990).	198
Figura V.1.3-9 - Cenários deposicionais do Mioceno Inferior/Médio, Mioceno Médio e Mioceno Superior/Pleistoceno da Bacia Potiguar (Compilado de Pessoa Neto, 2003).	199
Figura V.1.3-10 - Colunas estratigráficas dos prospectos com locação no Campo de Ubarana (7-UB-119D, 7-UB-120D e 7-UB-121D) (ver Seção II.2). Legenda: verde escuro – folhelho; verde claro	200

– argilito; amarelo arenito; azul - calcarenito; azul claro – calcilito; marrom – siltito; roxo - basalto e diabásio.	
Figura V.1.3.1-1 - Subdivisões da plataforma continental do Rio Grande do Norte (Gomes e Vital, 2010)	203
Figura V.1.3.1-2 - Carta sedimentológica para a plataforma continental da Bacia Potiguar adjacente aos municípios de Guamaré e Macau do Nordeste do Brasil (Adaptado de Vital et al., 2005b).	205
Figura V.1.3.1-3 - Mapa faciológico batimétrico do Campo de Ubarrana na Bacia Potiguar	207
Figura V.1.4.1- 1 - Modelo Digital de Terreno (MDE), mostrando a geomorfologia ao longo do litoral setentrional do Rio Grande do Norte.	209
Figura V.1.4.1- 2 - Modelo Digital de Terreno (MDE) combinado à uma imagem Landsat 7 ETM+, composição RGB-345, mostrando as principais feições geomorfológicas da Bacia Potiguar.	211
Figura V.1.4.2-1 - A imagem da esquerda diz respeito as falésias entre a Serra do Mel; enquanto aquela da direita são as Bermas entre Porto do Mangue e Areia Branca/RN, mostrando feições abruptas e escarpadas.	212
Figura V.1.4.3-1 - A vista aérea da esquerda registra a planície de inundação estuarina e terraços estuarinos da região da Ponta do Tubarão, Município de Macau/RN; Enquanto aquela da direita apresenta o aspecto geral das planícies flúvio-estuarinas ocupadas por extensas salinas, Município de Macau.	213
Figura V.1.4.4-1 - Vista aérea da planície de maré, Município de Diogo Lopes, com destaque para os bancos lamosos emersos na baía.	214
Figura V.1.4.5-1 - A imagem da esquerda (A) apresenta o aspecto geral da barra are-nosa emersa do Amaro; enquanto que aquela da direita (B) diz respeito a Ilha barreira da Barra do Corta Cachorro, entre o mar e o rio Casqueira.	215
Figura V.1.4.6 - 1- A imagem da esquerda ilustra o aspecto geral do campo de dunas móveis recentes e a formação de pequenas barcanas no pós-praia; enquanto que aquela da direita evidencia os campos de dunas móveis no Município de Guamaré.	216
Figura V.1.4.6-2 - Modelo Digital de Elevação (MDE) combinado com a imagem Landsat 7 ETM+RGB 321, mostrando o campo de dunas entre Guamaré e Diogo Lopes.	218
Figura V.1.4.7-1 - Retirada da areia de praia do pós-praia pelo vento para formação dos campos de dunas.	219
Figura V.1.4.8-1 - A) Mapa batimétrico da Bacia Potiguar imersa, destacando em: a, Coroa das Lavadeiras; b, Urca do Minhoto; c, Campo de dunas subaquosas; d, Coroa Branca; e, vale inciso do Rio Açú; f, vale inciso do Rio Apodi. Setas indicam entrâncias nas bordas	221

do vale. (B) Superfície de tendência batimétrica regional da plataforma continental. (C) Perfis batimétricos (A-B, C-D, E-F, G-H, I-J, L-M, N-O, P-Q) indicam mudanças no relevo sob ocorrência de falhas. O sistema de falhas foi compilado de Angelim (2006): (1) Afonso Bezerra; (2) Carnaubais; (3) Macau; (4) Ubarana; (5) Pescada; (6) Borda da Bacia.	
Figura V.1.4.8-2- Modelo Digital do Terreno destacando a delimitação da plataforma continental em suas divisões em plataforma interna, média e externa (Gomes e Vital 2010).	222
Figura V.1.4.8-3 - Imagem Landsat 7-ETM+ destacando as principais feições geomorfológicas (Modificado de Vital et al. 2008) sobre a plataforma continental setentrional do Rio Grande do Norte. A) Campos de Dunas longitudinais simétricas e assimétricas; B) Dunas subaquáticas longitudinais paralelas à costa; C) Paleocanais do Rio Açu (leste) e Rio Mossoró (oeste); D) Campos de Dunas transversais; E) Linhas de rochas praias (beachrocks); F) Corpos arenosos marinho raso isolados.	223
Figura V.1.4.8-4 - A) Modelo Digital de Terreno e imagem da linha dos arenitos praias (beachrocks) localizadas próximo à quebra da plataforma. B) Rochas praias acima do atual nível do mar.	224
Figura V.1.4.8-5 - A) Corpo arenoso submerso isolado – Coroa das Lavadeiras; B) Campo de dunas.	225
Figura V.1.4.8-6- Modelo Digital de Terreno na região do rio Apodi e do seu paleovale sobre a plataforma continental (Gomes e Vital 2010).	227
Figura V.1.4.8-7- A) Mapa da batimetria em curvas de isóbatas; e, (B) Modelo Digital de Terreno na região do paleovale do rio Açu sobre a plataforma continental interna (em tons vermelho-amarelados), média (em tons verdes) e externa (em tons azuis) (Gomes e Vital 2010).	227
Figura V.1.5.1-1 - Mapa de localização das estações de amostragens dos parâmetros físicos e químicos da Bacia Potiguar em maio de 2004.	228
Figura V.1.5.1-2 Mapa de transparência da água em enquadramento da região ao entorno da área adjacente ao projeto piloto para geração eólica offshore	229
Figura V.1.5.1-2 - Mapa de localização dos pontos de amostragem do projeto de monitoramento ambiental regional da Bacia Potiguar, com destaque para o ponto MR22, localizado próximo do local de instalação do aerogerador, situado no contexto da área do Campo de Exploração de Ubarana.	230
Figura V.1.5.1-3 - Valores da transparência da coluna d'água (secchi, em metros) da água nas estações de coleta das campanhas de monitoramento ambiental regional da Bacia Potiguar em 2009 (outubro, período seco), destacando o ponto MR22 localizado	231

próximo das mediações do projeto piloto para geração eólica offshore.	
Figura V.1.5.1-4 - Valores da transparência da coluna d'água (secchi, em metros) da água nas estações de coleta das campanhas de monitoramento ambiental regional da Bacia Potiguar em 2010 (abril-maio, período seco), destacando o ponto MR22 localizado próximo das mediações do projeto piloto para geração eólica offshore..	231
Figura V.1.5.1-5 - Valores da transparência (secchi, em metros) da água nas estações de coleta das campanhas de monitoramento ambiental regional da Bacia Potiguar em 2014 (janeiro, início do período chuvoso), destacando o ponto MR22 localizado próximo das mediações do projeto piloto para geração eólica offshore	232
Figura V.1.5.1-6 - Valores da transparência (secchi, em metros) da água nas estações de coleta das campanhas de monitoramento ambiental regional da Bacia Potiguar em 2014 (julho, início do período seco), destacando o ponto MR22 localizado próximo das mediações do projeto piloto para geração eólica offshore	233
Tabela V.1.5.2-1 - Estatística descritiva dos parâmetros químicos das amostras de água coletadas em todas de acordo com a compartimentação oceânica da área, com as médias dos parâmetros para área de estudo do projeto.	235
Figura V.1.5.3-1 - Variação espacial e temporal do oxigênio dissolvido (mL.L-1) na Bacia Potiguar, em amostras de água coletadas na superfície, em julho de 2002, maio de 2003, novembro de 2003 e maio de 2004, com destaque para a Plataforma Interna (quadro vermelho), que caracteriza as campanhas próximas à área de influência do projeto piloto para geração eólica offshore.	236
Figura V.1.5.3-2 - Variação espacial e temporal do oxigênio dissolvido (mg/L) obtidos nas estações de coleta das campanhas de monitoramento ambiental regional da Bacia Potiguar em 2009 (outubro, período seco), destacando o ponto MR22 localizado próximo das mediações do projeto piloto para geração eólica offshore	237
Figura V.1.5.3-3 - Variação espacial e temporal do oxigênio dissolvido (mg/L) obtidos nas estações de coleta das campanhas de monitoramento ambiental regional da Bacia Potiguar em 2010 (maio-abril, período chuvoso), destacando o ponto MR22 localizado próximo das mediações do projeto piloto para geração eólica offshore.	238
Figura V.1.5.3-4 - Variação espacial e temporal do oxigênio dissolvido (mg/L) obtidos nas estações de coleta das campanhas de monitoramento ambiental regional da Bacia Potiguar em 2014	239

(junho), destacando o ponto MR22 localizado próximo das mediações do projeto piloto para geração eólica offshore.	
Figura V.1.5.3-5 - Variação espacial e temporal do oxigênio dissolvido (mg/L) obtidos nas estações de coleta das campanhas de monitoramento ambiental regional da Baía Potiguar em 2014 (janeiro), destacando o ponto MR22 localizado próximo das mediações do projeto piloto para geração eólica offshore.	239
Figura V.1.5.4-1 - Distribuição espacial e temporal do material particulado em suspensão (mg.L-1) na Baía Potiguar, em amostras de água coletadas na superfície, em julho de 2002 (C1), maio de 2003 (C2), novembro de 2003 (C3) e maio de 2004 (C4), com destaque para a Plataforma Interna (quadro vermelho), que caracteriza as campanhas próximas à área de influência do projeto piloto para geração eólica offshore.	240
Figura V.1.5.4-2 - Medianas, mínimos e máximos do material particulado em suspensão, em amostras de água coletadas em diferentes profundidades da compartimentação oceânica, nas estações de caracterização ambiental da Baía Potiguar, em julho de 2002 (C1), maio de 2003 (C2), novembro de 2003 (C3) e maio de 2004 (C4), destacando os valores do transecto: Plataforma interna onde encontra-se a área de influência do projeto piloto para geração eólica offshore.	241
Figura V.1.5.4-3 - Imagens de sedimento em suspensão (mapa à esquerda) e transparência da água (mapa à direita) no dia 22/05/2005. A distribuição dos dutos offshore e os pontos de amostragem da campanha de caracterização e monitoramento da Baía Potiguar, próximos à área de influência do projeto piloto para geração eólica offshore (destaque em vermelho).	242
Figura V.1.5.4-4 - Imagens de sedimento em suspensão (mapa à esquerda) e transparência da água (mapa à direita) no dia 22/05/2005 no dia 29/05/2005. A distribuição dos dutos offshore e os pontos de amostragem da campanha de caracterização e monitoramento da Baía Potiguar, próximos à área de influência do projeto piloto para geração eólica offshore (destaque em vermelho)	242
Figura V.1.5.4- 5 - Distribuição espacial dos valores de MPS (mg/L) nas estações de coleta das campanhas de monitoramento ambiental regional da Baía Potiguar em 2010 (outubro, período seco), destacando o ponto MR22 localizado próximo das mediações do projeto piloto para geração eólica offshore.	243
Figura V.1.5.4- 6 - Distribuição espacial dos valores de MPS (mg/L) nas estações de coleta das campanhas de monitoramento ambiental regional da Baía Potiguar em 2010 (maio-abril, período chuvoso), destacando o ponto MR22 localizado próximo das mediações do projeto piloto para geração eólica offshore.	244

Figura V.1.5.4- 7 - Distribuição espacial dos valores de MPS (mg/L) obtidos nas estações de coleta das campanhas de monitoramento ambiental regional da Baía Potiguar em 2014 (janeiro), destacando o ponto MR22 localizado próximo das mediações do projeto piloto para geração eólica offshore	245
Figura V.1.5.4-8 - Distribuição espacial dos valores de MPS (mg/L) obtidos nas estações de coleta das campanhas de monitoramento ambiental regional da Baía Potiguar em 2014 (junho), destacando o ponto MR22 localizado próximo das mediações do projeto piloto para geração eólica offshore.	245
Figura V.1.5.5-1 - Imagem da concentração de Clorofila-a na Superfície do Mar do sensor AQUA-MODIS referente ao dia 18/05/2005. A distribuição dos dutos offshore e os pontos de amostragem da campanha de caracterização e monitoramento da Baía Potiguar estão representados	247
Figura V.1.5.5-2 - Imagem da concentração de Clorofila-a na Superfície do Mar do sensor AQUA-MODIS referente ao dia 22/05/2004. A distribuição dos dutos offshore e os pontos de amostragem da campanha de caracterização e monitoramento da Baía Potiguar estão representados.	248
Figura V.1.5.5-3 - Imagem da concentração de Clorofila-a na Superfície do Mar do sensor AQUA-MODIS referente ao dia 29/05/2004. A distribuição dos dutos offshore e os pontos de amostragem da campanha de caracterização e monitoramento da Baía Potiguar estão representados.	249
Figura V.1.5.5-4 - Imagem da concentração de Clorofila-a na Superfície do Mar do sensor AQUA-MODIS referente ao dia 03/06/2004. A distribuição dos dutos offshore e os pontos de amostragem da campanha de caracterização e monitoramento da Baía Potiguar estão representados.	251
Figura V.1.5.5-5 - Imagens do sensor AQUA-MODIS para clorofila-a durante as campanhas oceanográficas de monitoramento regional em outubro de 2009 (período seco) na plataforma continental norte do Rio Grande do Norte.	252
Figura V.1.5.5-6 - Imagens do sensor AQUA-MODIS para clorofila-a durante as campanhas oceanográficas de monitoramento regional em maio de 2010 (período chuvoso) na plataforma continental norte do Rio Grande do Norte.	253
Figura V.1.6.1-1 - Imagem ilustrativa dos equipamentos: Dosímetro Quest Q-400 e (esquerda) e Dosímetro Quest QC- 10 (direita).	254
Gráfico V.1.6.3-1 - NCA com base na Norma 10.151.	257
Figura V.2.1.1-1 - Composição fitoplanctônica das águas costeiras da Baía de Potiguar.	261

Figura V.2.1.1-2 - Valores da concentração de Clorofila a (Cla) na baía Potiguar durante os períodos de amostragem a) 2009-2010 e b) 2014	263
Figura V.2.1.1-3 - Número de espécies da classe Copepoda por classes de tamanho zooplâncton e período de amostragem. Microzooplâncton <64µm; mesozooplâncton <120 µm; macrozooplâncton <300 µm. Esquerda: Zooplâncton e Direita: Zoonêuston.	265
Figura V.2.1.2-1 - Distribuição das larvas de peixes agrupadas por família, com densidades superiores a 1%. Dados obtidos a partir das quatro campanhas de caracterização ambiental da Baía de Potiguar realizadas em julho de 2002, maio e novembro de 2003 e maio de 2004.	267
Figura V.2.1.2-2 - Esquema da distribuição histórica e atual do peixe-boi ao longo do litoral Nordeste do Brasil. O detalhe mostra as ocorrências de encalhes de filhotes.	276
Figura V.2.1.2-3 - Rotas migratórias da tartaruga verde (<i>Chelonia mydas</i>) entre a ilha Ascensão e a costa Brasileira.	279
Figura V.2.1.3-1 - Número de espécies e respectiva percentagem relativa registrada em cada divisão de macrofitobentos.	281
Figura V.2.2.2-1 - Mapa das principais rotas de aves migratórias no Brasil.	292
Figura V.2.2.2-2 - Áreas importantes para as aves migratórias no estado do Rio Grande do Norte.	293
Figura V.3.3.1-1 - Embarcações variadas na praia de Caiçara do Norte/RN.	302
Figura V.3.3.1-2 - Peixe dourado desembarcado em Caiçara do Norte/RN.	303
Figura V.3.3.1-3 - Ova do peixe-voador (<i>Hirundichthys affinis</i>).	304
Figura V.3.3.1-4 - Peixe voador após o processo de secagem.	305
Figura V.3.3.1-5 - Fachada da Colônia de Pescadores de Caiçara do Norte Z-01.	306
Figura V.3.3.2-1 - Embarcações componentes da frota pesqueira de Galinhos/RN	309
Figura V.3.3.2-2 - Pescador remendando sua rede tainheira em Galinhos/RN.	310
Figura V.3.3.2-3 - Jereré utilizado para captura do peixe-voador.	312
Figura V.3.3.3-1 - Canoas que compõem a frota pesqueira de Guamaré/RN.	315
Figura V.3.3.3-2 - Desembarque de tainha, saúna e caícos em Guamaré/RN.	316
Figura V.3.3.4-1 - Parte da frota pesqueira sediada no Porto da Pescaria em Macau/RN.	319

Figura V.3.3.4-2 - Embarcações em Diogo Lo-pes/RN.	321
Figura V.3.3.4-3 - Montanhas de conchas de bivalves (cascas de búzios) em Ma-cau/RN).	322
Figura V.3.5-1 - Área do Pratagil, Galinhos/RN.	327
Figura VI.1-1 - Interação entre os fatores ambientais.	331
Figura VI.4.2-1 - Mapa de Localização das Formações Carbonáti- cas.	343
Figura VII.2.5-1 - Área de Influência Direta do meio físico e biótico.	400

I - INTRODUÇÃO

O presente documento apresenta o Estudo Ambiental (EA) da Planta Piloto de Geração Eólica Offshore na Baía Potiguar, solicitado pela PETROBRAS – Petróleo Brasileiro S.A., visando subsidiar o processo de licenciamento ambiental para a instalação e operação do empreendimento junto ao Instituto Brasileiro de Meio Ambiente e Recursos Naturais Renováveis (IBAMA), no âmbito do processo nº 02001.004675/2018-81.

O Estudo Ambiental consiste em um documento de natureza técnico-científica e administrativa que tem por finalidade avaliar os elementos integrantes dos meios na área de influência do empreendimento e o grau dos impactos socioambientais gerados pela instalação e operação da Planta Piloto de Geração Eólica Offshore, além de propor medidas mitigadoras e de controle, que visem assegurar o uso sustentável dos recursos naturais e a minimização dos riscos ambientais.

Este estudo foi elaborado por uma equipe multidisciplinar da empresa Veritas Engenharia Ambiental, com base nas solicitações previstas no Termo de Referência emitido em maio de 2018 pelo IBAMA, através do Ofício nº 75/2018/DENEF/COHID/CGTEF/DILIC-IBAMA, considerando a legislação ambiental brasileira aplicável ao licenciamento ambiental. Assim, o Estudo Ambiental é composto pelos seguintes itens: I - Introdução; II - Identificação do Empreendedor; III - Dados do Empreendimento; IV – Definição das Áreas de Estudo; V - Diagnóstico Ambiental; VI - Análise Integrada e Síntese da Qualidade Ambiental; VII - Identificação e Avaliação de Riscos e Impactos Ambientais; VIII – Medidas Mitigadoras, Compensatórias, Programas de Controle, Monitoramento e Gerenciamento de Riscos e Acidentes; IX - Conclusão; X – Bibliografia; XI - Glossário; XII – Anexos; e XIII – Equipe Técnica.

O diagnóstico ambiental apresentado foi elaborado com base em dados secundários, os quais subsidiaram uma análise integrada, o prognóstico ambiental e a avaliação dos impactos ambientais do empreendimento. De acordo com os impactos ambientais apontados foram indicadas medidas mitigatórias e programas ambientais capazes de minimizar as consequências negativas do empreendimento e potencializar as ações que visam a preservação do meio ambiente.

A bibliografia utilizada para a elaboração deste Estudo Ambiental utiliza-se de referências técnico-científicas consagradas no âmbito nacional e internacional, sendo citadas nos devidos capítulos específicos.

II - IDENTIFICAÇÃO DO EMPREENDEDOR

II.1 - Dados do Empreendedor

Nome: Petróleo Brasileiro S.A – PETROBRAS

CNPJ: 33.000.167/0148-38

Endereço: Rodovia RN 118, Km 29 - Sítio São José - Zona Rural, Alto do Rodrigues/RN

CEP: 59.507-000

Atividade econômica: Geração de Energia Eólica

Representante legal: Andre Bello de Oliveira

II.2 - Dados da Empresa Consultora

Nome: Veritas Serviços de Meio Ambiente LTDA

CNPJ: 10.516.775/0001-78

Endereço: Rua Pedro Fonseca Filho, nº 8989, Ponta Negra, Natal/RN.

CEP 59.090-080.

Responsável Técnico: Sérgio Iani Godinho

Cargo: Diretor de Sustentabilidade

Função: Engenheiro Ambiental especialista em Engenharia Sanitarista.

E-mail: sergio@veritasengenhariaambiental.com.br

Responsável Técnico: Eduardo de Magalhães Pinto Gomes

Cargo: Diretor de Projetos

Função: Engenheiro Ambiental especialista em Tecnologias Ambientais

E-mail: eduardo@veritasengenhariaambiental.com.br

III - DADOS DO EMPREENDIMENTO

III.1 - Caracterização do Empreendimento

III.1.1 - Apresentação

Este item do estudo tem o objetivo de apresentar as características do empreendimento denominado Planta Piloto de Geração Eólica Offshore, o qual compreende a instalação e a operação de uma planta piloto de geração de energia eólica offshore, composta por um aerogerador, uma torre anemométrica e um cabo submarino umbilical elétrico-óptico de aproximadamente 1 km de extensão, que será interligado à Plataforma de petróleo Ubarana 3 (PUB-3), localizada na Baía Potiguar. A Figura III.1.1-1 resume as principais características do projeto.

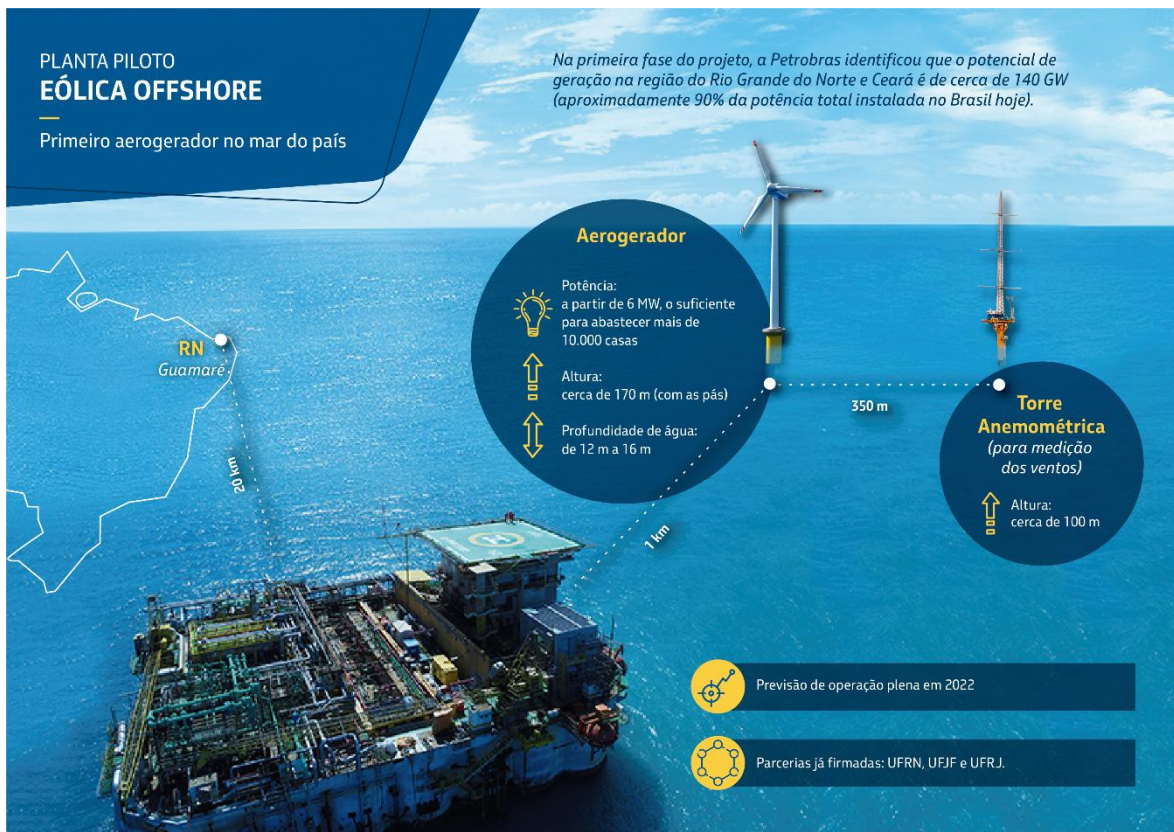


Figura III.1.1- 1 - Esquema da Planta Piloto de Geração Eólica Offshore

Fonte: Adaptado de PETROBRAS 2018.

Objetivos da Atividade

A implantação da Planta Piloto de Geração Eólica Offshore na Baía Potiguar visa a geração de energia elétrica proveniente do vento em região marítima. A energia gerada pelo aerogerador offshore poderá ser consumida na própria PUB-3 ou exportada para a rede elétrica em terra. O objetivo principal da instalação da planta piloto é o de avaliar a viabilidade técnico-econômica de tal forma de geração, servindo de referência para eventuais projetos futuros em escala comercial. Caso a geração de energia eólica Offshore se mostre promissora, poderá contribuir para a redução nas emissões de gases do efeito estufa provenientes da geração elétrica por fontes não renováveis.

Dados Técnicos do Empreendimento

A Planta Piloto de Geração Eólica Offshore será composta por um aerogerador, uma torre anemométrica e um cabo submarino umbilical elétrico-óptico de aproximadamente 01 km de extensão. Estes Elementos do Projeto serão instalados a cerca de 20 km da costa de Guamaré (RN), em uma região com lâmina d'água média entre 12 m e 16 m.

O aerogerador e a torre anemométrica terão subestruturas independentes e fixas ao solo marinho. O aerogerador será instalado a cerca de 800 m de distância com relação à Plataforma de Ubarana 3 (PUB-3) e a torre anemométrica será instalada a cerca de 350 m do aerogerador.

O aerogerador possuirá potência nominal maior ou igual a 6 MW e menor ou igual a 10 MW e será conectado através do cabo submarino umbilical elétrico-óptico à plataforma PUB-3. O aerogerador é composto basicamente por uma torre, *nacelle*, *hub*, rotor e pás. A *nacelle* é uma carcaça que contém o sistema que converte a energia cinética do rotor em energia elétrica e se encontra instalada no topo da torre do aerogerador.

O aerogerador possuirá três pás e basicamente terá controle de potência, controle de passo (*pitch*) e controle de orientação da *nacelle* (*yaw*).

Para fixação da subestrutura da torre do aerogerador ao fundo marinho, está previsto o emprego de estacas. A subestrutura tem a finalidade de ancorar a base da estrutura da torre do aerogerador. A Figura III.1.1-2 ilustra esquematicamente o aerogerador e sua subestrutura.

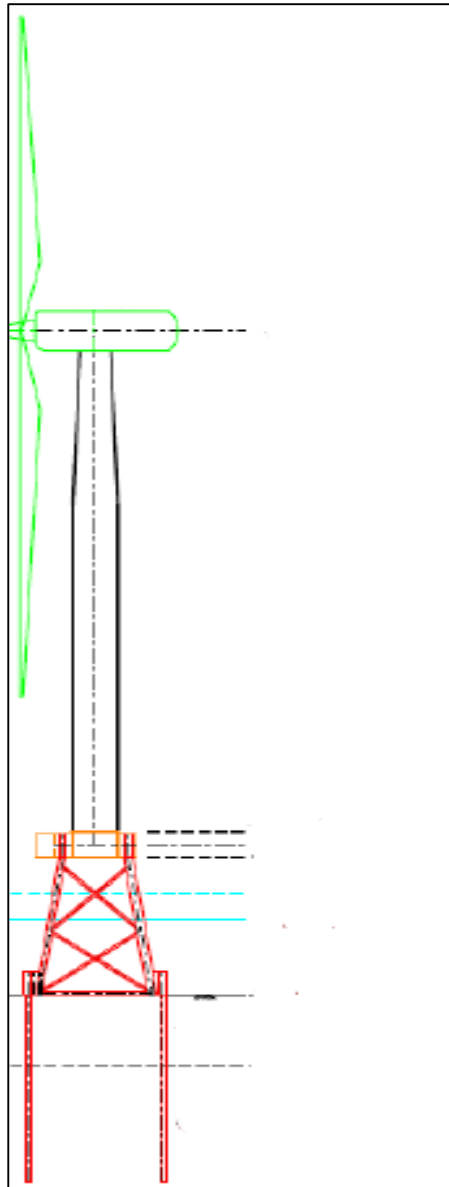


Figura III.1.1-2- Esquema do aerogerador e sua subestrutura

Fonte: Adaptado de PETROBRAS 2018.

Na base da torre do aerogerador, deverá ser instalada uma caixa de segregação, cuja função é agregar os cabos elétricos e de fibras ópticas para serem acondicionados no umbilical eletro-óptico. Esse terminal deve ser composto por caixas de junção elétrica e dispositivos de distribuição interna óptica (DIO).

A Figura III.1.1-3 contém um diagrama esquemático da interligação lógica entre a planta piloto e a *workstation* (estação de trabalho), que será localizada na Usina Termelétrica Jesus Soares Pereira (UTE-JSP), a futura sede administrativa do projeto.

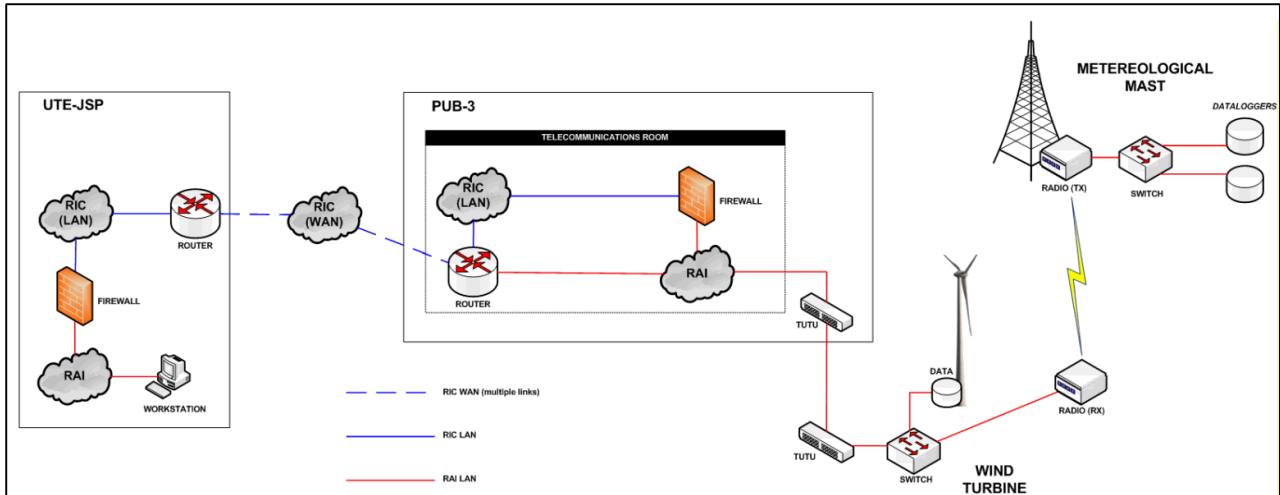


Figura III.1.1-3- Diagrama esquemático da interligação lógica entre planta piloto e sua workstation.

A empresa responsável pelo projeto de detalhamento, fornecimento, construção e montagem da planta piloto deverá fornecer à PETROBRAS um conjunto de declarações de conformidade e relatórios de avaliação que confirmem que o projeto da planta piloto de geração eólica offshore está de acordo com as condições externas específicas e com as normas e leis aplicáveis ao local do empreendimento. As declarações de conformidade e os respectivos relatórios de avaliação deverão ser fornecidos de acordo com definições detalhadas de subcláusulas da norma IEC 61400-22, que trata sobre Teste de Conformidade e Certificação de Aerogeradores, conforme será exigido pela PETROBRAS.

A Tabela III.1.1-1 apresenta as principais características técnicas de um sistema aerogerador de 10 MW.

Tabela III.1.1-1 - Principais características técnicas do aerogerador de 10 MW.

INFORMAÇÕES TÉCNICAS DO PROJETO	
Diâmetro da turbina	178,3 m
Nacelle	446 ton
Hub	105,5 ton
Rotor	229 ton
Pá (cada)	41 ton
Pá (as três)	123 ton
Torre	605 ton
Diâmetro da base da torre	8,3 m
Diâmetro do topo da torre	5,5 m
Espessura da base da torre	38 mm
Espessura do topo da torre	20 mm
Altura da torre	115,6 m da base

Fonte: Petrobras, 2018

A torre anemométrica será do tipo metálica treliçada autoportante, construída em aço e fixada a uma subestrutura de suporte, a ser instalada no solo marinho. Tal torre será dotada de um sistema autônomo de coleta de dados ambientais. Esta torre terá altura similar à altura do aerogerador, sendo equipada com os seguintes instrumentos:

- 10 Anemômetros de copos;
- 05 Birutas (medidores de direção);
- 03 Termohigrômetros com proteção contra intempéries e antirradiação;
- 03 Barômetros;
- 02 *Dataloggers* (monitoramento e gravação de dados);
- 01 Sensor de precipitação.

A Figura III.1.1- 4 ilustra esquematicamente uma torre anemométrica offshore típica.

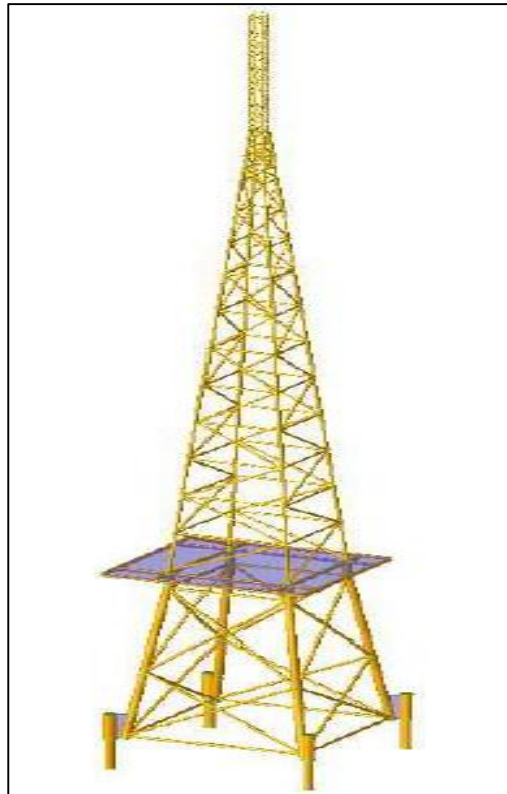


Figura III.1.1 - 4 - Torre anemométrica offshore típica

A energia elétrica produzida pelo aerogerador será escoada para plataforma PUB-3 por meio de um cabo eletro-óptico submarino de aproximadamente 1 km. Este cabo interligará a planta eólica offshore a um painel de 34,5 kV na PUB-3. As principais características elétricas que deverão ser atendidas pelo sistema são as seguintes:

- Número de condutores: 3;
- Classe de Tensão: 26/47 kV;
- Corrente Nominal: 345 A;
- Frequência nominal: 60 Hz;
- Máxima potência transmitida: 12,5 MVA, $f_p = 0,8$;
- Máxima corrente de pico assimétrica para curto-circuito trifásico: 10 kA;
- Vida útil: 20 anos;

O cabo submarino terá diâmetro total de, no máximo, 130 mm. O mesmo deverá possuir resistência mecânica suficiente para suportar os esforços causados pelo transporte, manuseio e instalação propriamente dita, além de possuir estruturas de armadura e isolamento que garantam a sua blindagem eletromagnética.

A Figura III.1.1-5 ilustra o desenho esquemático da seção de um cabo típico, normalmente empregado em âmbito offshore.

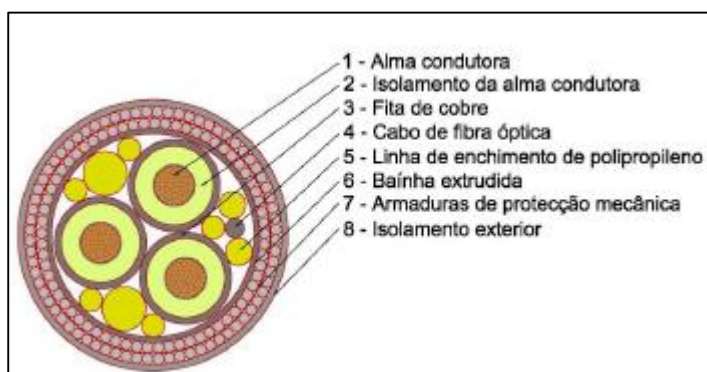


Figura III.1.1-5 - Cabo Seccionado.

O procedimento de instalação mais usual para esse tipo de operação e para essa lâmina de água é através da utilização de balsa autoelevável (*jack-up*). Esse tipo de embarcação tem navegação própria e é preparada para serviços de instalação e montagem de parques eólicos, sendo, portanto, capaz de transportar os componentes até o local de instalação. Em seguida, tal embarcação eleva sua estrutura acima do nível da água, apoiando-se no leito marinho e permitindo a realização da montagem da planta piloto.

Com relação à subestrutura, o tipo jaqueta com quatro pernas será utilizado tanto para o aerogerador como para a torre anemométrica, tendo em vista que esta é uma solução que, conforme os estudos da PETROBRAS, é adequada para o solo da região. O método de instalação mais utilizado para estacas de jaquetas consiste na cravação com martelo e/ou na perfuração e cimentação das estacas, guiadas por uma luva ou *template* apoiado no leito marinho. Em alguns casos, é possível empregar estacas de sucção, mas para a planta piloto é prevista a instalação das estacas envolvendo perfuração e cimentação.

O lançamento do cabo submarino será realizado por embarcação própria para essa finalidade e o cabo ficará somente apoiado no leito marinho, o que propiciará uma operação menos complexa e com impactos ambientais reduzidos.

Entretanto, a determinação real dos custos e o detalhamento do procedimento de instalação e montagem do aerogerador e demais componentes da planta, como a torre anemométrica e o cabo elétrico submarino, acontecerá após o término da licitação, cujo processo será iniciado em breve.

Empreendimentos Associados e Decorrentes

Nas proximidades da locação pretendida para instalação da Planta Piloto de Geração de Energia Eólica Offshore, encontra-se instalada e em operação a plataforma PUB-3. Devido à natureza pioneira do empreendimento, que possui escala reduzida (Planta Piloto), e tendo em vista a pré-existência da estrutura instalada no Campo de Ubarana, a Plataforma PUB-03 será o único empreendimento em ambiente offshore associado à Planta Piloto de Geração de Energia Eólica Offshore.

Em terra, a Usina Termelétrica Jesus Soares Pereira (UTE-JSP) será um empreendimento associado à Planta Piloto de Geração Eólica Offshore, uma vez que haverá em tal usina um sistema supervisorio que permitirá a operação remota do aerogerador.

III.1.2 - Histórico

A Petrobras está desenvolvendo o primeiro projeto de energia eólica offshore do Brasil prevendo um futuro baseado em uma economia de “baixo carbono”, a partir da redução de emissões de CO₂ por meio de novos investimentos em novas tecnologias e negócios de alto valor em energia renovável. Em linha com essa estratégia, até 2022 pretende-se implantar a primeira planta eólica em alto-mar, na costa de Guamaré, no Rio Grande do Norte (PETROBRAS, 2018).

A Petrobras, verificando o crescimento da matriz de geração eólica em ambiente offshore no mundo, iniciou em 2011 um projeto de P&D ANEEL visando medir e avaliar o potencial eólico em áreas offshore do nordeste do Brasil. Para isso, instalou uma torre anemométrica e LIDAR's em plataformas de produção de petróleo das Bacias Potiguar e do Ceará em que a empresa atua como operadora de campos de O&G, com o objetivo de gerar um primeiro Atlas Eólico Offshore dos estados do Rio Grande do Norte e Ceará. A partir daí foi possível estimar o fator de capacidade médio anual para o litoral daquela região e conceber um Estudo Preliminar de Viabilidade Técnica e Econômica de Parques Eólicos Offshore no Nordeste Brasileiro. Todavia, ainda restam lacunas para a elaboração mais precisa de estudos de viabilidade técnica e econômica para parques eólicos offshore no Brasil.

Por esse motivo, a PETROBRAS iniciou em 2016 um novo projeto de P&D ANEEL para dar prosseguimento às iniciativas de pesquisa em eólica offshore no Brasil com a instalação de uma Planta Piloto. Através da Planta Piloto, portanto, a Petrobras espera ganhar experiência na solução dos desafios técnicos e econômicos relacionados à fabricação, construção e montagem de empreendimentos desse tipo, bem como qualificar melhor as estimativas de custo e de regulação, contribuindo para a possível expansão da matriz de energias renováveis no país (PETROBRAS, 2019).

A escolha da região em questão está relacionada ao seu alto potencial eólico offshore (Rio Grande do Norte e Ceará), equivalendo a aproximadamente dez vezes a capacidade total eólica instalada hoje no Brasil (PETROBRAS, 2018).

III.1.3 - Justificativa

III.1.3.1 - Informações Gerais

O aproveitamento da energia eólica para geração elétrica tem crescido exponencialmente no mundo nos últimos anos. A maior parte dos parques eólicos está instalada em terra (onshore), porém vários parques têm sido implantados no mar (offshore), devido à redução de locais apropriados e disponíveis em terra para novos empreendimentos e pela possibilidade de serem utilizadas torres mais altas e com maior capacidade produtiva, impossíveis de serem instaladas onshore (CASTRO, 2018).

Ainda segundo CASTRO (2018), o desenvolvimento do setor elétrico no Brasil está fortemente pautado pelas grandes usinas hidrelétricas. Entretanto, devido ao avanço das pressões ambientais concomitantemente ao esgotamento do potencial hídrico, constata-se o fim da hegemonia das centrais hidrelétricas na expansão da matriz. Desta forma, verifica-se uma tendência crescente e inexorável da diversificação da matriz elétrica brasileira, sendo que uma das principais e mais relevantes fontes neste processo de diversificação é a fonte eólica.

O projeto piloto pretende instalar um aerogerador em um campo de água rasa no Rio Grande do Norte, tendo como principal vantagem o maior fator de capacidade (FC) verificado para o ambiente offshore, implicando na maior produção de energia.

Os investimentos serão provenientes da Petrobras, uma vez que a empresa visa adquirir conhecimento e experiência para este tipo de geração.

Adicionalmente, do ponto de vista estratégico da Petrobras, a geração eólica em ambiente marinho pode ter seus custos reduzidos em virtude da sinergia advinda do aproveitamento conjunto com plataformas de petróleo já existentes. Neste sentido, visando o sucesso destes empreendimentos, a companhia tem buscado parcerias com empresas experientes neste tipo de tecnologia e de operação.

Nesta planta-piloto, destacam-se dois aspectos principais: primeiramente, está relacionado com o fato de uma grande empresa da área de Petróleo & Gás estar liderando o movimento para a exploração eólica no mar, atendendo, em parte, as necessidades de energia elétrica offshore através de fontes não poluidoras; já o segundo fator, está relacionado com o maior espaço ofertado pelo mar e menor obstrução ao vento. Entretanto, se o projeto se comprovar economicamente viável, a expectativa da Petrobras é avaliar projetos eólicos offshore de grande porte.

III.1.3.2 - Informações Técnicas

Atualmente, a única forma de geração de energia elétrica (para conexão à rede em terra) em ambiente marinho que se mostrou promissora a nível global é a geração eólica, com aproximadamente 20 GW atualmente instalados no mundo. A possibilidade de utilizar aerogeradores maiores do que em terra (devido à facilidade logística) permite uma grande densidade de geração de energia em termos da área ocupada.

É possível dizer, inclusive, que um dos fatos que motivou a expansão da geração eólica offshore na Europa se refere aos menores impactos sociais de tal geração, uma vez que impactos visuais são bastante minimizados, além de não interferir em questões sobre a ocupação da terra.

III.1.3.3 - Informações Socioeconômicas

Por se tratar de uma planta piloto, o empreendimento em questão possui uma escala bastante reduzida, o que significa que terá uma influência praticamente nula sobre o contexto socioeconômico da microrregião onde será implantado. Por outro lado, em nível regional e federal poderá ter impacto econômico positivo para a cadeia de fornecedores de materiais, equipamentos e serviços, visto que a inclusão desta fonte na matriz elétrica brasileira contribuirá para o desenvolvimento do mercado de fornecedores nacionais.

III.1.3.4 - Informações Locacionais

Diante de tais premissas, verificou-se que a região do campo de petróleo de Ubarana, na plataforma continental potiguar, reunia simultaneamente todas essas condições, uma vez que está inserido em uma área com elevados fatores de capacidade estimados no Atlas, além de estar situado entre as faixas batimétricas requeridas e encontrar-se muito próximo da subestação elétrica da Refinaria Potiguar Clara Camarão (RPCC) no município de Guamaré/RN, a qual constitui um ponto já existente de conexão da energia produzida ao Sistema Integrado Nacional (SIN). Além desses fatores, levou-se em consideração o fato de o campo de Ubarana ser uma área marítima concedida à Petrobras para produção de petróleo há décadas, o que evitaria a necessidade de requerer ao Governo brasileiro novas áreas e a possível interferência com outros usos socioeconômicos do espaço marítimo, como pesca, turismo, lazer, navegação, etc.

Uma vez definida a macrorregião do campo de Ubarana, tornou-se necessário selecionar alternativas locais dentro do campo, utilizando-se para isso de mapeamentos prévios do fundo marinho, da localização das instalações submarinas de produção de petróleo já existentes e de aspectos técnicos inerentes a um projeto da Planta Eólica Offshore.

As três alternativas locais propostas consideraram as seguintes premissas:

- ✓ Manter distanciamento de todas as formações carbonáticas já mapeadas de, no mínimo, 100 m em relação às locações do aerogerador e da torre anemométrica e 20 m em relação ao cabo submarino;
- ✓ Evitar sobreposição com rotas já existentes de aproximação de embarcações e aeronaves na rotina operacional das plataformas de produção de petróleo;
- ✓ Respeitar as restrições para o azimute da posição relativa entre a torre anemométrica e o aerogerador, levando-se em conta a direção preferencial dos ventos, sendo recomendado definir a locação desses elementos à montante de possíveis obstáculos na direção do vento visando evitar interferências e efeitos de sombra, conforme a norma IEC 61400-12-1, que trata da Medição do Desempenho de Potência de Aerogeradores.

Em qualquer uma das 03 alternativas de microlocalização estudadas, não há interferência direta em áreas com restrições ambientais, como ecossistemas sensíveis ou unidades de conservação. Em termos sociais e econômicos, a área já possui expressiva produção de petróleo consolidada há décadas através da existência de plataformas fixas, árvores de natal molhadas e dutos submarinos, fato que, conforme norma da Autoridade Marítima, proíbe a pesca nas proximidades de plataformas de petróleo. Como a locação proposta do aerogerador tem cerca de 800 m de distância da PUB-03, considera-se que a possibilidade de interferência com a atividade pesqueira da região será insignificante, dada a existência anterior da plataforma de petróleo.

III.1.3.5 - Informações Ambientais

Tendo em vista se tratar de uma planta piloto no âmbito de um projeto de pesquisa, o presente projeto visa avaliar a viabilidade de tal forma de geração no Brasil. Caso os resultados sejam promissores, o presente projeto poderá contribuir para o desenvolvimento de mais uma fonte de energia renovável e com baixos impactos ambientais.

Em nível regional, a planta piloto contribuirá para avaliar os possíveis impactos ambientais de parques eólicos offshore, porém em uma escala reduzida de teste.

Em nível nacional, o empreendimento contribuirá para o melhor planejamento governamental e empresarial sobre a viabilidade de desenvolvimento em larga escala do setor eólico offshore no país, contribuindo para embasar o processo de tomada de decisão. Em caso positivo, essa tipologia de empreendimento pode vir a se tornar um importante elemento da estratégia nacional de aumento da participação de fontes renováveis na matriz energética brasileira, vindo a acelerar o atingimento das metas propostas no âmbito do Plano Nacional de Mudanças Climáticas e das Contribuições Nacionalmente Determinadas, ratificadas na Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudanças no Clima (COP 21), conhecida como “Acordo de Paris”.

III.1.4 - Infraestrutura de Apoio

Para implementação do presente empreendimento, a empresa vencedora do certamente licitatório será responsável pela definição das bases de apoio marítima a serem utilizadas, bem como pela seleção das embarcações a serem adotadas na execução dos serviços. As bases de apoio para a atividade de instalação têm como função proporcionar a logística de fornecimento, transporte e armazenamento temporário de insumos e resíduos, bem como facilitar o embarque e desembarque do pessoal alocado nas atividades offshore. Nas campanhas de manutenção, a Petrobras utilizará o Porto de Guamaré/RN como apoio logístico a fim de providenciar o embarque de funcionários para o transporte até o aerogerador offshore e a torre anemométrica. É importante ressaltar que a operação do aerogerador offshore será executada remotamente.

Está prevista a utilização de quatro embarcações para a instalação da Planta Piloto. Cada uma dessas embarcações conterà aproximadamente quarenta pessoas, e toda a estrutura necessária para o acondicionamento e tratamento dos efluentes e resíduos que serão gerados durante a fase de instalação da Planta Piloto. Os resíduos provenientes das atividades realizadas nas embarcações de lançamento serão armazenados em containers, cuja segregação obedecerá a CONAMA 275/2001. Posteriormente, serão encaminhados para a destinação final adequada de acordo com a classe de resíduo (segundo a NBR 10.004) por empresas licenciadas. Todos os processos envolvendo a destinação dos resíduos sólidos atenderão à legislação brasileira, além de seguirem também o especificado pela legislação marítima internacional.

III.2 - Descrição do Empreendimento

III.2.1 - Análise das Alternativas

O estudo de alternativas locacionais e tecnológicas do projeto observou o potencial eólico (conforme informações geradas no Atlas Eólico Offshore dos Estados do RN e CE) juntamente com a presença de obstáculos que pudessem interferir na velocidade do vento, a lâmina d'água, a facilidade para conexão elétrica, o fluxo de embarcações e a presença de eventuais formações carbonáticas no fundo marinho.

A seguir, apresenta-se a descrição de cada alternativa estudada, incluindo os fatores que influenciaram a seleção das alternativas, bem como a definição da locação e escolha da solução tecnológica a ser empregada.

III.2.1.1 - Alternativas Locacionais

A definição das alternativas locacionais ocorreu basicamente em duas etapas: a primeira a nível regional e a segunda a nível local. As premissas adotadas a nível regional consistiram em:

- ✓ Instalar o empreendimento dentro de uma área com fator de capacidade mais elevado, conforme mapas gerados no Atlas Eólico Offshore dos Estados do RN e CE;
- ✓ Selecionar áreas com profundidades entre 10 e 30 m, dadas as tecnologias de subestrutura mais empregadas na geração eólica offshore internacionalmente;
- ✓ Garantir a proximidade a pontos de conexão ao Sistema Interligado Nacional (SIN) em terra.

Tendo em conta estas premissas, verificou-se que a região do campo de petróleo de Ubarana, na plataforma continental potiguar, reunia simultaneamente todas essas condições. Esta área possui elevados fatores de capacidade estimados no Atlas, além de estar situada entre as faixas batimétricas requeridas e encontrar-se muito próxima da subestação elétrica da Refinaria Potiguar Clara Camarão (RPCC), no município de Guamaré/RN, a qual constitui um ponto já existente de conexão da energia produzida ao SIN. Além desses fatores, levou-se em consideração o fato de o campo de Ubarana ser uma área marítima concedida à Petrobras para produção de petróleo há décadas, o que evitaria a necessidade

de requerer ao Governo brasileiro novas áreas e a possível interferência com outros usos socioeconômicos do espaço marítimo, como pesca, turismo, lazer, navegação, etc.

Outro fator importante para a seleção a nível macro da locação da Planta Piloto, foi a constatação de que esse campo conta com grande disponibilidade de estudos, mapeamentos e dados sobre as condições geotécnicas, geológicas e ambientais do fundo marinho da região, o que contribuiria sobremaneira para o planejamento ambiental da instalação do empreendimento em questão.

Uma vez definida a macrorregião do campo de Ubarana, tornou-se necessário selecionar alternativas locais a nível local, utilizando-se para isso os mapeamentos prévios do fundo marinho, da localização das instalações submarinas de produção de petróleo já existentes e de aspectos técnicos inerentes a um projeto de Geração Eólica Offshore.

A seleção das alternativas locais foi orientada considerando as seguintes premissas:

- ✓ Manter distanciamento de todas as formações carbonáticas já mapeadas de, no mínimo, 100 m em relação às locações do aerogerador e da torre anemométrica e 20 m em relação ao cabo submarino;
- ✓ Evitar sobreposição com rotas já existentes de aproximação de embarcações e aeronaves na rotina operacional das plataformas de produção de petróleo;
- ✓ Respeitar as restrições para o azimute da posição relativa entre a torre anemométrica e o aerogerador, levando-se em conta a direção preferencial dos ventos.

Tendo em vista que a plataforma PUB-3 estará conectada à rede elétrica em terra quando da instalação da planta piloto eólica offshore, foram selecionadas alternativas locais com o intuito de se realizar a conexão elétrica do aerogerador à plataforma através do cabo submarino, sendo possível escoar a energia gerada pelo aerogerador para a rede elétrica em terra. Esta decisão objetivou reduzir os custos e os impactos ambientais do projeto da planta piloto, uma vez que eliminaria a necessidade de lançar outro cabo submarino para permitir o escoamento da energia gerada pelo aerogerador offshore.

A Figura III.2.1.1-1 apresenta o mapa da localização detalhada das alternativas locais do empreendimento. Este mapa está detalhado no Anexo III.2.1.1-1. A Figura III.2.1.1-2 proporciona uma observação mais nítida das 03 alternativas de locação em relação às plataformas e formações carbonáticas mais próximas.

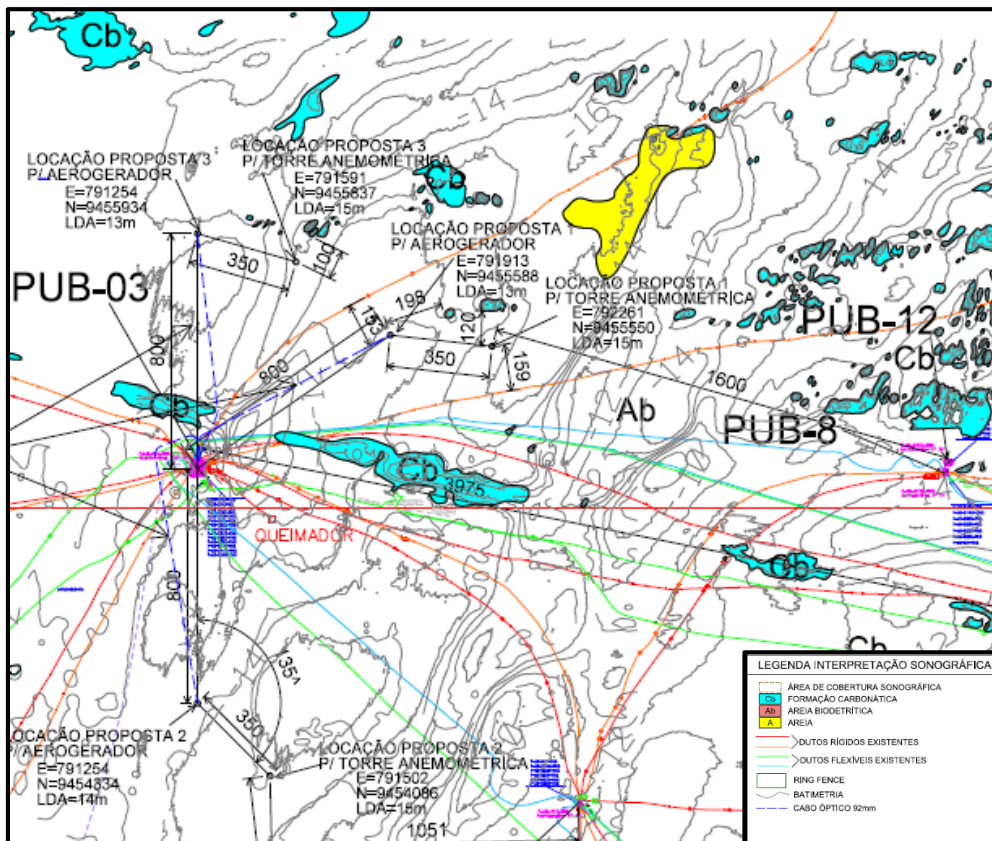


Figura III.2.1.1-1 - Mapa de localização detalhada das 3 alternativas de localização propostas para a Planta Piloto

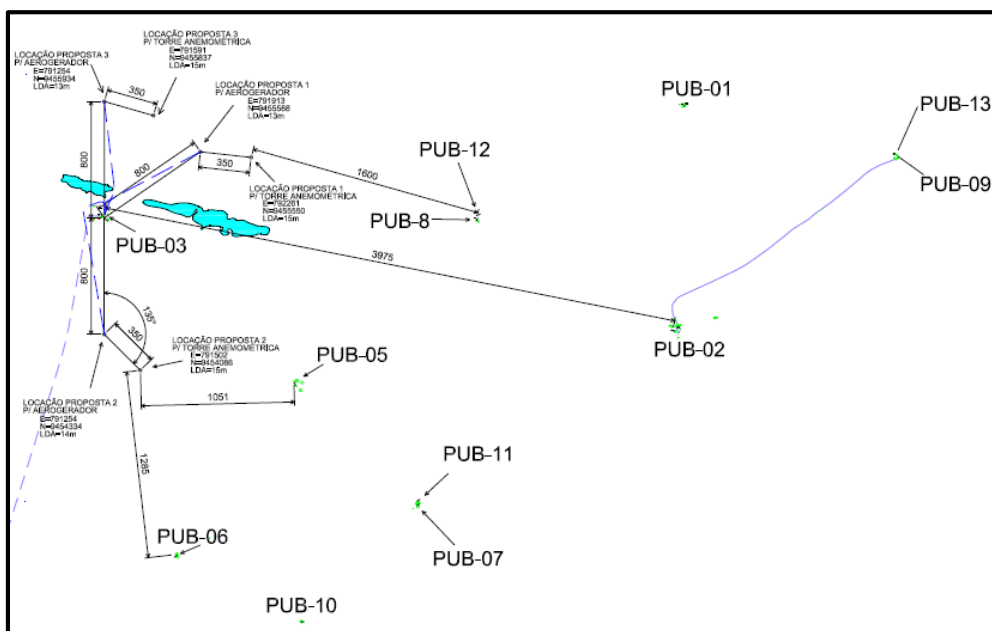


Figura III.2.1.1-2 - Mapa de localização das 3 alternativas de localização em relação às plataformas e formações carbonáticas mais próximas

O quadro III.2.1.1-1 apresenta as coordenadas de centro, profundidade e declividade das 3 alternativas de locação estudadas para instalação do aerogerador e da torre anemométrica.

Quadro III.2.1.1-1 - Coordenadas de centro, profundidade e declividade das 3 alternativas de locação estudadas para instalação do aerogerador e da torre anemométrica

AEROGERADOR	LESTE	NORTE	PROFUNDIDADE (m)	DECLIVIDADE(°)
ALTERNATIVA01	791.913	9.455.588	13	~0,5
ALTERNATIVA02	791.254	9.454.334	14	~0,5
ALTERNATIVA03	791.254	9.455.934	13	~0,5

TORRE ANEMOMÉTRICA	LESTE	NORTE	PROFUNDIDADE (m)	DECLIVIDADE(°)
ALTERNATIVA01	792.261	9.455.550	15	~0,5
ALTERNATIVA02	791.502	9.454.086	15	~0,5
ALTERNATIVA03	791.591	9.455.837	15	~0,5

Locação de Alternativa 01

A escolha da locação de alternativa 01 teve como objetivo obter a solução mais econômica do ponto de vista de interligação elétrica. Assumindo que a direção preferencial dos ventos é Leste e Sudeste, que os dados de solo existentes estão posicionados a Leste e Sul da PUB-03 e que a rota preferencial das aeronaves e embarcações se dá pela face Sul da PUB-3, definiu-se que a locação da planta piloto deveria estar a Leste desta plataforma.

Considerando a premissa supracitada e que a distância segura para não interferir na operação desta plataforma é de 800 m, a locação de alternativa 01 foi refinada. Buscou-se uma direção na qual já houvesse encaminhamento de dutos para o lançamento do cabo, uma vez que seria uma área já mapeada, respeitando-se uma distância segura da faixa de encaminhamento e afastada de, pelo menos, 20 m das formações calcárias.

Locação de Alternativa 02

A escolha da locação chamada de alternativa 2 levou em conta os mesmos critérios e restrições observados na escolha da locação alternativa 01, porém, neste caso, não se observou a rota preferencial de helicópteros e embarcações, que se dá pela face Sul da PUB-3.

Localção de Alternativa 03

Observando-se o gráfico de fluxo de embarcações, complementarmente foi estudada a alternativa 03, localizada mais a norte da PUB-3, uma vez que esta é uma área com pouca utilização. A alternativa 03 se situa em região mais afastada do fluxo de embarcações e das instalações do campo de Ubarana. No entanto, a conexão do aerogerador com a plataforma necessitaria de cuidados especiais, uma vez que seria necessário atentar para a formação carbonática existente entre a locação da alternativa 03 e a plataforma PUB-3.

Análise Comparativa das Alternativas Locacionais

Em qualquer uma das três alternativas de microlocalização, não há interferência direta em áreas com restrições ambientais, como ecossistemas sensíveis ou unidades de conservação. Em termos sociais e econômicos, a área já possui expressiva produção de petróleo, consolidada há décadas através da existência de plataformas fixas, árvores de natal molhadas e dutos submarinos, fato que, conforme norma da Autoridade Marítima, proíbe a pesca nas proximidades de plataformas de petróleo. Como a locação proposta do aerogerador tem cerca de 800 m de distância da PUB-03, considera-se que a possibilidade de interferência com a atividade pesqueira da região é baixa, dada a existência anterior da plataforma de petróleo. Por estar situada a aproximadamente 20 km da costa, não há atividade de turismo e/ou lazer na região proposta para instalação da Planta Piloto.

Das três alternativas locacionais propostas, a alternativa 01 se mostra com maior viabilidade ambiental e econômica, em função da maior distância em relação aos bancos carbonáticos, menor sobreposição com rotas de embarcações e aeronaves e possibilidade de interligação à PUB-03 através de um cabo submarino de menor comprimento, o que além de ser mais econômico, provoca menor impacto ambiental sobre o fundo marinho. A alternativa 02 apresentou impacto com os fluxos de embarcações e aeronaves e a alternativa 03 exigiria um desvio no lançamento do cabo que conecta o aerogerador à plataforma, procurando evitar o contato com um banco carbonático.

III.2.1.2 - Alternativas Tecnológicas

A geração eólica offshore pode ser dividida em três partes principais: o aerogerador (torre com nacelle e pás), que converte a energia cinética do vento em energia elétrica; a subestrutura, com um trecho emerso, onde é montado o aerogerador e outro submerso,

que proporciona a fixação no solo marinho; e o cabo submarino eletro-óptico, que é responsável pela transmissão da energia produzida e pela comunicação com o aerogerador.

Subestrutura

A função da subestrutura não é somente prover suporte para o peso do equipamento, mas proporcionar fixação com rigidez lateral e vertical suficientes para permitir a operação sem ressonância, dentro dos limites de tamanho que permitam seu deslocamento até o local de instalação.

Para a escolha da subestrutura mais adequada ao projeto, foi realizado um trabalho preliminar de levantamento de dados meteoceanográficos, mapeamento da batimetria de fundo e dos resultados da investigação geológica e geotécnica no Campo de Ubarana, além da identificação das principais soluções de tecnologias disponíveis.

Os aerogeradores offshore já são amplamente utilizados no mundo e, em geral, os tipos de subestruturas de suporte são definidos em função da profundidade. É bastante comum procurar locais próximos à costa para a instalação das plantas de geração de energia eólica, uma vez que estas oferecerem condições mais favoráveis de logística, bem como maior facilidade para ancorar as subestruturas no leito marinho. Dentre os tipos de subestruturas utilizadas para suporte dos aerogeradores offshore estão as do tipo monopile, tripóda, jaqueta, de gravidade, *suction buckets* e flutuante (Figura III.2.1.2-1).

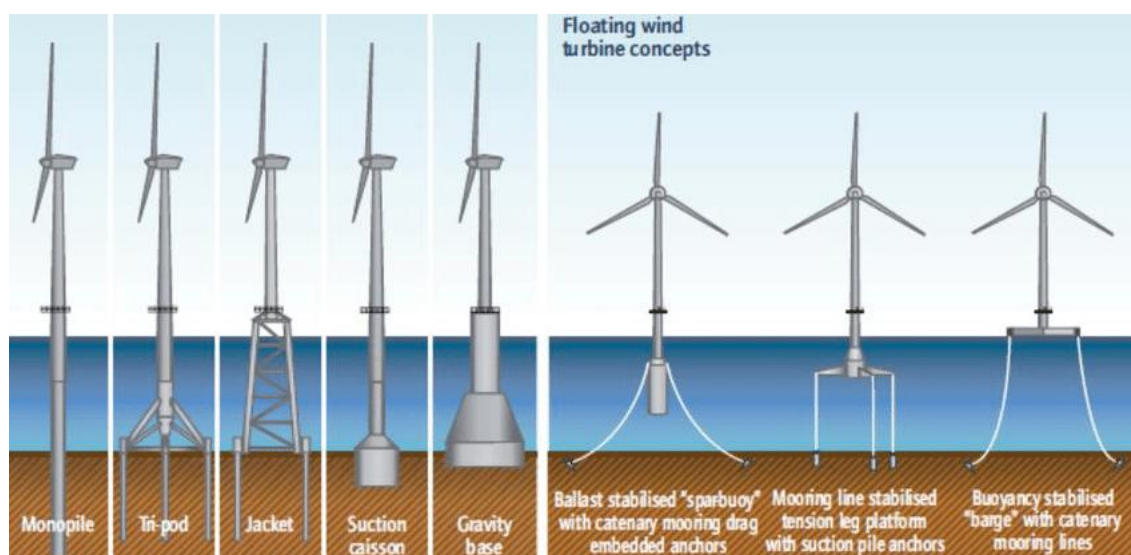


Figura III.2.1.2-1 - Tipos de subestruturas de aerogeradores offshore.

Fonte: Edenhofer et al., 2012

Para as locações que possuem lâmina d'água rasas, de aproximadamente 0 a 30 m, é comum o emprego de fundações de gravidade e de monopiles, que são soluções mais simples. Em locais com lâmina d'água intermediária, da ordem de 30 a 60 m, as estruturas conhecidas como trípodas ou jaquetas estaqueadas e os *suction buckets* são mais utilizadas. Nos ambientes de águas profundas, com 60 m ou mais de profundidade, estruturas flutuantes podem ser uma solução.

Considerando a profundidade da locação proposta para instalação da planta piloto, a discussão aqui efetuada centra-se nas soluções de subestruturas fixas (não flutuantes). Na mesma linha, as técnicas de instalação das subestruturas através de cravação no solo e de estacas de sucção (ou "*suction buckets*") não são consideradas nesse estudo, em função das características geológicas da região de Ubarana. Dados históricos de sondagem geotécnica de Ubarana mostram a existência de laje calcária abaixo da camada superficial do solo. Tal laje possui elevada rigidez, dificultando a cravação de estacas e a penetração das estruturas de sucção.

Portanto, foram estudadas as subestruturas monopile, de gravidade e as trípodas e jaquetas, considerando somente o método de perfuração de estacas no caso das monopile, trípodas e jaquetas.

A. Monopile

Monopiles são subestruturas tubulares profundas, individuais, de grande diâmetro, instaladas majoritariamente por meio de cravação no solo, dimensionadas para suportar os esforços e fornecer a rigidez necessária para o bom funcionamento do aerogerador.

O desafio de usar monopiles como solução de subestrutura fica por conta da menor disponibilidade comercial de brocas adequadas para a instalação dos monopiles através da perfuração de estacas, ficando essas subestruturas praticamente limitadas ao método da cravação.

B. Subestruturas de gravidade

A subestrutura do tipo gravidade consiste em uma grande fundação de concreto que é alocada na posição prevista para o aerogerador. Geralmente, sua base tem formato cônico e o topo cilíndrico, fazendo com que seu centro de gravidade esteja próximo ao leito marinho, o que estabiliza todo o conjunto.

Essa subestrutura é utilizada em lâminas d'água rasas, o que é uma vantagem para a localização onde se pretende instalar o empreendimento, e são relativamente baratas por não precisarem de estaqueamento. Entretanto, as suas grandes dimensões e a necessidade de lastreamento condicionam seu uso à disponibilidade de uma embarcação de grande porte, para navegação até a posição de instalação, e de diques adequados para a sua construção.

Outras desvantagens se relacionam com o maior impacto no fundo marinho, por ocupar uma área consideravelmente maior em comparação com as trípodes e jaquetas e necessitar de preparação prévia do solo para instalação. Esta tecnologia demanda a dragagem da camada superficial do fundo do mar e substituição por material granular de maior resistência, de forma que a base fique instalada sobre uma superfície de solo melhorado e mais consistente. Além disso, a região em torno da subestrutura deve ser previamente preparada com enrocamento, para prevenir o possível efeito de erosão do solo marinho (*scour*) que poderá descalçar a fundação.

C. Trípodes e jaquetas

As trípodes tem aspecto de um tripé composto de peças tubulares conectadas por enrijecedores horizontais a uma coluna central cilíndrica, que acompanha o diâmetro da torre do aerogerador. As jaquetas usadas em parques eólicos offshore costumam ter configuração de treliça de quatro pernas, podendo alternativamente apresentar três pernas, com travamentos tubulares transversais de pequenos diâmetros. A sua construção é bastante difundida devido à indústria do petróleo.

Trípodes e jaquetas se aplicam, praticamente, a qualquer cenário de solo, geralmente em lâminas d'água de até 60 metros. Essas subestruturas apresentam treliças tubulares de aço que são ancoradas ao solo por estacas, que podem ser instaladas por cravação com martelo ou por perfuração do solo e cimentação, guiadas por uma luva ou *template* apoiado no leito marinho. Em seguida, é realizada a interligação entre as estacas e as estruturas treliçadas por meio de grauteamento na luva.

A vantagem destes tipos de subestrutura é a pequena área de perturbação do fundo marinho, que se limita ao local onde são fixadas as estacas. Por outro lado, o ruído emitido durante este processo pode ser nocivo para algumas espécies marinhas.

Análise comparativa das alternativas tecnológicas

O Quadro III.2.1.2-1 apresenta a análise comparativa das alternativas das subestruturas, considerando as fases de instalação, operação e desativação. Os critérios usados na análise comparativa de cada fase do projeto correspondem aos aspectos diferenciadores entre as subestruturas.

No caso da fase de instalação, os critérios foram: o tipo de preparação do fundo marinho para instalação das subestruturas, o ruído durante a fixação da subestrutura no fundo marinho e a área efetivamente ocupada no fundo. Verifica-se uma maior necessidade de intervenção no fundo marinho pela subestrutura de gravidade, envolvendo dragagem. Esta subestrutura também ocupa uma maior área no fundo marinho. Em compensação, o ruído emitido pela fixação desta subestrutura é menor. As subestruturas jaqueta e tripode, apresentam a menor ocupação de área no fundo marinho.

No que diz respeito aos impactos ambientais das subestruturas durante a fase de operação, o aspecto diferenciador está relacionado com a área ocupada na coluna d' água. Esta ocupação promove o chamado efeito de recife (*reef effect*), isto é, a agregação e colonização por flora e fauna marinha, que pode aumentar ou desequilibrar a biodiversidade nos ecossistemas locais. Entretanto, como a planta piloto contará com apenas duas subestruturas (uma para o aerogerador e outra para a torre anemométrica), não são previstas diferenças significativas entre os aspectos e impactos ambientais na fase de operação para as alternativas analisadas.

Em relação à fase de desativação, não foram encontrados critérios ambientais diferenciadores entre as subestruturas jaqueta/trípode e monopile. Para esta fase do empreendimento, a subestrutura de gravidade apresentou a melhor alternativa, devido a remoção completa da subestrutura.

Quadro III.2.1.2-1 - Análise comparativa das alternativas de subestruturas, considerando as fases de instalação, operação e desativação. Os aspectos identificados foram classificados em importância elevada (+++), média (++) e baixa (+). A coluna "outros critérios" corresponde à lista de aspectos que se consideraram relevantes do ponto de vista do custo e da disponibilidade comercial do equipamento e das infraestruturas necessárias.

SUBESTRUTURAS	INSTALAÇÃO	OPERAÇÃO	DESATIVAÇÃO	OUTROS CRITÉRIOS
Monopile	Preparação do fundo: ++ Ruído na fixação: ++ Área ocupada no fundo: ++	Não são previstas diferenças significativas entre eventuais aspectos/impactos ambientais na fase de operação para as subestruturas analisadas.	Corte externo a nível do fundo marinho: ++	Menor disponibilidade de brocas adequadas para a instalação dos monopiles através da perfuração de estacas.
Gravidade	Preparação do fundo: +++ Ruído na fixação: + Área ocupada no fundo: +++		Remoção completa da subestrutura: +	Efeito de <i>scour</i> junto ao fundo: necessidade de enrocamento para prevenir erosão.
Trípoda	Preparação do fundo: ++ Ruído na fixação: ++ Área ocupada no fundo: +		Corte externo a nível do fundo marinho: ++	Menor disponibilidade comercial que a jaqueta.
Jaqueta	Preparação do fundo: ++ Ruído na fixação: ++ Área ocupada no fundo: +		Larga utilização na indústria do petróleo.	

Considerando a disponibilidade comercial das subestruturas analisadas, a estimativa atual do perfil geotécnico do subsolo marinho e a experiência anterior da Petrobras na região do campo de Ubarana, o emprego da jaqueta de quatro pernas se mostra como a subestrutura mais indicada, tanto para suportar a torre do aerogerador, como para a torre anemométrica.

Para a fixação das jaquetas, está sendo adotada a solução de estacas perfuradas e grauteadas, uma vez que este método é mais versátil e adequado para as condições de solo encontradas na região. Comparativamente, e considerando as características geotécnicas de Ubarana, essa é a alternativa que apresenta menor importância de aspectos e impactos ambientais em relação ao fundo marinho.

A subestrutura monopile apresenta baixa viabilidade comercial e técnica para fixação através da perfuração de estacas, além de ocupar maior área no fundo marinho, em relação à trípode e jaqueta.

A trípode apresenta aspectos semelhantes à jaqueta. Entretanto, sua disponibilidade comercial é menor, o que pode elevar os custos de implantação do empreendimento.

A fixação da subestrutura de gravidade promove menor ruído e a sua desativação apresenta a melhor alternativa em relação as outras subestruturas. Entretanto, o emprego desta tecnologia necessita de preparação prévia do solo e ocupa maior área no fundo marinho, o que provoca maior impacto ambiental.

III.2.1.3 - Definição de Rota Final

As alternativas tecnológicas relacionadas ao aerogerador e a torre anemométrica não apresentam diferenças significativas de aspectos e impactos ambientais nas diferentes fases de implantação do empreendimento. Portanto, a definição da Rota Final levou em consideração a escolha da alternativa locacional para instalação da Planta Piloto e do tipo de subestrutura que será adotada para a fixação do aerogerador e da torre anemométrica.

A alternativa locacional 01 foi escolhida por apresentar maior viabilidade ambiental e econômica, em função da maior distância em relação aos bancos carbonáticos, menor sobreposição com rotas de embarcações e aeronaves e possibilidade de interligação à PUB-03 com um cabo submarino de menor comprimento. A partir dessa escolha realizou-se o estudo para definição da diretriz de lançamento

do cabo submarino, considerando as informações constantes nos estudos de caracterização geológica e geotécnica e as informações constantes no Sistema de Gerenciamento de Obstáculos (SGO) da PETROBRAS. O uso dessas informações permite compatibilizar a passagem do cabo com os sistemas submarinos existentes, evitando a passagem por áreas ambientalmente sensíveis e por obstáculos artificiais.

A definição da diretriz de lançamento do cabo submarino, buscou-se manter o distanciamento de todas as formações carbonáticas já mapeadas de, no mínimo, 20 m. O Anexo III.2.1.1.-1 apresenta com detalhes as diretrizes de lançamento do cabo submarino.

A alternativa tecnológica de subestrutura adotada foi a jaqueta, através da perfuração de estacas, considerando a disponibilidade comercial das subestruturas analisadas, a estimativa atual do perfil geotécnico do subsolo marinho e a experiência anterior da Petrobras na região do campo de Ubarana. Cabe enfatizar que essa alternativa também possui menor impacto ambiental sobre o fundo marinho, quando comparada com as demais subestruturas analisadas.

III.2.2 - Implantação, Operação, Manutenção e Desativação

Neste item, serão abordados os aspectos tecnológicos e técnicos, além dos principais insumos e infraestruturas necessários para as fases de implantação, operação, manutenção e desativação do empreendimento em estudo.

O estudo dos impactos potenciais e riscos de cada fase será realizado no capítulo VII. Entretanto, a análise do conteúdo do presente item (que embasará as avaliações de impactos e riscos ambientais, bem como a proposição de medidas mitigatórias e programas) viabiliza a percepção de que os principais impactos potenciais do projeto estão relacionados ao uso de embarcações, especialmente na fase de implantação.

Ressalta-se que antes do início dos serviços de instalação, será realizada uma Análise Preliminar de Risco (APR), a ser elaborada em conjunto com representantes de todas as atividades envolvidas. Para a execução dos serviços, será elaborado um procedimento para contingências contemplando situações críticas de operação, ancoragem, abandono de locação, acidentes, resgate de pessoal e equipamentos, avarias, etc. Nas frentes de serviço serão disponibilizados equipamentos de contingência para operação imediata, em caso de emergências.

III.2.2.1 - Implantação

O detalhamento final do processo de instalação e montagem do aerogerador, da torre anemométrica e do cabo elétrico submarino, será determinado após a etapa de licitação. Contudo, serão detalhadas neste subitem as tecnologias e técnicas de construção previstas para a fase de implantação dos diferentes elementos da Planta Piloto.

Insumos e Infraestrutura necessária

Para a implementação do projeto está previsto o uso de quatro diferentes embarcações:

- Embarcação A: balsa responsável pelo deslocamento marítimo das jaquetas entre o porto e o local de instalação;
- Embarcação B: *navio heavy-lift* responsável pelo içamento e posicionamento das jaquetas, dos módulos da torre anemométrica e do aerogerador *offshore*;
- Embarcação C: navio responsável pela perfuração e cimentação das estacas das jaquetas;
- Embarcação D: navio responsável pelo lançamento do cabo entre o aerogerador e a PUB-3.

Tecnologia e técnica de construção

A) Subestruturas

As jaquetas deverão ser transportadas pela Embarcação A até local de instalação. Em seguida, a Embarcação B será deslocada até a proximidade da Embarcação A, onde apoiará suas estruturas (pernas) no leito marinho, permitindo a estabilização e elevação do *deck* da embarcação acima do nível de flutuação. Através do *heavy-lift* da Embarcação B, será possível o içamento de das jaquetas (do aerogerador) que estão sobre a Embarcação A, permitindo seu correto posicionamento no leito marinho. A Embarcação B, após o recolhimento de suas pernas, repetirá o procedimento para o posicionamento da segunda jaqueta (correspondente à torre anemométrica).

Em seguida, a Embarcação C se deslocará até o local de instalação, na proximidade de uma das jaquetas que já foram posicionadas pela Embarcação B. A Embarcação C, através do uso de uma perfuratriz, perfurará o sedimento (com um diâmetro de aproximadamente trinta polegadas) até atingir a profundidade de 51 metros. A perfuratriz será retirada e, então, a partir da Embarcação C será inserida uma estaca através de uma das luvas da jaqueta (ou seja, a estaca passará por um furo presente na estrutura já posicionada sobre o leito marinho), na posição onde fora realizado o furo no sedimento com a perfuratriz. O espaço anular entre a estaca e o solo é então grauteado (cimentado), assim como será realizado o grauteamento nas luvas das estacas da jaqueta (ou seja, o cimento conectará as estacas com a estrutura da jaqueta). O procedimento será repetido de forma a fixar todas as doze estacas previstas para as jaquetas do aerogerador (três em cada perna) e as quatro (uma em cada perna) da torre anemométrica.

B) Aerogerador

Após finalizada a instalação das subestruturas, será dado início à instalação do aerogerador. Para tanto, a Embarcação B precisará se deslocar até o porto no qual estão os componentes do aerogerador: torre do aerogerador, *nacelle* com o *hub* (componente no qual serão instaladas as pás do aerogerador) e pás. Após voltar ao local onde será instalado o aerogerador *offshore*, a Embarcação B apoiará suas estruturas (pernas) no leito marinho, permitindo a estabilização e elevação do deck da embarcação acima do nível de flutuação. Em seguida, o guindaste da Embarcação B içará a torre do aerogerador, que será instalada sobre a jaqueta através de uma conexão flangeada, utilizando parafusos de fixação. Em seguida, o guindaste da Embarcação B içará a *nacelle* com o *hub*, que serão montados sobre a torre do aerogerador. Em seguida, a Embarcação B içará a primeira pá, que será conectada através de parafusos ao *hub*. Após rotacionar o rotor, será possível a instalação da segunda pá. O rotor deverá, então, ser rotacionado mais uma vez para a instalação da terceira pá.

C) Torre Anemométrica

Tendo concluído a instalação do aerogerador *offshore*, a Embarcação B deverá buscar os três módulos da torre anemométrica no porto. A Embarcação B se dirigirá para o local da torre anemométrica e apoiará suas estruturas (pernas) no leito marinho, permitindo a estabilização e elevação do deck da embarcação acima

do nível de flutuação. Em seguida, a Embarcação B içará o primeiro módulo da torre anemométrica, que será fixado ao deck da jaqueta através de parafusos. Em seguida, a Embarcação B içará o segundo módulo da torre anemométrica, o qual será fixado através de parafusos ao primeiro módulo. Por fim, a Embarcação B içará o terceiro módulo da torre anemométrica, o qual será também fixado por parafusos ao segundo módulo. Para finalizar a instalação da torre anemométrica, será necessária a instalação manual dos instrumentos (anemômetros, medidores de direção do vento, medidores de temperatura e umidade, dentre outros), além dos demais componentes da torre (painéis solares, baterias, *dataloggers*, luzes de sinalização, antena de comunicação, cabos, dentre outros).

D) Cabo Submarino

Após finalizada a instalação das jaquetas, do aerogerador e da torre anemométrica, será necessário, também, conectar o aerogerador à plataforma PUB-3. Para tanto, a Embarcação D, que transportará o cabo, deverá se deslocar até o local do aerogerador, iniciando o lançamento do cabo no leito marinho até a região da PUB-3. Através de guindastes menores e com o auxílio de um mergulhador (que conectará a cabeça de tração do cabo com o guindaste), será realizado o *pull-in*, ou seja, a subida de cada extremidade do cabo, na PUB-3 e no aerogerador. Em seguida, serão realizadas as conexões elétricas e óptica nas caixas de segregação situadas na PUB-3 e no *deck* do aerogerador.

Cabe ressaltar que apesar da disponibilidade de informações geotécnicas do fundo marinho no local onde o cabo será lançado, uma campanha de inspeção do leito marinho (*pre lay survey*) será realizada em etapa anterior ao lançamento do cabo submarino. Essa medida visa garantir a não interferência da rota do cabo em formações naturais sensíveis ou em estruturas artificiais preexistentes (bancos carbonáticos, desníveis de terreno, dutos, etc).

Plano de ancoragem

A inspeção do leito marinho também servirá como base para o plano de ancoragem das embarcações (mostrando os locais isentos de vida marinha, onde poderá ancorar). Os fundeios das embarcações serão embasados por um plano de ancoragem contendo uma sequência operacional de posicionamento e um conjunto completo de desenhos indicadores das posições das âncoras, cabos de ancoragem

e das pernas do navio *heavy-lift*, durante todas as etapas da instalação da Planta Piloto.

Para cada posicionamento será demonstrada a segurança da operação, respeitando as formações naturais sensíveis e as estruturas artificiais indicadas pela inspeção preliminar, onde não será permitido o fundeio.

Condições naturais limites para a instalação

O uso das embarcações ocorrerá dentro de condições naturais limites (ondas, correntezas e condições meteorológicas), que serão preestabelecidas para o início e posterior continuidade das atividades de instalação. Por este motivo, é considerado o prazo conservador de trinta dias para a completa execução das atividades de instalação.

Serviços de mergulho

As atividades de mergulho deverão ser realizadas em conformidade com as exigências da NR-15 e NORMAM 15.

Cronograma físico

O Quadro III.2.2-1 cronograma físico de construção, montagem e comissionamento com a descrição das principais atividades:

Quadro III.2.2.1-1 - Construção, montagem e comissionamento com a descrição das principais atividades relacionadas à implantação do projeto.

Cronograma de Construção, Montagem e Comissionamento		
Sistema	Descrição	Data prevista
Aerogerador	Início da fabricação	set/2021
	Fim da fabricação	jul/2022
	Transporte para o local de instalação (chegada)	ago/2022
	Instalação e comissionamento	out/2022
Subestruturas (Jaquetas) Aerogerador e Torre Anemométrica	Início da construção da jaqueta aerogerador	jun/2021
	Fim da construção da jaqueta aerogerador	fev/2022
	Início da construção da jaqueta torre anemométrica	fev/2022
	Fim da construção da jaqueta torre anemométrica	set/2022
	Transporte e instalação das jaquetas	out/2022
Torre Anemométrica	Início da fabricação	mai/2021
	Fim da fabricação	jun/2021
	Transporte para o local de instalação (chegada)	ago/2022
	Instalação e comissionamento	out/2022
Cabo Submarino	Início da fabricação	mai/2021
	Fim da fabricação	set/2021
	Inspeção do leito marinho (<i>pre lay survey</i>)	set/2021
	Transporte e Instalação	out/2021
	<i>Pull in</i>	nov/2022

III.2.2.2 - Operação

A operação da Planta Piloto de Geração Eólica Offshore será remota, não exigindo a presença de funcionários no local. Haverá uma interligação lógica entre a planta piloto e a *workstation* que será localizada na Usina Termelétrica Jesus Soares Pereira (UTE-JSP), a futura sede administrativa do projeto. A partir dessa *workstation*, será possível monitorar e operar o aerogerador através do sistema supervisorio a ser instalado na UTE-JSP.

O Aerogerador funcionará de modo automático, salvo nas condições em que for necessário intervir para manutenção ou para realizar paradas de emergência. O Aerogerador conterá sistemas de controle, proteção, supervisão e aquisição de dados (*SCADA – Supervisory Control and Data Acquisition*), monitoramento de condição e sistema de emergência dedicados. Esses sistemas serão baseados em controladores lógico-programáveis redundantes, e as funções de controle serão segregadas das funções de proteção.

As funções de controle do Aerogerador serão divididas nos seguintes subsistemas: Controle da turbina, Controle das pás e do ângulo de *pitch* e Controle do gerador. Cada pá terá seu controle de ângulo de *pitch* independente.

O sistema SCADA permitirá o monitoramento dos seguintes sinais em médias de 10 minutos: Potência ativa despachada, com desvio padrão em cada intervalo, potência reativa, fator de potência, velocidade do vento, com desvio padrão em cada intervalo, temperatura dos rolamentos do gerador, correntes de fase, temperatura da *nacele* e, para o caso de existência de caixa multiplicadora, temperaturas de mancais da caixa e do óleo lubrificante. Também identificará e informará a saúde estrutural e dos equipamentos do Aerogerador, assim como as medidas que de forma preditiva devem ser fornecidas. As informações em tempo real e históricas do sistema de monitoramento da condição devem estar disponíveis na *workstation* remota localizada na UTE-JSP.

A estação de operação e supervisão localizada na UTE-JSP poderá enviar comandos (alteração de *set-point* de potência, partida e parada de equipamentos, reconhecimento de alarmes, geração de gráficos e relatórios), de supervisão (apresentação de valores e estados instantâneos, gráficos de tendência e anúncio de alarmes) e de coleta e registro histórico de dados.

III.2.2.3 - Manutenção

Os serviços de manutenção e inspeção serão prestados por uma contratada pela PETROBRAS, sendo que o plano de manutenção detalhado será informado pela empresa vencedora do processo licitatório. Este plano deverá abranger, mas não se restringir a:

- ✓ Planejar e executar todas as atividades de manutenção do aerogerador conforme instruções do fabricante;
- ✓ Programar e executar testes de rotina dos sistemas de segurança do aerogerador conforme instruções do fabricante e experiência da empresa responsável pela manutenção;
- ✓ Programar e executar calibração e aferição dos instrumentos conforme instrução do fabricante e experiência da empresa responsável pela manutenção;
- ✓ Programar e executar todos os testes, inspeções e procedimentos exigidos pela legislação brasileira aplicável, incluindo NR-10, de acordo com as instruções do fabricante;
- ✓ Executar a manutenção e limpeza de rotina do aerogerador de acordo com instruções do fabricante;
- ✓ Executar a manutenção dos sistemas e equipamentos de refrigeração do aerogerador de acordo com instruções do fabricante;
- ✓ Executar a manutenção do sistema supervisorio de acordo com instruções do fabricante;
- ✓ Executar serviços de manutenção para garantir a plena operação de todos os equipamentos e sistemas que compõem o aerogerador.

O aerogerador será operado remotamente e a necessidade de visitas para inspeção/manutenção será bastante reduzida. Na Europa é comum a realização de uma parada para manutenção após os três primeiros meses de operação, seguida de paradas para manutenção anuais. De toda forma, por se tratar de um projeto piloto, é razoável assumir que haverá, em média, uma visita para inspeção ou manutenção do aerogerador por mês. A equipe envolvida em visitas de manutenção/inspeção costuma envolver três profissionais.

A torre anemométrica, por sua vez, é uma estrutura autônoma que necessita de poucas intervenções para manutenção. É razoável admitir que haverá, ao menos, uma visita para inspeção (envolvendo possivelmente manutenção) por uma equipe de três profissionais a cada três meses.

O transporte marítimo de técnicos para atividades de manutenção do aerogerador e da torre anemométrica será realizado através de embarcações do tipo *surfer landing*, as mesmas que já são utilizadas para o transporte de funcionários até as plataformas da PETROBRAS no campo de Ubarana.

III.2.2.4 - Desativação

A desativação da Planta Piloto de Geração Eólica Offshore está prevista para ocorrer em um prazo de 20 anos, e adotará procedimentos para prevenir impactos ao meio ambiente. A PETROBRAS considerará premissas e preceitos ambientais com base nas novas tecnologias que poderão surgir até a data prevista de desativação do empreendimento.

No momento de planejamento do descomissionamento, próximo à desativação do sistema, será realizada avaliação comparativa das alternativas de destinação final (remoção integral/parcial ou permanência definitiva *in situ*) das estruturas associadas a Planta Piloto de Geração Eólica Offshore. Essa avaliação basear-se-á em análise multicritério e considerará aspectos técnicos (ex.: métodos e recursos de remoção), ambientais (avaliação de impactos e riscos) e de segurança (riscos operacionais), dentre outros, bem como as melhores práticas da indústria e requisitos legais/regulatórios vigentes no momento da desativação.

Para a avaliação de impacto ambiental do Capítulo VII, o cenário de desativação considerará o corte e remoção das jaquetas, após desmontagem e recolhimento dos equipamentos do aerogerador e da torre anemométrica, seguidos do recolhimento do cabo submarino. Neste cenário, são utilizadas embarcações semelhantes àquelas descritas para a fase de instalação, com o diferencial da presença de ferramentas de corte, em substituição às perfuratrizes.

IV - DEFINIÇÃO DAS ÁREAS DE ESTUDO

O Termo de Referência emitido pelo IBAMA estabelece a delimitação de duas áreas para a realização dos estudos:

- ✓ A Área de Estudo (AE), que deverá abranger as áreas utilizadas como referência para o diagnóstico realizado dos meios físico, biótico e socio-econômico;
- ✓ A Área Diretamente Afetada (ADA), que deverá compreender a área necessária à implantação do empreendimento, bem como as demais operações unitárias associadas exclusivamente à infraestrutura do Projeto.

IV.1 - AE e ADA do Meio Físico e Biótico

Área de Estudo (AE)

A AE dos meios físico e biótico corresponde à zona central da Baía Potiguar, abrangendo uma área de 3.276 km² (Figura IV.1-1) e limitada pelas coordenadas que se apresentam no Quadro IV.1-1.

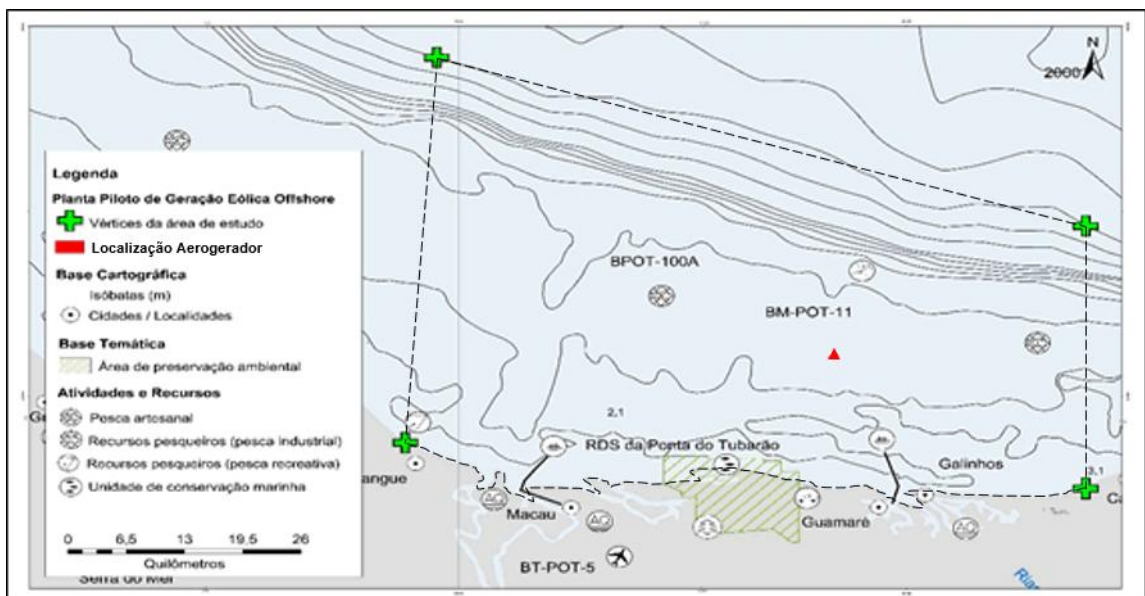


Figura IV.1-1 - Delimitação da AE considerada para o meio físico e biótico.

Quadro IV.1-1 - Coordenadas geodésicas dos vértices da área de estudo representada na figura anterior.

VÉRTICES	LATITUDE	LONGITUDE
1	36° 47' 56,452" W	05° 01' 44,424" S
2	36° 06' 50,580" W	05° 04' 56,460" S
3	36° 06' 55,560" W	04° 45' 41,760" S
4	36° 46' 08,241" W	04° 33' 28,980" S

Esta área foi escolhida de modo a incluir os pontos sensíveis próximos do projeto em estudo, identificados na carta estratégica de sensibilidade ambiental ao derramamento de óleo nas bacias do Ceará e Potiguar. Dentro destes pontos encontram-se as formações carbonáticas, os recursos pesqueiros identificados como zonas de pesca artesanal e industrial, e a Reserva de Desenvolvimento Sustentável Estadual Ponta do Tubarão, existente a sul do campo de Ubarana.

Na área de estudo foi também incluída a zona costeira correspondente à foz dos vários estuários que desaguam na região, uma vez que estes influenciam em grande medida a composição e abundância de alguns dos componentes do meio biótico, como as comunidades planctônicas e nectônicas. O limite offshore da área de estudo foi colocado sobre a isóbata dos 1.000 metros, uma vez que se verifica a ocorrência de espécies de mamíferos marinhos mesopelágicos, e as operações de instalação e desativação do Projeto poderão interferir no comportamento destas espécies (ruído provocado pela fixação das subestruturas da jaqueta e da torre anemométrica).

As principais fontes de informação usadas neste estudo correspondem aos trabalhos de monitoramento efetuados pela Petrobras na Baía Potiguar, na sequência do licenciamento dos dois emissários submarinos do polo industrial de Guamaré. Considera-se que a informação de base gerada e disponível é suficientemente recente, detalhada e representativa para permitir uma caracterização de referência do estudo do meio físico e biótico da Baía Potiguar. Esta conclusão baseia-se no fato destes trabalhos apresentarem resultados para todos os componentes da área de estudo, correspondentes a um período longo de monitoramento.

Área Diretamente Afetada (ADA)

A definição da ADA considerou o impacto dos elementos do projeto (Figura IV.1-2) nas áreas necessárias para a implantação do empreendimento, correspondendo às seguintes delimitações (Figura IV.1-3):

- Área circular com 180 m de diâmetro, correspondendo ao espaço aéreo coberto pelas pás do aerogerador quando em movimento (Figura IV.1-4);
- Área circular com 30 m de diâmetro, correspondendo ao espaço aéreo da torre do aerogerador e da torre anemométrica (Figura IV.1-4);
- Área circular com 50 m de diâmetro, correspondendo ao leito marinho e à respectiva lâmina de água ocupada pelas jaquetas do aerogerador e da torre anemométrica (Figura IV.1-5);
- Leito marinho ocupado pela rota do cabo submarino desde a subestrutura do aerogerador até à plataforma PUB-3 (rota do cabo) (Figura IV.1-5).

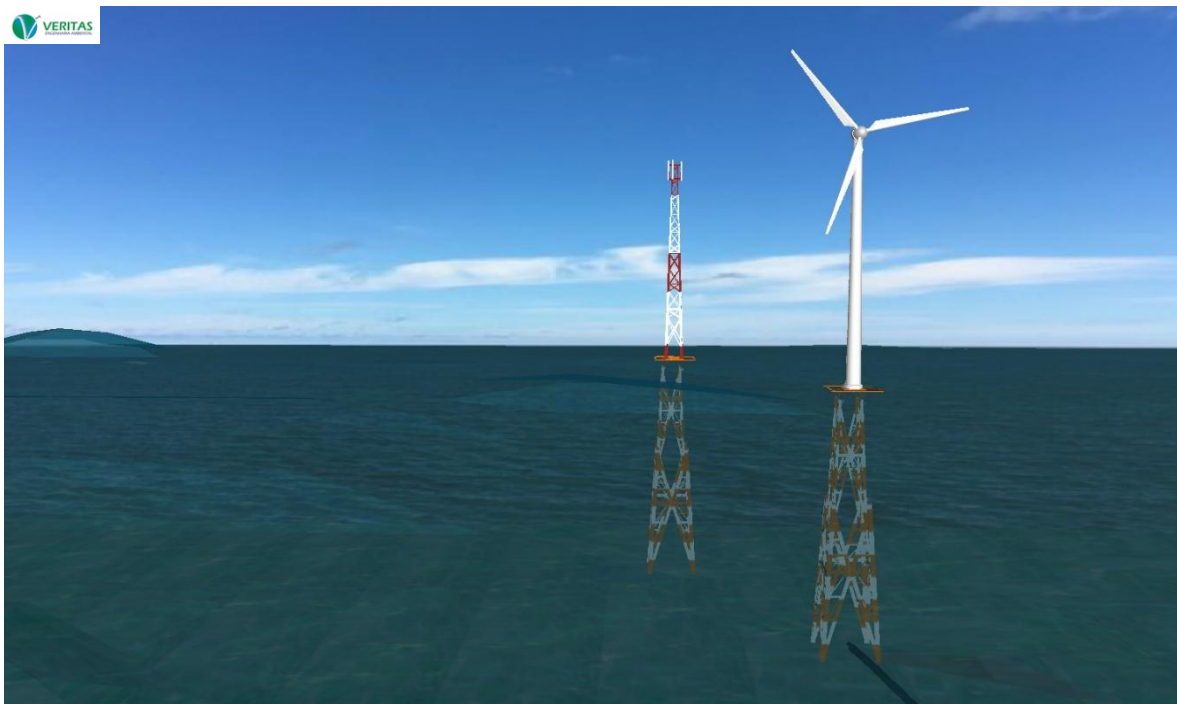


Figura IV.1-2 – Layout do Empreendimento.

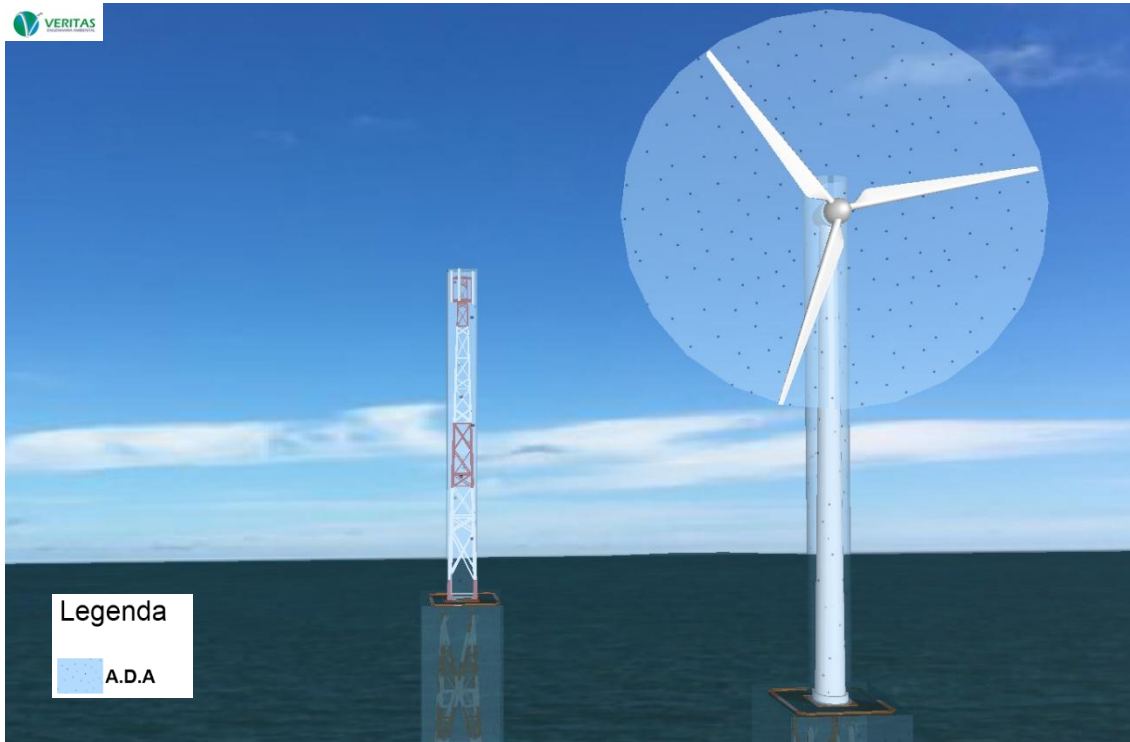


Figura IV.1-3 - Delimitação das Áreas Diretamente Afetadas (ADA) consideradas para o meio físico e biótico.

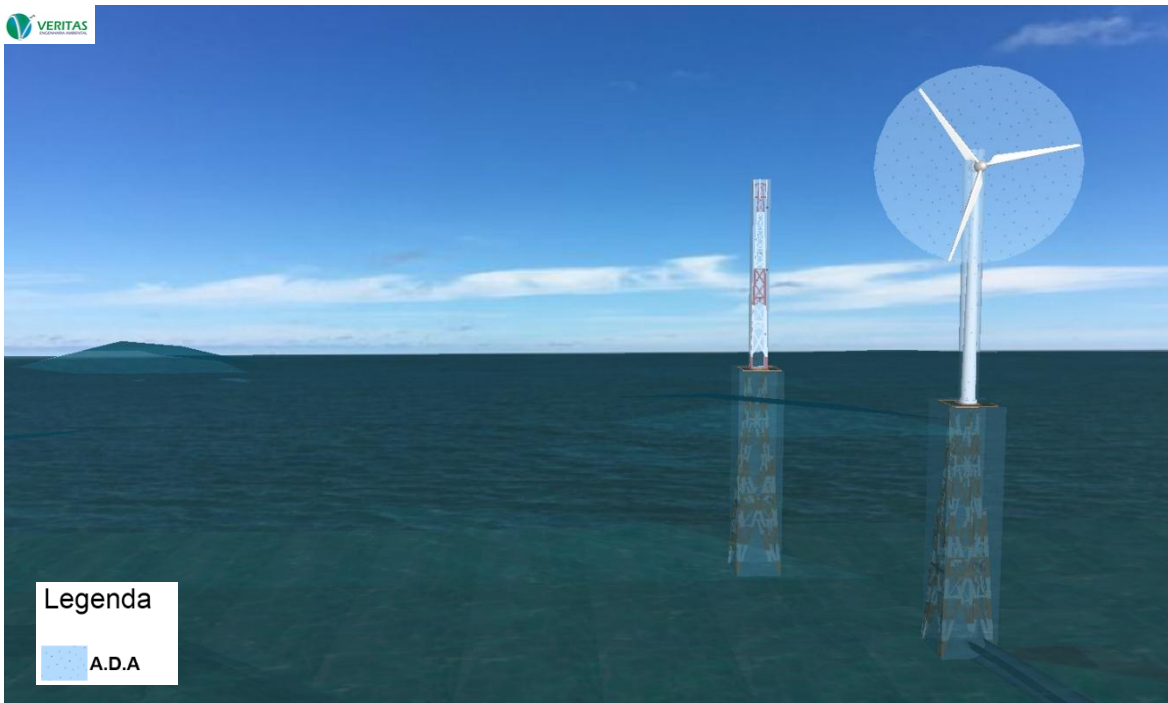


Figura IV.1-4 - ADA consideradas para o Aerogerador e Torre Anemométrica.

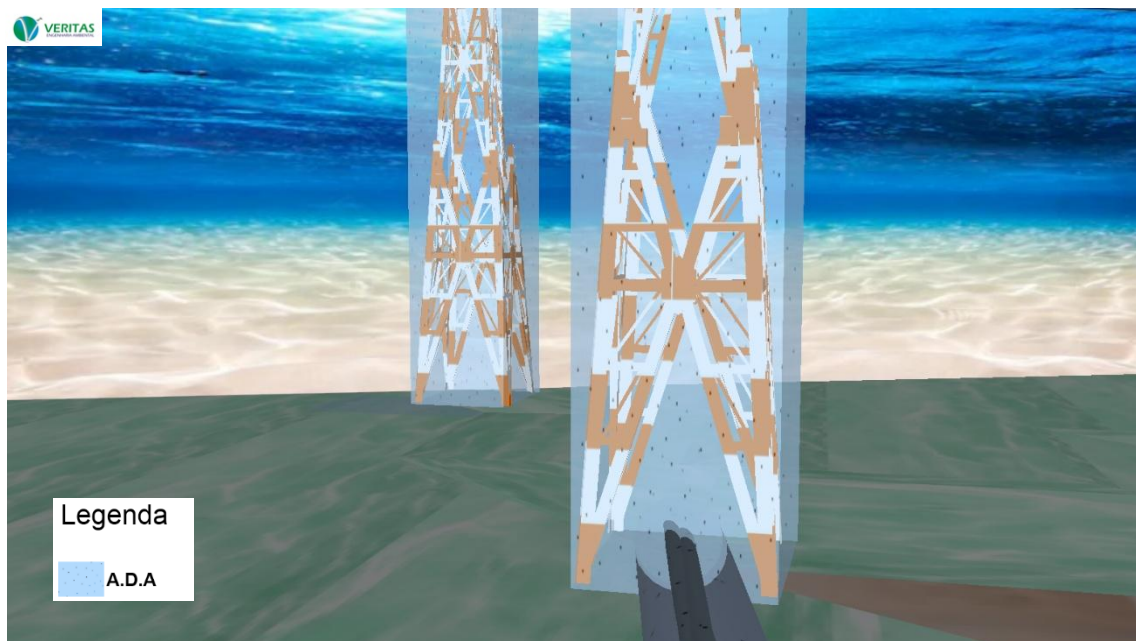


Figura IV.1-5 - ADA considerada para as Jaquetas e Cabo submarino.

IV.2 - AE e ADA do Meio Socioeconômico

Área de Estudo (AE)

A definição da AE do meio socioeconômico considerou, principalmente, a potencial interferência na atividade pesqueira em municípios da Baía Potiguar durante as fases de instalação e operação da Planta Piloto. Também foram consideradas possíveis interferências do empreendimento em aspectos sociais nos municípios que possuem instalações de apoio ao desenvolvimento da atividade, bem como a rota das embarcações de apoio logístico.

Portanto, a área de estudo do meio socioeconômico abrange os seguintes municípios (Figuras IV.2-1 e IV.2-2):

- ✓ Caiçara do Norte
- ✓ Galinhos
- ✓ Guamaré
- ✓ Macau

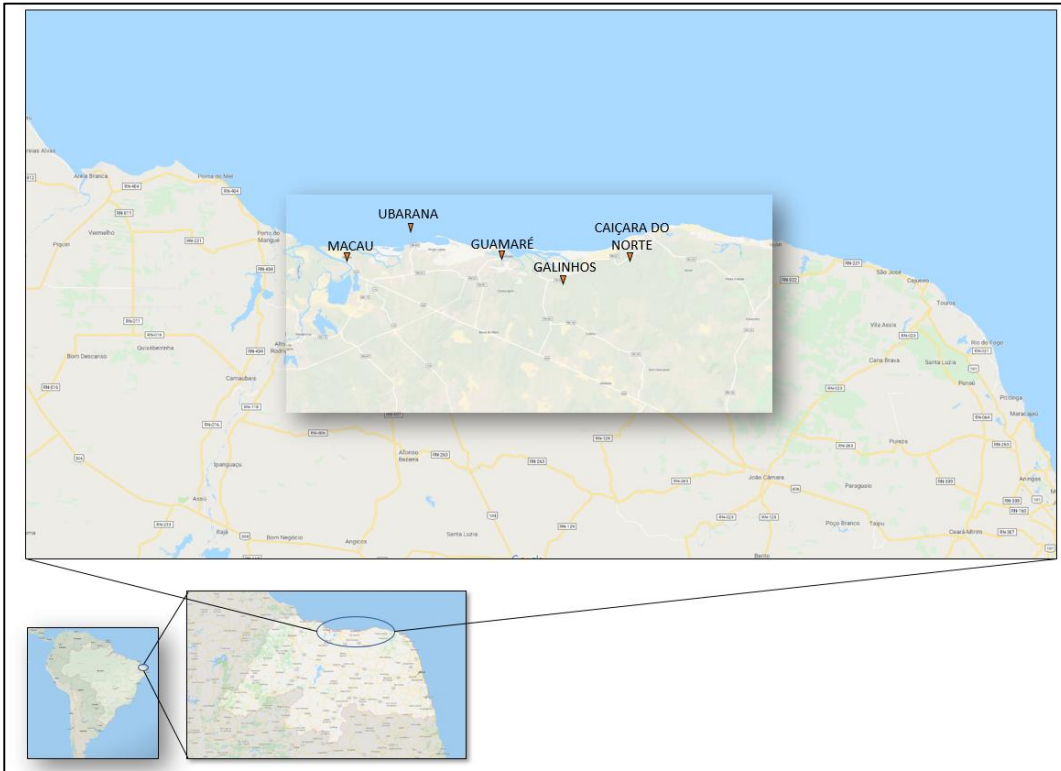


Figura IV.2-1 - Mapa da Localização dos Municípios da Área de Estudo

Fonte: Google Maps

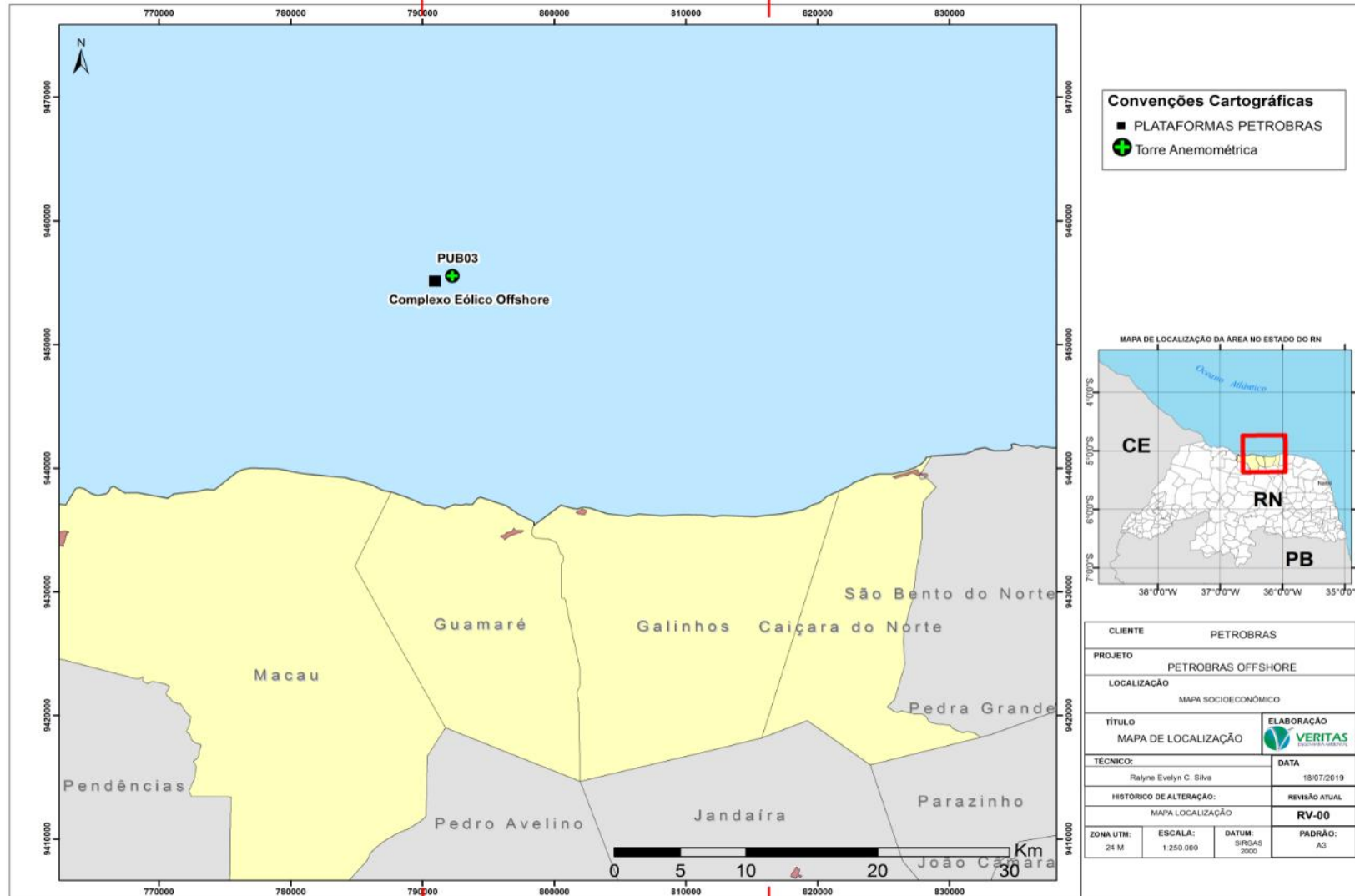


Figura IV.2-2 – Mapa de Localização da Área de Estudo do Meio Socioeconômico.

A Tabela IV.2-1 aponta a relação entre os critérios utilizados para a definição da área de estudo do meio socioeconômico e os municípios considerados.

Tabela IV.2-1 - Relação entre os critérios utilizados para a definição da área de estudo do meio socioeconômico e os municípios considerados.

	Municípios			
	Caiçara do Norte	Galinhos	Guamaré	Macau
Potencial interferência com atividade pesqueira	X	X	X	X
Rotas utilizadas pelas embarcações para apoio logístico			X	
Instalações de apoio ao desenvolvimento da atividade			X	

Fonte: Veritas Engenharia Ambiental, 2019.

Uma das premissas adotadas para definição da potencial interferência na atividade pesqueira levou em consideração a adoção das seguintes áreas de exclusão da navegação para empreendimentos eólicos offshore:

- ✓ 500 m a partir do aerogerador, durante a instalação do empreendimento, com duração de no máximo 30 dias;
- ✓ 50 m a partir do aerogerador, durante a operação do empreendimento, com duração estimada de 20 anos.

Essas áreas foram adotadas no presente estudo tendo como referência a experiência europeia com parques de geração de energia eólica offshore.

Outra premissa adotada, foi que a potencial interferência com a atividade pesqueira seria limitada à existência de embarcações com maior autonomia para viagens nos municípios (por exemplo, aquela do tipo bote ou barco com propulsão a motor), considerando a distância de 20 km do empreendimento em relação à costa. Também foi considerado o trânsito das embarcações de apoio na fase de instalação, no caso dos municípios mais próximos.

Com base nas premissas acima, há uma potencial interferência com a atividade pesqueira a partir da instalação e operação do empreendimento nos municípios Caiçara do Norte e Macau, por possuírem embarcações com maior autonomia para viagens; e também nos municípios de Galinhos e Guamaré, considerando uma potencial interferência relacionada às rotas das embarcações de apoio logístico.

Área Diretamente Afetada (ADA)

A definição da ADA considerou o município de Guamaré, levando-se em conta a infraestrutura já existente da PETROBRAS, que servirá como apoio logístico ao empreendimento. Este apoio logístico afetará, mesmo que em pequenas proporções, as atividades econômicas do município (serviços de alimentação e hospedagem, por exemplo).

V - DIAGNÓSTICO AMBIENTAL

V.A - Legislação Ambiental

Segundo o Artigo 7º, Inciso XIV, alínea b, da Lei Complementar Federal nº 140/11 (harmônica com a Política Nacional do Meio Ambiente, que foi instituída por efeito da Lei Federal nº 6.938/81), a competência pelo licenciamento ambiental é automaticamente direcionada ao Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA) quando os empreendimentos e atividades forem:

"localizados ou desenvolvidos no mar territorial, na plataforma continental ou na zona econômica exclusiva;"

Sendo assim, o Projeto Planta Piloto de Geração Eólica Offshore enquadra-se no grupo de empreendimentos que devem ter seus processos de licenciamento ambiental conduzidos pelo IBAMA.

Cabe também salientar que, como o projeto prevê uma capacidade de geração de energia de até 10 MW e apresenta baixo potencial de impacto ambiental, o licenciamento ambiental do mesmo não dependerá da elaboração de Estudo de Impacto Ambiental e respectivo Relatório de Impacto Ambiental, conforme previsão legal da Resolução CONAMA nº 001, de 23 de janeiro de 1986. Desta forma, o IBAMA emitiu através do Ofício nº 75/2018/DENEF/COHID/CGTEF/DILIC-IBAMA o Termo de Referência para a elaboração do presente Estudo Ambiental.

Seguindo a orientação do Termo de Referência emitido pelo IBAMA, segue Tabela V.A-1 com a identificação e apresentação da legislação ambiental aplicável ao Projeto Planta Piloto de Geração Eólica Offshore:

Tabela V.A-1 - Legislação Ambiental Aplicável.

Art. 225 da Constituição Federal de 1988	Todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao Poder Público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações.
Decreto n.º 85, de 11 de Abril de 1991	Promulga a Convenção Internacional sobre Busca e Salvamento Marítimos (SAR)
Decreto n.º 1.413, de 31 de Julho de 1975	Dispõe sobre o controle da poluição do meio ambiente provocada por atividades industriais.
Decreto n.º 2.508, de 04 de Março de 1998	Promulga o Convenção Internacional para a Prevenção da Poluição Causada por Navios, concluída em Londres, em 2 de novembro de 1973, seu Protocolo, concluído em Londres, em 17 de fevereiro de 1978, suas Emendas de 1984 e seus Anexos Opcionais III, IV e V.
Decreto n.º 2.519, de 16 de Março de 1988	Promulga a Convenção sobre Diversidade Biológica, assinada no Rio de Janeiro, em 05 de junho de 1992.
Decreto n.º 3.842, de 13 de Junho de 2001	Promulga a Convenção Interamericana para a Proteção e a Conservação das Tartarugas Marinhas, concluída em Caracas, em 1o de dezembro de 1996.
Decreto n.º 3.939, de 26 de Setembro de 2001	Dispõe sobre a Comissão Interministerial para os Recursos do Mar (CIRM) e dá outras providências.
Decreto n.º 4.136, de 20 de Fevereiro de 2002	Dispõe sobre a especificação das sanções aplicáveis às infrações às regras de prevenção, controle e fiscalização da poluição causada por lançamento de óleo e outras substâncias nocivas ou perigosas em águas sob jurisdição nacional, prevista na Lei no 9.966, de 28 de abril de 2000, e dá outras providências.
Decreto n.º 4.810, de 19 de Agosto de 2003	Estabelece normas para operação de embarcações pesqueiras nas zonas brasileiras de pesca, alto mar e por meio de acordos internacionais, e dá outras providências.
Decreto n.º 4.871, de 06 de Novembro de 2003	Dispõe sobre a instituição dos Planos de Áreas para o combate à poluição por óleo em

	águas sob jurisdição nacional e dá outras providências.
Decreto n.º 5.098, de 03 de Junho de 2004	Dispõe sobre a criação do Plano Nacional de Prevenção, Preparação e Resposta Rápida a Emergências Ambientais com Produtos Químicos Perigosos - P2R2, e dá outras providências.
Decreto n.º 5.208, de 17 de Setembro de 2004	Promulga o Acordo-Quadro sobre Meio Ambiente do Mercosul.
Decreto n.º 5.300, de 07 de Dezembro de 2004	Regulamenta a Lei nº 7.661, de 16 de maio de 1988, que institui o Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro - PNGC, dispõe sobre regras de uso e ocupação da zona costeira e estabelece critérios de gestão da orla marítima, e dá outras providências.
Decreto 5.377 de 23 de Fevereiro de 2005.	Aprova a Política Nacional para os Recursos do Mar - PNRM.
Decreto n.º 5.758, de 13 de Abril de 2006	Institui o Plano Estratégico Nacional de Áreas Protegidas - PNAP, seus princípios, diretrizes, objetivos e estratégias, e dá outras providências.
Decreto n.º 6.511, de 17 de Julho de 2008	Promulga as emendas aos Anexos da Convenção sobre Prevenção da Poluição Marinha Causada pelo Alijamento no Mar de Resíduos e Outras Matérias.
Decreto n.º 6.514, de 22 de Julho de 2008	Dispõe sobre as infrações e sanções administrativas ao meio ambiente, estabelece o processo administrativo federal para apuração destas infrações, e dá outras providências.
Decreto n.º 7.804, de 18 de Julho de 1989	Altera a Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981, que dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, a Lei nº 7.735, de 22 de fevereiro de 1989, a Lei nº 6.803, de 2 de julho de 1980, e dá outras providências.

Decreto n.º 8.127, de 22 de Outubro de 2013	Institui o Plano Nacional de Contingência para Incidentes de Poluição por Óleo em Águas sob Jurisdição Nacional, altera o Decreto n.º 4.871, de 6 de novembro de 2003, e o Decreto n.º 4.136, de 20 de fevereiro de 2002, e dá outras providências.
Decreto n.º 8.345, de 13 de Novembro de 2014	Promulga o texto da Convenção Internacional sobre Controle de Sistemas Antiincrustantes Danosos em Navios, adotada pela Organização Marítima Internacional, em Londres, em 5 de outubro de 2001.
Decreto n.º 87.566, de 16 de Dezembro de 1982	Promulga o texto da convenção sobre Prevenção da Poluição Marinha por Alijamento de Resíduos e Outras Matérias, concluída em Londres, a 29 de dezembro de 1972.
Decreto n.º 98.145, de 15 de Setembro de 1989	Aprova o Plano de Levantamento da Plataforma Continental Brasileira, e dá outras providências.
Lei Complementar n.º 140, de 08 de Dezembro de 2011	Fixa normas, nos termos dos incisos III, VI e VII do caput e do parágrafo único do art. 23 da Constituição Federal, para a cooperação entre a União, os Estados, o Distrito Federal e os Municípios nas ações administrativas decorrentes do exercício da competência comum relativas à proteção das paisagens naturais notáveis, à proteção do meio ambiente, ao combate à poluição em qualquer de suas formas e à preservação das florestas, da fauna e da flora; e altera a Lei no 6.938, de 31 de agosto de 1981.
Lei Federal n.º 5.197, de 03 de Janeiro de 1967	Dispõe sobre a proteção à fauna e dá outras providências.
Lei Federal n.º 6.803 de 02 de Julho de 1980	Dispõe sobre as diretrizes básicas para o zoneamento industrial nas áreas críticas de poluição, e dá outras providências.
Lei Federal n.º 6.938, de 31 de Agosto de 1981	Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências.
Lei Federal n.º 7.661, de 16 de Maio de 1988	Institui o Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro e dá outras providências.

Lei Federal 8.987, de 13 de Fevereiro de 1995	Dispõe sobre o regime de concessão e permissão da prestação de serviços públicos previsto no art. 175 da Constituição Federal, e dá outras providências.
Lei Federal n.º 8.001, de 13 de Março de 1990.	Define os percentuais da distribuição da compensação financeira de que trata a Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989, e dá outras providências.
Lei Federal n.º 8.617, 04 de Janeiro de 1993.	Dispõe sobre o mar territorial, a zona contígua, a zona econômica exclusiva e a plataforma continental brasileiros, e dá outras providências.
Lei Federal n.º 9.427, de 26 de Dezembro de 1996	Institui a Agência Nacional de Energia Elétrica - ANEEL, disciplina o regime das concessões de serviços públicos de energia elétrica e dá outras providências.
Lei Federal n.º 9.605, de 12 de Fevereiro de 1998	Dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente, e dá outras providências.
Lei Federal n.º 9.795, de 27 de Abril de 1999	Dispõe sobre a educação ambiental, institui a Política Nacional de Educação Ambiental e dá outras providências.
Lei Federal n.º 9.966, de 28 de Abril de 2000	Dispõe sobre a prevenção, o controle e a fiscalização da poluição causada por lançamento de óleo e outras substâncias nocivas ou perigosas em águas sob jurisdição nacional e dá outras providências.
Lei Federal n.º 9.991, de 24 de Julho de 2000	Dispõe sobre realização de investimentos em pesquisa e desenvolvimento e em eficiência energética por parte das empresas concessionárias, permissionárias e autorizadas do setor de energia elétrica, e dá outras providências.
Lei Federal n.º 9.993, de 24 de Julho de 2000	Destina recursos da compensação financeira pela utilização de recursos hídricos para fins de geração de energia elétrica e pela exploração de recursos minerais para o setor de ciência e tecnologia.
Lei Federal n.º 9.748, de 07 de Agosto de 1997	Dispõe sobre a política energética nacional, as atividades relativas ao monopólio do petróleo, institui o Conselho Nacional de Política Energética e a Agência Nacional do Petróleo e dá outras providências.

Lei Federal n.º 10.295, de 17 de Outubro de 2001	Dispõe sobre a Política Nacional de Conservação e Uso Racional de Energia e dá outras providências.
Lei Federal n.º 10.848, de 15 de Março de 2004	Dispõe sobre a comercialização de energia elétrica, altera as Leis nos 5.655, de 20 de maio de 1971, 8.631, de 4 de março de 1993, 9.074, de 7 de julho de 1995, 9.427, de 26 de dezembro de 1996, 9.478, de 6 de agosto de 1997, 9.648, de 27 de maio de 1998, 9.991, de 24 de julho de 2000, 10.438, de 26 de abril de 2002, e dá outras providências.
Lei Federal n.º 10.973, de 02 de Dezembro de 2004	Dispõe sobre incentivos à inovação e à pesquisa científica e tecnológica no ambiente produtivo e dá outras providências.
Lei Federal n.º 12.111, de 09 de Dezembro de 2009	Dispõe sobre os serviços de energia elétrica nos Sistemas Isolados; altera as Leis nos 9.991, de 24 de julho de 2000, 9.074, de 7 de julho de 1995, 9.427, de 26 de dezembro de 1996, e 10.848, de 15 de março de 2004; revoga dispositivos das Leis nos 8.631, de 4 de março de 1993, 9.648, de 27 de maio de 1998, e 10.833, de 29 de dezembro de 2003; e dá outras providência.
Lei Federal n.º 12.305, de 02 de Agosto de 2010	Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei no 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências.
MARPOL 73/74	A Convenção Internacional para a Prevenção da Poluição por Navios
NBR 10151	Avaliação do ruído em áreas habitadas, visando o conforto da comunidade - Procedimento
NBR 10152	Níveis de ruído para conforto acústico
NHO 06 -2ª Edição (2017)	Estabelece critérios e procedimentos para a avaliação da exposição ocupacional ao calor.
Norma NBR 04	Serviços Especializados em Eng. de Segurança e em Medicina do Trabalho.
Norma NBR 06	Equipamentos de Proteção Individual – EPI.
Norma NBR 07	Programas de Controle Médico de Saúde Ocupacional.
Norma NBR 09	Programas de Prevenção de Riscos Ambientais.

Norma NBR 10	Segurança em Instalações e Serviços em Eletricidade.
Norma NBR 11	Transporte, Movimentação, Armazenagem e Manuseio de Materiais.
Norma NBR 16	Atividades e Operações Perigosas.
Norma NBR 23	Proteção Contra Incêndios.
Norma NBR 24	Condições Sanitárias e de Conforto nos Locais de Trabalho.
Norma NBR 25	Resíduos Industriais.
Norma NBR 26	Sinalização de Segurança.
Norma NBR 27	Registro Profissional do Técnico de Segurança do Trabalho no MTB.
Norma NBR 28	Fiscalização e Penalidades.
Norma NBR 35	Trabalho em Altura.
NORMAN n.º 015/DPC	Normas da Autoridade Marítima para Atividades Subaquáticas
NORMAN n.º 023/DPC	Normas da Autoridade Marítima para Controle de Sistemas Antiincrustantes em Embarcações
NORMAN n.º 07/DPC	Normas da Autoridade Marítima para Atividades de Inspeção Naval
Nota Técnica IBAMA CGPEG/DILIC n.º 01/2011	Diretrizes para apresentação, implementação e para elaboração de relatórios, nos processos de licenciamento ambiental dos empreendimentos marítimos de exploração e produção de petróleo e gás
NR 15	Atividades e Operações Insalubres
Portaria IBAMA n.º 1.522, de 19 de dezembro de 1989	Dispõe sobre a lista oficial de espécies de fauna brasileira ameaçada de extinção
Resolução CONAMA n.º 001 de 23 de janeiro de 1986	Considera a necessidade de se estabelecerem as definições, as responsabilidades, os critérios básicos e as diretrizes gerais para uso e implementação da Avaliação de Impacto Ambiental como um dos instrumentos da Política Nacional do Meio Ambiente
Resolução CONAMA n.º 001 de 08 de março de 1990	Dispõe sobre a emissão de ruídos, em decorrência de quaisquer atividades industriais, comerciais, sociais ou recreativas, inclusive as de propaganda política. obedecerá, no interesse da saúde, do sossego público, aos padrões, critérios e diretrizes estabelecidos nesta Resolução.

Resolução CONAMA n.º 237, de 19 de dezembro de 1997	Dispõe sobre licenciamento ambiental
Resolução CONAMA n.º 275, de 25 de abril de 2001	Estabelece o código de cores para os diferentes tipos de resíduos, a ser adotado na identificação de coletores e transportadores, bem como nas campanhas informativas para a coleta seletiva
Resolução CONAMA n.º 307, de 05 de julho de 2002	Estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil
Resolução CONAMA n.º 316, de 29 de outubro de 2002	Dispõe sobre procedimentos e critérios para o funcionamento de sistemas de tratamento térmico de resíduos
Resolução CONAMA n.º 358, de 29 de abril de 2005	Dispõe sobre o tratamento e a disposição final dos resíduos dos serviços de saúde e dá outras providências
Resolução CONAMA n.º 430, de 13 de maio de 2011	Dispõe sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes, complementa e altera a Resolução no 357, de 17 de março de 2005

V.B - Planos e Programas Governamentais

São apresentados nesta parte do capítulo os Planos e Programas Governamentais desenvolvidos no âmbito federal, estadual e municipal (com foco no município de Guamaré/RN) que apresentem alguma correlação com o empreendimento.

A pesquisa buscou identificar os principais pontos e objetivos dos planos e programas identificados, de modo a agregar maior conhecimento quanto à realidade e capacidade de investimento, possibilitando a avaliação de potenciais interferências desses com o empreendimento.

Esfera Federal

Há alguns anos, com o desenvolvimento populacional e energético, o Brasil, juntamente com alguns países e blocos econômicos, mantém um esforço contínuo para a utilização de uma matriz energética limpa, no intuito de atender os compromissos internacionais assumidos.

No ano de 1994, realizou-se o I Encontro para Definição de Diretrizes para o Desenvolvimento de Energia Solar e Eólica promovido pelo Ministério de Minas e Energia (MME) e Ministério de Ciência e Tecnologia (MCT). Foram elaborados naquela ocasião, metas e diretrizes, em reunião plenária com 120 participantes de 79 entidades, formulando, como resultado final, a chamada "Declaração de Belo Horizonte".

Desde então, vem sendo desenvolvidos Planos e Programas que visam Gerenciamento, Desenvolvimento Sustentável e Desenvolvimento destas atividades, atendendo e melhorando o que já havia sido concretizado em Planos e Programas elaborados anteriormente, nos quais impactam diretamente a Implantação do Projeto Piloto de Geração de Energia Eólica Offshore no Brasil, os citados na Tabela V.B-1.

Tabela V.B-1 - Planos e Programas Governamentais – Esfera Federal

DENOMINAÇÃO DA POLÍTICA	INÍCIO DE EXECUÇÃO	OBJETIVOS	ÁREA DE ATUAÇÃO
Plano Decenal de Expansão de Energia 2027	2018	Perspectivas de Expansão futura do setor de energia sob a ótica do Governo no Horizonte de 10 anos	Economia, Sociedade, Meio Ambiente e Desenvolvimento
Política Energética Nacional	1997	Administrar e explorar da melhor forma possível os recursos do território nacional	Indústria, o comércio e a população em geral
Política Nacional para os Recursos do Mar – PNRM	2005	Tem por finalidade orientar o desenvolvimento das atividades que visem à efetiva utilização, exploração e aproveitamento dos recursos vivos, minerais e energéticos do Mar Territorial, da Zona Econômica Exclusiva e da Plataforma Continental, de acordo com os interesses nacionais, de forma racional e sustentável para o desenvolvimento socioeconômico do País, gerando emprego e renda e contribuindo para a inserção social.	Economia, Sociedade, Meio Ambiente e Desenvolvimento
Zoneamento Ecológico Econômico (ZEE)	2002	Visão estratégica do território nacional para a articulação política e para objetivar metas de crescimento econômico e de combate à desigualdade social	Territorial, Social, Cultural e Ambiental
Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro - PNGC	1988	Compromisso governamental com o planejamento integrado da utilização de tais recursos, visando o ordenamento da ocupação dos espaços litorâneos	Indústria, o comércio e a população em geral

DENOMINAÇÃO DA POLÍTICA	INÍCIO DE EXECUÇÃO	OBJETIVOS	ÁREA DE ATUAÇÃO
Plano Setorial para os Recursos do Mar (PSRM)	1981	Fixar as medidas essenciais tanto à promoção da integração do Mar Territorial, da Plataforma Continental e da Zona Econômica Exclusiva (ZEE), ao espaço brasileiro e quanto ao uso sustentável dos recursos do mar	Indústria, o comércio e a população em geral
Planejamento Espacial Marinho (MSP)	2007	Aumentar o conhecimento científico, desenvolver capacidades de pesquisa e transferir tecnologia marinha.	Economia, Sociedade e Desenvolvimento
Agenda 2030 para o desenvolvimento sustentável – ODS 14 – Vida na Água	2015	Plano de ação para erradicar a pobreza, proteger o planeta e garantir que as pessoas alcancem a paz e a prosperidade Conservação e Uso Sustentável dos oceanos, dos mares e dos recursos marinhos para o desenvolvimento sustentável.	Economia, Sociedade, Meio Ambiente e Desenvolvimento
Amazônia Azul	1988	Conservação e uso sustentável dos oceanos, dos mares e dos recursos marinhos para o desenvolvimento sustentável	Economia, Sociedade, Meio Ambiente e Desenvolvimento
Plano de levantamento da plataforma continental brasileira	1993	Estabelecer o limite exterior da nossa Plataforma Continental no seu enfoque jurídico	Territorial, Social, Cultural e Ambiental
Política Nacional de Desenvolvimento Sustentável da Aquicultura e da Pesca	1988	Regula as atividades pesqueiras	Indústria, o comércio e a população em geral
PAC	2007	Plano estratégico de resgate do planejamento e de retomada dos investimentos em setores estruturantes do país	Consumo de bens e serviços

DENOMINAÇÃO DA POLÍTICA	INÍCIO DE EXECUÇÃO	OBJETIVOS	ÁREA DE ATUAÇÃO
Política Nacional sobre Mudança do Clima	2009	Compromisso voluntário do Brasil junto à Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima de redução de emissões de gases de efeito estufa entre 36,1% e 38,9% das emissões projetadas até 2020.	Economia, Sociedade e Desenvolvimento

Esfra Estadual

O Estado do Rio Grande do Norte tem, através de programas e planos, a missão de promover a política ambiental do Estado, visando o desenvolvimento sustentável e aproveitando as potencialidades regionais em busca da melhoria da qualidade de vida da população. Neste contexto, a política estadual possui alguns Programas e Planos (Tabela V.B-2).

Tabela V.B-2 - Planos e Programas - Esfera Estadual.

DENOMINAÇÃO DA POLÍTICA	INÍCIO DE EXECUÇÃO	OBJETIVOS	ÁREA DE ATUAÇÃO
Plano Plurianual do Estado do RN	2016	Define diretrizes, objetivos e metas com o propósito de viabilizar a implementação e a gestão das políticas públicas, orientar a definição de prioridades e auxiliar na promoção do desenvolvimento sustentável do Estado.	Economia, Sociedade, Meio Ambiente e Desenvolvimento
Política Energética Estadual	2016	Conjunto das estratégias voltadas a garantir um desenvolvimento equilibrado e sustentável	Economia, Sociedade, Meio Ambiente e Desenvolvimento
Zoneamento Ecológico-Econômico Estadual	2011	Proporcionar uma base técnico-científica e operacional para o planejamento da ocupação do território	Economia, Sociedade, Meio Ambiente e Desenvolvimento
Plano de Manejo da reserva Ponta do Tubarão	2018	Diagnóstico da área e os programas de gestão am-	Economia, Sociedade, Meio Ambiente e Desenvolvimento

DENOMINAÇÃO DA POLÍTICA	INÍCIO DE EXECUÇÃO	OBJETIVOS	ÁREA DE ATUAÇÃO
		biental a serem implanta-	
Plano de Gestão Ambiental Compartilhada	2014	Apresentar uma proposta de gestão ambiental compartilhada para o Estado do Rio Grande do Norte, com fins de descentralizar a atribuição de licenciamento ambiental das atividades consideradas potencialmente poluidoras e degradadoras e sua fiscalização e monitoramento	Economia, Sociedade, Meio Ambiente e Desenvolvimento

Esfera Municipal – Guamaré (Rn)

A Prefeitura de Guamaré, dentro das limitações de ser um município de pequeno porte, em sua política de Meio Ambiente e Desenvolvimento prevê ações e planos para estabelecer parâmetros de utilização de seus recursos naturais e patrimoniais (Tabela V.B-3).

Tabela V.B-3 - Planos e Programas – Esfera Municipal

DENOMINAÇÃO DA POLÍTICA	INÍCIO DE EXECUÇÃO	OBJETIVOS	ÁREA DE ATUAÇÃO
Plano Diretor do Município de Guamaré	2012	Propor no desenvolvimento territorial, a justa distribuição das riquezas e a equidade social; Estabelecer parâmetros de controle do uso dos recursos naturais que assegurem a defesa e a gestão do patrimônio ambiental do município evitando os possíveis impactos decorrentes da atividade humana	Economia, Sociedade, Meio Ambiente e Desenvolvimento
Plano Plurianual de Guamaré/RN	2010	Promover o processo de implantação e estruturação técnica e administrativa de atividades dentro dos princípios	Economia, Sociedade, Meio Ambiente e Desenvolvimento

DENOMINAÇÃO DA POLÍTICA	INÍCIO DE EXECUÇÃO	OBJETIVOS	ÁREA DE ATUAÇÃO
		modernos da gestão pública integrada.	

Observando os Planos e Programas relativos às três esferas de governo, percebe-se a compatibilidade do empreendimento em relação ao interesse público. Isto se justifica, principalmente, em função da possibilidade de fomentar a disponibilidade de energia elétrica através de uma nova atividade no país, com menor potencial de impacto ambiental em relação a outras formas de geração de energia.

V.1 - Meio Físico

V.1.1 - Meteorologia e Climatologia

A maioria das informações referentes à Meteorologia e Climatologia é pertinente à base de dados disponível em relatórios da PETROBRAS, elaborados entre os anos de 2006 e 2007 e fundamentados em dados coletados até o ano de 2005 na estação meteorológica de Macau, do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), localizada em terra (-5.151035°S / -36.573142°W) e com 17 m de altitude, em Macau/RN, distante cerca de 31 km do Campo de Ubarana (Figura V.1.1-1), e de duas outras estações meteorológicas da PETROBRAS instaladas uma no Campo de Serra-Macau (Estação – A, Figura V.1.1-2) e outra na praia de Minhoto (Estação – B, Figura V.1.1-3). Contudo, em complemento à essa base de dados disponível nos referidos relatórios técnicos da PETROBRAS e que se restringe às coletas realizadas até o ano de 2005, buscou-se atualizar as informações sobre a meteorologia e climatologia com dados mais recentes da mesma estação do INMET, juntados aos modelos de reanálise da circulação global (ERA-Interim, Simmons et. al., 2007; Dee et al., 2011), nos documentos e artigos científicos disponíveis para o litoral setentrional do Rio Grande do Norte e de acesso livre.

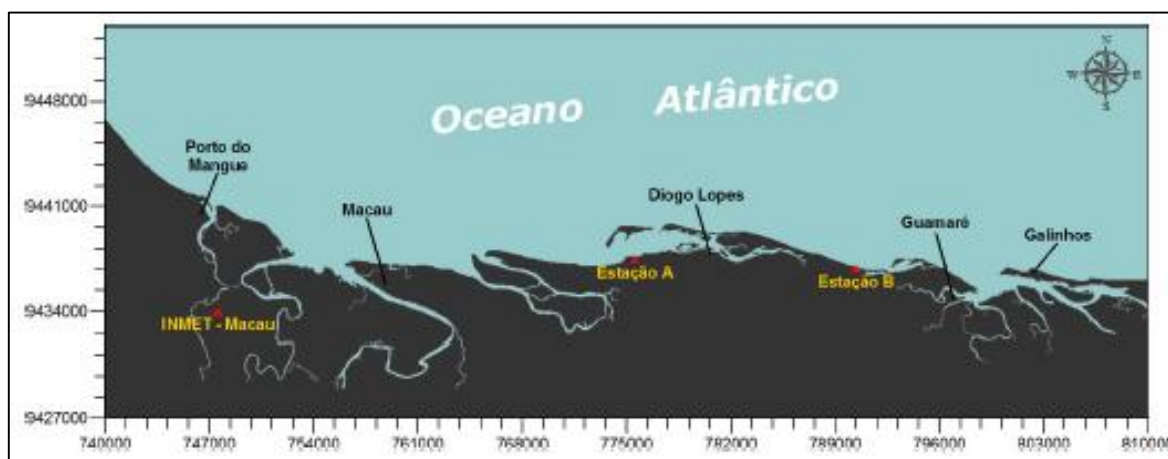


Figura V.1.1-1- Localização das estações meteorológicas na região terrestre, no litoral setentrional do Rio Grande do Norte: Estação meteorológica do INMET-Macau; estações meteorológicas pertencentes à PETROBRAS: Estação A (Campo de Serra-Macau) e Estação B (praia do Minhoto).

Fonte: PETROBRAS (2007).



Figura V.1.1-2- Vista geral da estação meteorológica instalada no Campo de Serra - Macau (Estação A).

Fonte: PETROBRAS (2006).



Figura V.1.1-3 - Vista área da estação meteorológica instalada na praia do Minhoto (Estação B).

Fonte: PETROBRAS (2006).

V.1.1.1 - Temperatura do Ar

A partir de dados da estação meteorológica de Macau no período de 1995 a 2005 (Figura V.1.1.1-1) e do INMET-Macau, a série temporal mostra que a temperatura na área apresenta-se elevada o ano todo, com valor médio de 27,84°C, sendo a menor média observada em julho, com 26,96°C, e o maior valor médio de 28,4°C em fevereiro. A média das temperaturas máximas é próxima de 30°C, com oscilações entre 34,8°C (abril de 1998) e 27°C (julho de 1995). A média das mínimas de 23,97°C, oscila entre 26° (abril de 1998) e 21,7°C (agosto de 1995).

As temperaturas menores que 23°C ocorrem, ocasionalmente, no período a partir de abril e podem ser correlacionadas às chegadas de frentes frias oriundas do Sul do Brasil, que chegam enfraquecidas na região. A diminuição das temperaturas a partir de abril é também associada ao início do período chuvoso (PETROBRAS, 2006).

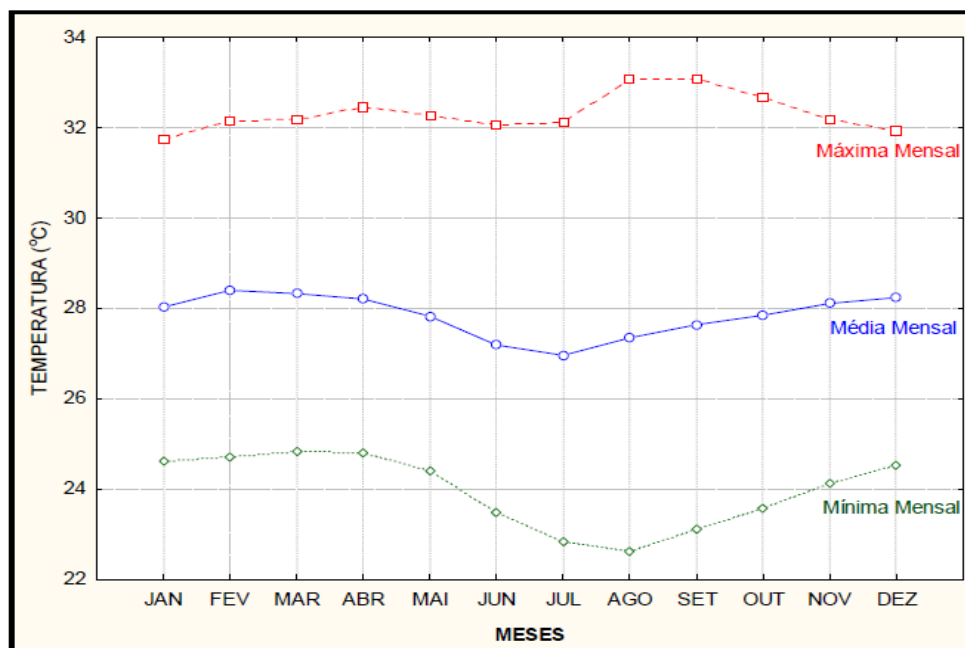


Figura V.1.1.1-1 - Dados da Temperatura Média Mensal (em °C) para a estações meteorológicas da PETROBRAS, Município de Macau.

Fonte: PETROBRAS (2006)

Outra base de dados, a partir de uma série temporal referente à estação meteorológica de Macau de 1991 a 1990 (Figura V.1.1.1-2), apresenta curvas de temperatura média de acordo com o comportamento padrão para a região, ou seja, baixa amplitude térmica (3,6°C), com mínimo de 25,0°C (em julho) e máximo de 28,6°C (em fevereiro). O valor médio de temperatura média máxima chega a 31,4°C (em abril) e média mínima chega a 20,3°C (em junho e setembro) (PETROBRAS, 2007). Tal comportamento para a região do Município de Macau se difere de outras séries temporais em estações próximas na região, provavelmente, pelo fato de a cidade estar situada no litoral, com maiores temperaturas entre fevereiro e abril (PETROBRAS, 2007). Nas estações de Macau e Mossoró, os menores valores ocorrem no fim da estação chuvosa (junho e julho) e, em seguida, os valores voltam a subir (Figura V.1.1.1-3).

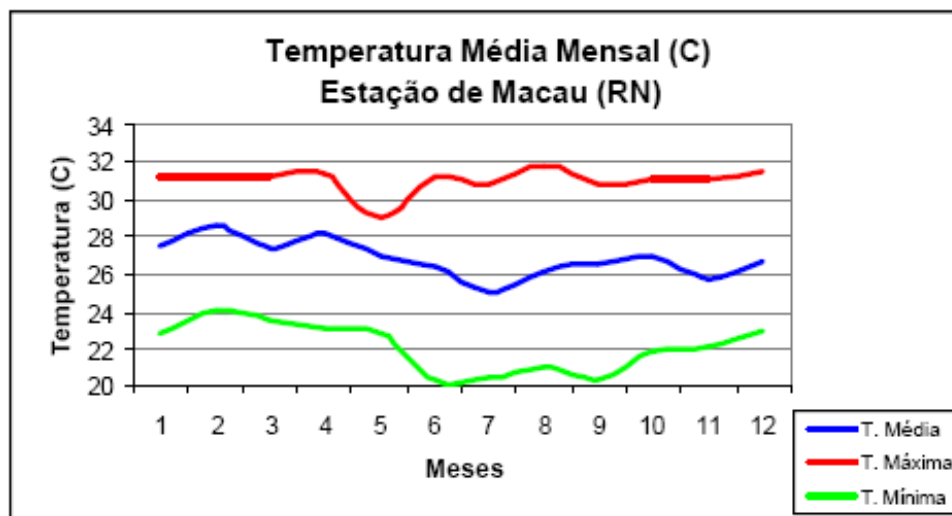


Figura V.1.1.1-2 - Dados da Temperatura Média Mensal (em °C) para a localidade da estação meteorológica do INMET-Macau.

Fonte: PETROBRAS (2007).

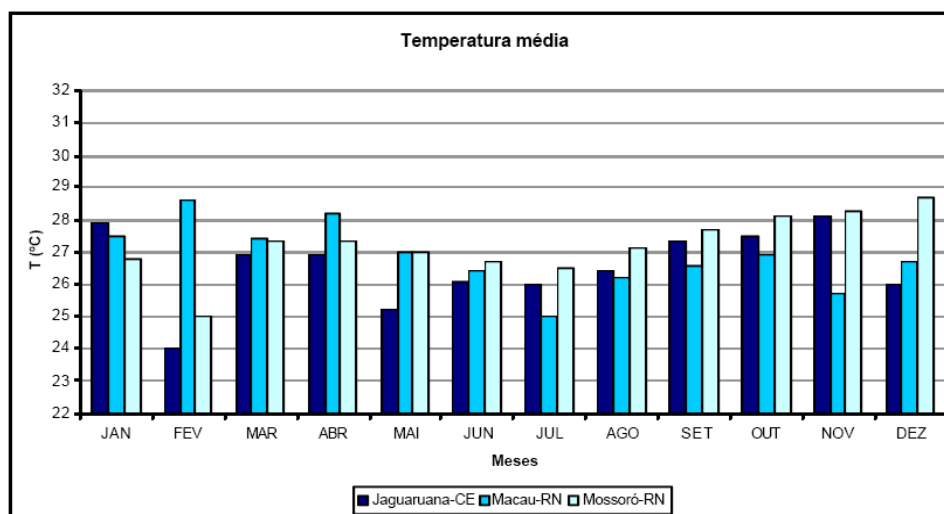


Figura V.1.1.1-3 - Variação mensal de Temperatura para Jaguaruana (CE); Mossoró (RN) e Macau (RN) para as localidades da base do INMET.

Fonte: PETROBRAS (2007).

Ainda como elemento de comparação dos resultados, os dados da estação meteorológica da praia do Minhoto foram agrupados em três subséries anuais (Figura V.1.1.1-4), revelando as maiores temperaturas médias no mês de dezembro para as séries 1 e 3, e para a série 2 no mês de fevereiro, com amplitude de 2,86° C, 1,49° C e 1,65° C, respectivamente. Nota-se uma pequena variação da temperatura média nessa estação, com valores entre 25,4° e 27,2°C (PETROBRAS, 2007).

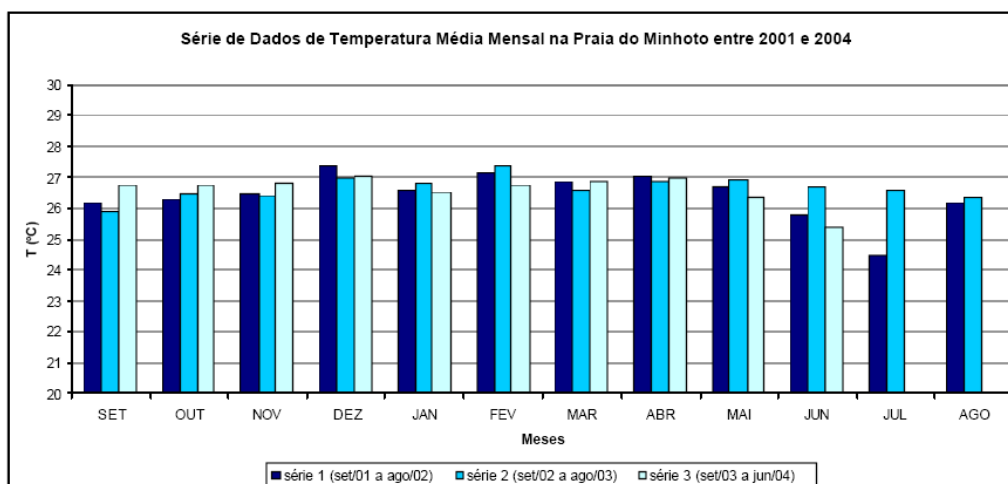


Figura V.1.1.1-4 - Temperatura Média Mensal para as três séries da estação meteorológica da praia do Minhoto.

Fonte: PETROBRAS (2007).

Com base em dados recentes da estação meteorológica do INMET-Macau (INMET, 2019), foi avaliada uma série temporal entre os anos de 2011 a 2018, em que foram obtidas análises estatísticas para comporem um cenário mais atual das informações sobre a temperatura do ar. A análise revela que nos últimos anos 8 anos os valores máximos de temperatura do ar atingiram 34,2°C, as temperaturas médias variaram entre 27,4°C a 28,5°C, enquanto as médias das temperaturas mínimas, variaram de 20,7°C a 22,7°C (Figura V.1.1.1-5).

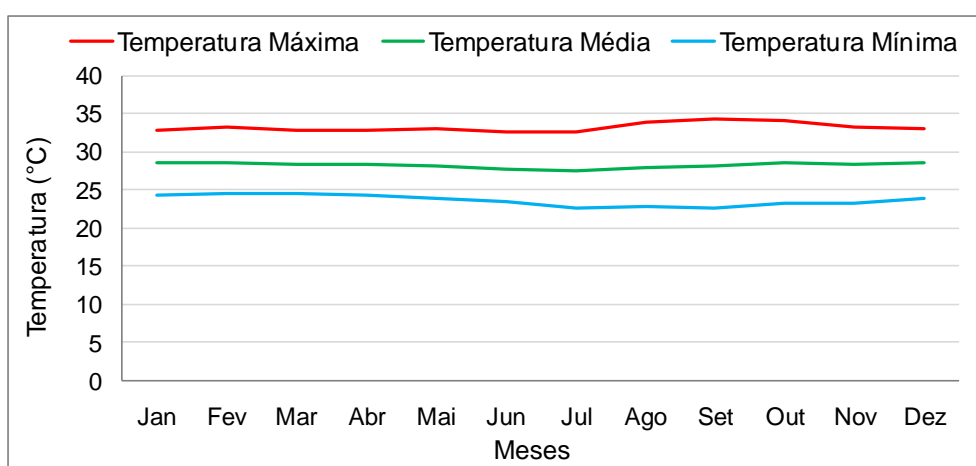


Figura V.1.1.1-5 - Dados da Temperatura Média Mensal (em °C) da série temporal entre 2011 e 2018 para a estação meteorológica do INMET-Macau.

Fonte: INMET (2019).

A Tabela V.1.1.1-1 apresenta um resumo estatístico da série temporal de 2011 a 2018, com os valores máximos acumulados, a média compensada e os valores mínimos de temperatura do ar registrados. Nota-se que a temperatura máxima registrada para a região ocorreu no mês de outubro com 35°C e a média compensada se deu ao longo do ano variando entre 27,4°C a 28,5°C. Os valores mínimos máximos absolutos da temperatura do ar ocorreram em setembro com 20,7°C e 21,5°C no mês de outubro.

Tabela V.1.1.1-1 - Estatística descritiva da série temporal de 2011 a 2018 da temperatura do ar na estação meteorológica INMET-Macau.

ESTAÇÃO	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
Máxima	34.0	34.7	34.1	34.1	34.0	33.5	34.5	34.9	34.8	35.0	34.5	33.9
Média	28.5	28.4	28.3	28.3	28.2	27.7	27.4	27.9	28.1	28.5	28.4	28.5
Mínima	23.4	23.9	23.7	23.9	23.4	22.9	21.8	22.1	20.7	21.5	21.6	22.9

Nas Figuras V.1.1.1-6 e V.1.1.1-7 serão apresentados os meses e anos cuja temperatura do ar na região mostrou-se com sua intensidade máxima e mínima. Conforme as figuras, verifica-se os valores máximos de temperatura para a região, acima de 34,5°C, ocorreram em fevereiro de 2013, e os maiores valores ocorrem de agosto a outubro de 2016, sendo considerado, portanto, como o ano mais quente observado neste período.

As temperaturas mínimas observadas neste período, abaixo de 22°C, ocorreram principalmente nos meses de julho a novembro, entre os anos de 2013, 2014 e 2012, contudo, a menores temperaturas foram registradas na maioria no ano de 2012.

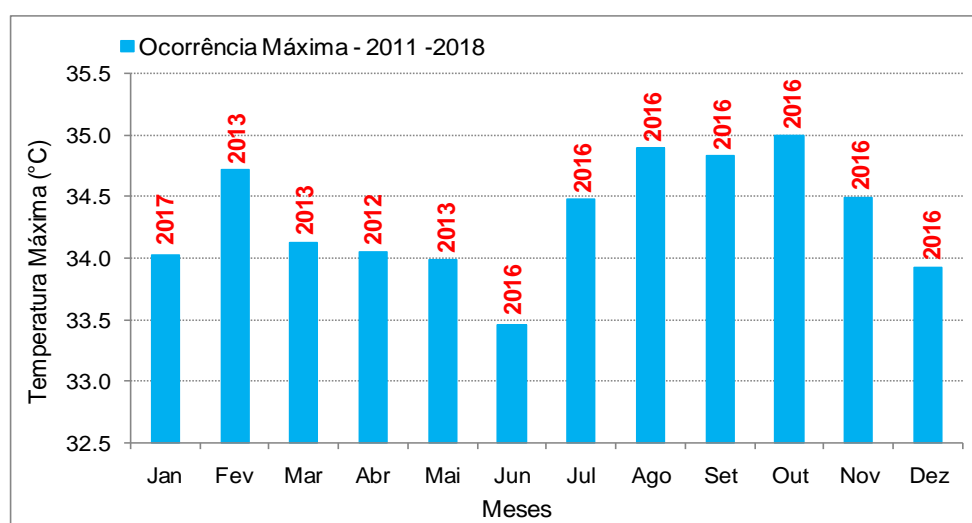


Figura V.1.1.1-6 - Ocorrência máxima da temperatura do ar para a estação meteorológica do INMET-Macau entre os anos de 2011 a 2018.

Fonte: INMET (2019).

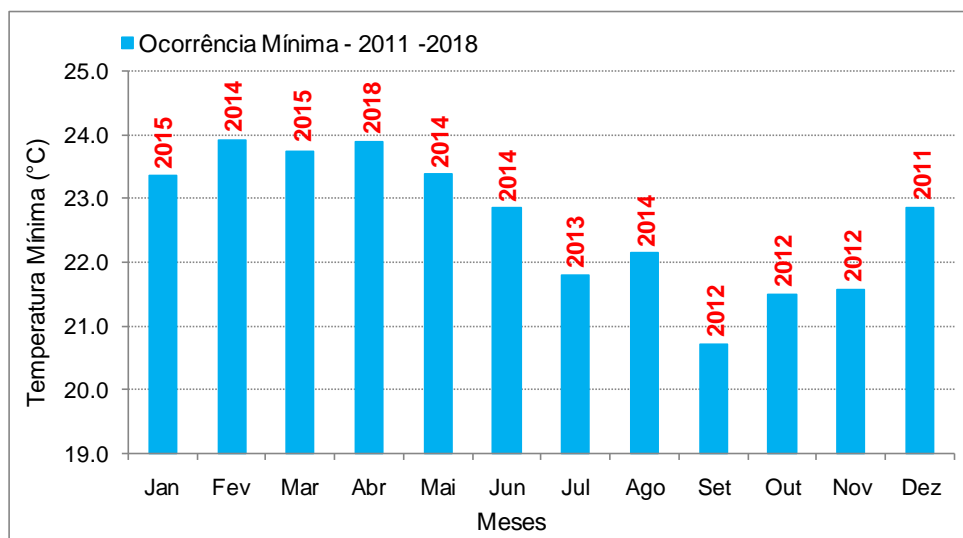


Figura V.1.1.1-7 - Ocorrência mínima da temperatura do ar para a estação meteorológica do INMET-Macau entre os anos de 2011 a 2018.

Fonte: INMET (2019).

Comparando-se os dados da série temporal de 2011 a 2018 com as normais climatológicas de temperatura do ar de 1961-1990 e 1981-2010 (INMET, 2019), observa-se que a média dos últimos 8 anos esteve muito próxima da normal climatológica de 1981-2010, sobretudo, nos primeiros meses do ano (janeiro a abril). Entretanto, nota-se que ocorreu uma alteração significativa nos valores de temperatura do ar, quando se compara a média de 2011 a 2018 e a normal climatológica de 1981-2010, com a normal climatológica de 1961-1990 (Figura V.1.1.1-8).

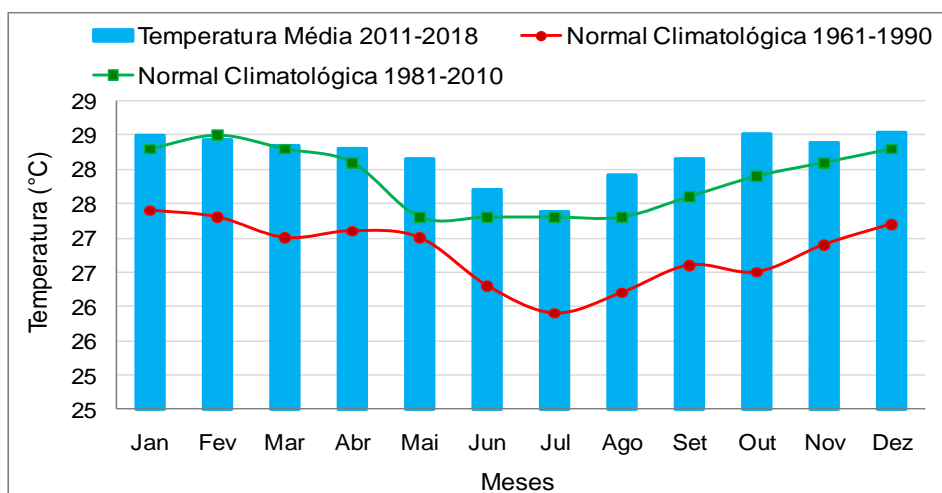


Figura V.1.1.1-8 - Médias comparativas da série temporal de 2011 a 2018 com as normais climatológicas (1961-1990 e 1981-2010) para a estação meteorológica INMET-Macau.

Fonte: INMET (2019).

A primeira normal climatológica apresenta uma variação ao longo do ano com médias mínimas de 25,9°C e médias máximas de 27,4°C. Na segunda normal climatológica ocorreu um aumento considerável nas médias ao longo do ano, com valores médios mínimos de 27,3°C e médias máximas de 28,5°C. As diferenças atingem valores da ordem de 1,4°C de aumento das médias de temperatura para as últimas décadas (Figura V.1.1.1-9). Tais alterações no comportamento da temperatura do ar, ou seja, o seu incremento, pode causar o aumento nas taxas de evaporação e, conseqüentemente, causar a redução das vazões dos rios na região (Marengo et al., 2011).

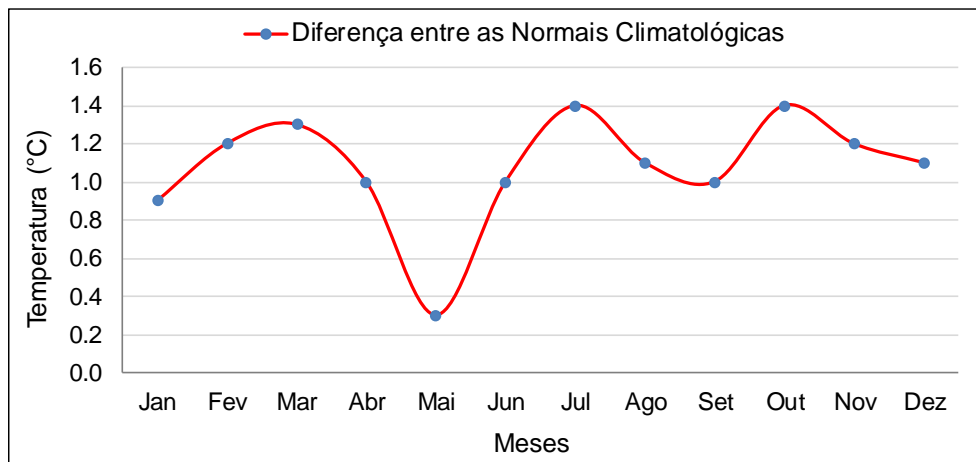


Figura V.1.1.1-9 - Diferenças entre a normal climatológica de 1961-1990 com a normal climatológica de 1981-2010 para a estação meteorológica INMET-Macau.

Fonte: INMET (2019).

Investigações sobre a variabilidade e a mudança do clima têm usado a temperatura média global da superfície para estabelecer o grau e o significado complexo das mudanças do clima durante o último século (Silva et al., 2009; Santos et al., 2010). A razão disto é expectativa de que a temperatura média global corresponde à mudança da forçante radiativa associada aos gases do efeito estufa e aerossóis dispersos na atmosfera (Santos et al., 2010).

As projeções do Painel Brasileiro de Mudanças Climáticas (PBMC) para o Nordeste Brasileiro (NEB) são de aumento entre 0,5 a 1,0°C na temperatura do ar durante as próximas três décadas (até 2040), com aumento gradual de temperatura de 1,5° a 2,5 °C (Guimarães et al., 2016). Outras projeções feitas para o NEB entre 2017 a 2100, revelam que em condições significativas mais quentes, podem ocorrer o aumento de temperatura entre 3,5° e 4,5°C, comprometendo, assim, ainda mais o agravamento do déficit hídrico regional e com efeito de redução drástica na distribuição da precipitação na região (PBMC, 2012;

Guimarães et al., 2016). Igualmente, segundo o Quinto Relatório de Avaliação do IPCC (AR5), é muito provável que as temperaturas do ar irão aumentar por todo o Continente Sul-americano, ocasionando redução nas chuvas durante a estação seca, sobretudo no NEB (Christensen et al., 2013; Guimarães et al., 2016).

V.1.1.2 - Umidade Relativa do Ar

A partir de dados da estação meteorológica do INMET-Macau no período de 1995 a 2005 (PETROBRAS, 2006), a série temporal para as médias de umidade relativa do ar ao longo do ano, encontram-se exposto na Figura V.1.1.2-1. Esse parâmetro obedece a um comportamento padrão ao longo do ano, intimamente relacionado com a pluviosidade local (PETROBRAS, 2007). Dessa forma, pode-se esperar que a umidade relativa do ar seja maior durante o principal período de chuvas na região, podendo se estender até julho em determinadas localidades.

A região de Macau apresenta média anual da ordem de 70,7%, embora as curvas de umidade para essa estação estejam de acordo com o padrão geral, os meses mais úmidos com umidade relativa do ar de 77% a 81%, são janeiro a junho. Durante a estação seca, a umidade do ar mantém-se praticamente constante, em torno de 67,6%, atingindo a média a 66,3% em setembro.

Para o período observado, a média mínima foi de 61% no mês de agosto. A umidade do ar na região, geralmente está acima de 50%, em função da influência do mar e da brisa marinha, comum nas primeiras horas da manhã (PETROBRAS, 2006)

As três séries de dados da estação meteorológica da praia do Minhoto encontram-se na Figura V.1.1.2-2, concordante com o estilo de variação descrito na base do INMET-Macau, os valores de umidade relativa na estação da praia do Minhoto apresentaram máximos (78%) no mês de janeiro para as séries 1 e 3, e no mês de março para a série 2, indicando maior pluviosidade local durante esses meses.

Os mínimos recaem durante a estação seca, em agosto, julho e setembro para as séries 1 (65%), 2 (62%) e 3 (65%), respectivamente, embora esta última não tenha registrado dados em julho e agosto de 2004. As médias das séries ficaram entre 71,3% (série 2) e 73,2% (série 3), não indicando variabilidades interanuais (Figura V.1.1.2-3).

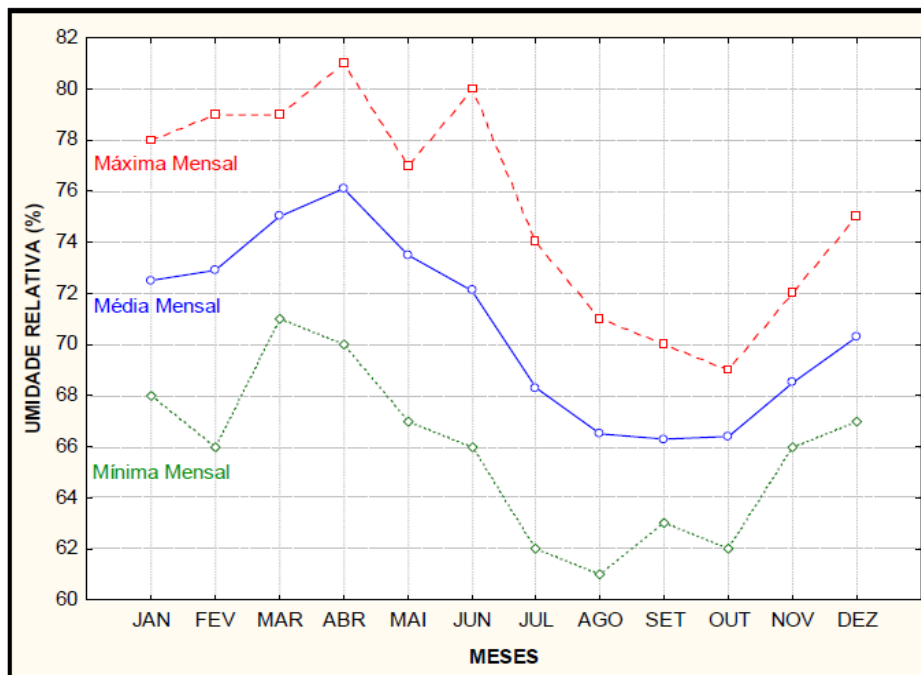


Figura V.1.1.2-1 - Caminhamento da umidade relativa média mensal ao longo do ano a estação meteorológica INMET-Macau, durante o período de 1995-2005.

Fonte: PETROBRAS (2006).

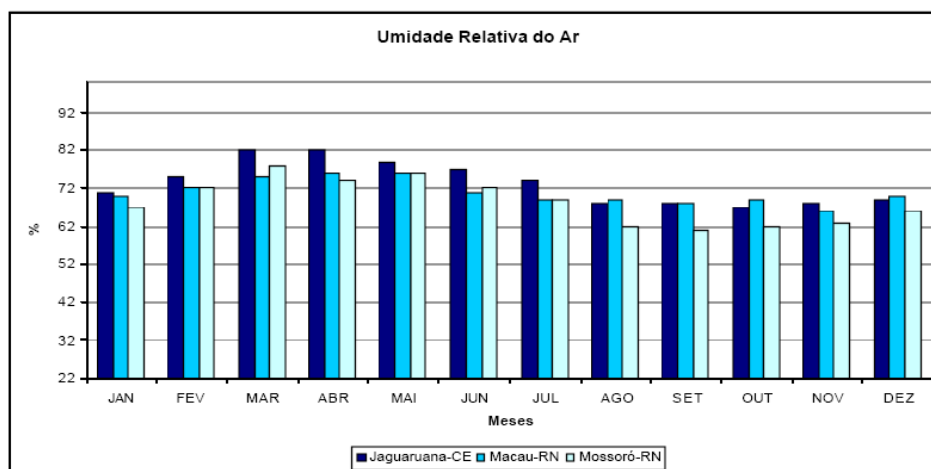


Figura V.1.1.2-2 - Valores de umidade relativa média mensal e anual (em %) na estação meteorológica INMET-Macau.

Fonte: PETROBRAS (2007).

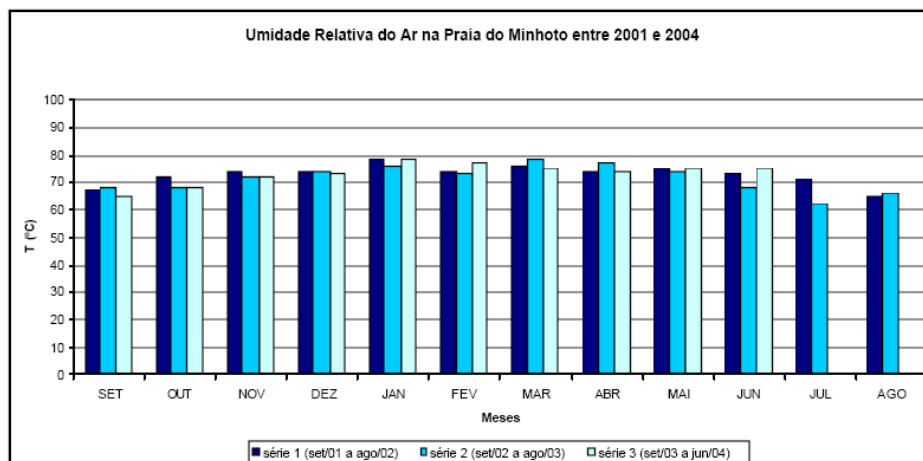


Figura V.1.1.2-1 - Dados de umidade relativa (em %) média mensal para as três séries de dados da estação da meteorológica da praia do Minhoto.

Fonte: PETROBRAS (2007).

Dados mais recentes da umidade relativa do ar, baseado na estação meteorológica do INMET-Macau (INMET, 2019), para o período de 2011 a 2018, revelam que a média acima de 70% da umidade, concentram-se nos meses de janeiro a junho (Figura V.1.1.2-4), não diferenciando significativamente das médias apresentadas anteriormente.

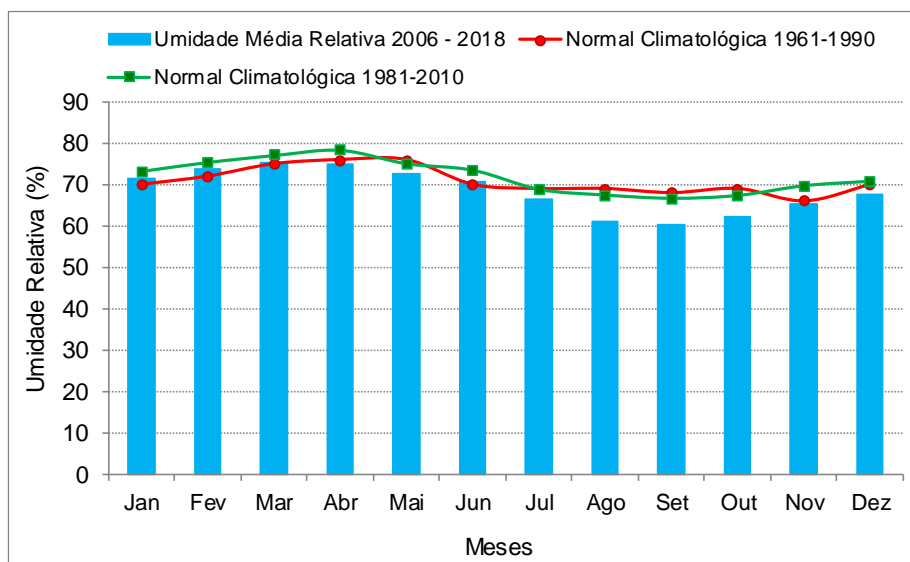


Figura V.1.1.2-2 - Dados de umidade relativa (em %) média mensal para as três séries de dados da estação da meteorológica da praia do Minhoto.

Fonte: PETROBRAS (2007).

Para as curvas de umidade relativa do ar das normais climatológicas para o período de 1961-1990 e para o período de 1981-2010 para a estação meteorológica do INMET-Macau (INMET, 2019), verifica-se que nos primeiros seis meses, de janeiro a junho, as curvas de umidade relativa do ar são muito similares às médias de 2011 a 2018, sugerindo que nesses meses não houve alterações significativas para este parâmetro. Contudo, nos meses de agosto a outubro, as curvas das normais climatológicas apresentam-se mais distantes, com variação de redução média de 7,8% de umidade da média (2011 a 2018) em relação às normais climatológicas (Figura V.1.1.2-5). A redução da umidade pode indicar aumento do ressecamento ambiental (Santos et al., 2010).

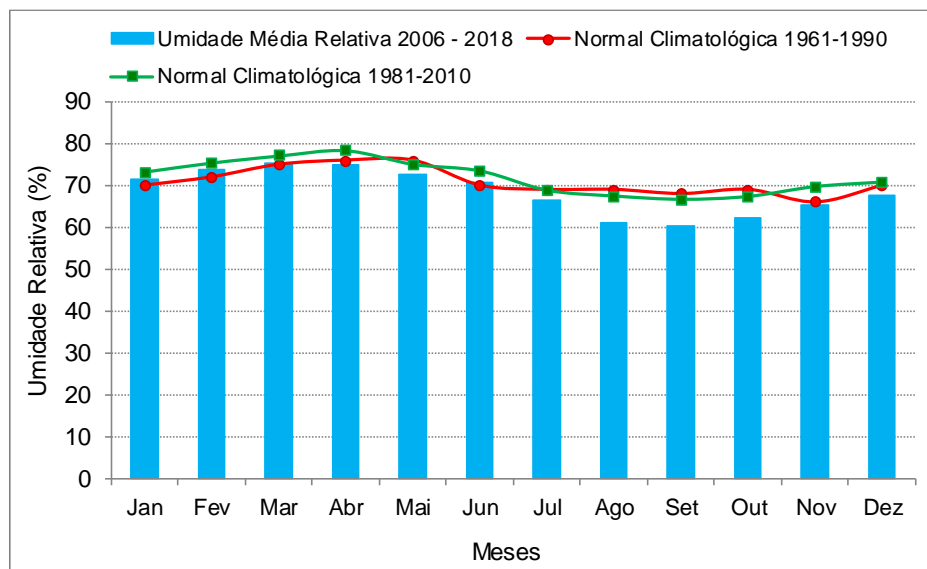


Figura V.1.1.2-3 - Médias mensais da umidade relativa do ar para a estação meteorológica do INMET-Macau para o período de 2011 a 2018, com sobreposição das normais climatológicas para o período de 1961-1990 e 1981-2010.

Fonte: INMET (2019).

Analisando os dados horários, para os ciclos de 12h00s, 18h00s e 24h00s, percebe-se que as curvas seguem a tendência similar às médias mensais do período de 2011 a 2018. Percebe-se que a curva das 24h00s, concentra os maiores valores de umidade relativa do ar ao longo de um dia durante todo o ano (INMET, 2019). A curva do ciclo das 18h00s concentra os valores de umidade mais baixos ao longo do dia entre os meses de janeiro a agosto, e de setembro a dezembro o ciclo das 12h00s segue com as médias dos valores mais baixos. Os meses de agosto a outubro coincidem com os meses de baixa precipitação na região. Marengo et al. (2011) aborda que a combinação do aumento da

temperatura do ar, redução das chuvas, associados a redução da umidade relativa do ar, fornecem as ferramentas necessárias para gerar secas.

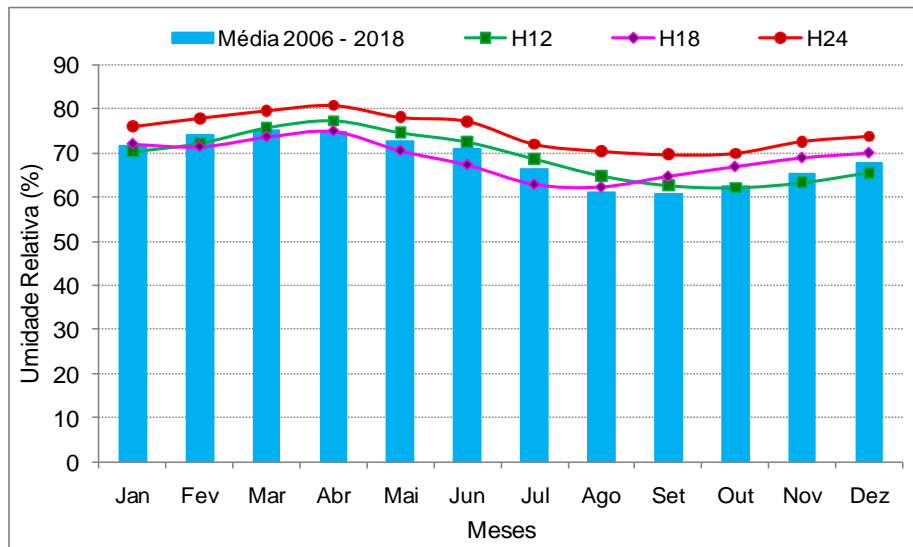


Figura V.1.1.2-4 - Médias horárias de concentração da umidade relativa do ar para a estação meteorológica do INMET-Macau para o período de 2011 a 2018, com sobreposição das normais climatológicas para o período de 1961-1990 e 1981-2010.

Fonte: INMET (2019).

V.1.1.3 - Regime Pluviométrico

O NEB possui uma área de aproximadamente 1.558.196 km² de extensão e situa-se no extremo nordeste da América do Sul. É banhado ao norte e a leste pelo Oceano Atlântico, cuja distribuição das chuvas é atípica em relação às áreas equatoriais (Kayano e Andreoli, 2009). Este setor do Atlântico Equatorial apresenta acentuada variabilidade no clima, abrangendo desde regiões semiáridas, com precipitação anual acumulada inferior à 500 mm, até regiões com alto índice pluviométrico, como nas áreas costeiras e a nordeste da região, que apresentam precipitação anual superior à 1500 mm (Oliveira, 2014). Trata-se também de uma das principais regiões da América do Sul onde os sinais da variabilidade intrasazonal são mais evidentes (Kayano e Andreoli, 2009).

Devido à ampla extensão territorial, são vários os sistemas meteorológicos atuantes no NEB, sendo os principais: a Zona de Convergência Intertropical (ZCIT), os Vórtices Ciclônicos de Altos Níveis (VCAN), os Distúrbios Ondulatórios de Leste (DOL), as Linhas de Instabilidades (LI), os Sistemas Frontais (SF) e a Zona de Convergência do Atlântico Sul

(ZCAS). Assim, os regimes de chuvas apresentam-se de forma heterogênea tanto na escala espacial quanto nas escalas de tempo (Oliveira, 2014). Tais sistemas atmosféricos regionais e sinópticos atuantes no NEB constituem os principais fatores dinâmicos que determinam a precipitação sazonal que apresenta má distribuição temporal no período de um ano e grande variabilidade espaço-temporal, dependendo do sistema atuante (Kayano e Andreoli, 2009). As projeções do PBMC para o NEB são de decréscimo entre 10% e 20% da precipitação (Guimarães et al., 2016).

Seguindo um padrão com relação às bases de dados, já apresentadas anteriormente para as médias da temperatura do ar e da umidade relativa do ar, as médias da precipitação também são baseadas primeiramente nas informações dos relatórios da PETROBRAS de 2006 e 2007, seguido posteriormente, com informações mais recentes (2011 a 2018) para a estação meteorológica de Macau (INMET, 2019).

Com base nos dados de 1995 a 2005 da estação meteorológica do INMET-Macau, a precipitação média anual da área foi de 51,91 mm. A precipitação menor total anual de 20,41 mm ocorreu em 2001 e a maior total anual de 84,94 mm aconteceu em 2002 (PETROBRAS, 2006). Essa grande variabilidade foi observada tanto nos totais anuais como também nos totais mensais, refletindo-se marcadamente na qualidade da estação chuvosa, que pode se expandir ou se retrair acentuadamente, de ano para ano, ocasionando com isso, anos de excesso de precipitação, contrastando com anos de elevado déficit pluviométrico na região. Tal comportamento, entretanto, é típico no NEB e está associado com a maior ou menor expressão da ZCIT sobre a região, resultado de uma interação complexa dos sistemas climáticos atuantes a nível global (PETROBRAS, 2006).

A maior parte do NEB, especialmente a área norte, é influenciada principalmente pelo deslocamento sazonal da ZCIT, atingindo sua posição mais ao sul durante o outono austral, entre os meses março a maio (Hastenrath, 2012; Utida et al., 2019). A ZCIT é o mais importante sistema causador de chuvas na região, que representa o eixo do cavado equatorial e suas variações em posição e intensidade que estão diretamente relacionadas às alterações nas posições e intensidades das altas subtropicais do Atlântico Norte e Sul (Figura V.1.1.3-1). A ZCIT apresenta, no Atlântico Equatorial, a convergência dos ventos alísios do Norte e Sul, com movimentos ascendentes, baixas pressões, nebulosidades e chuvas abundantes e segue, preferencialmente, as regiões em que a temperatura da superfície do mar (TSM) é mais elevada (Cavalcanti et al, 2009; Marengo et al., 2011).

Em níveis mais altos, a divergência leva ao fluxo em direção ao polo e à subsidência em latitudes subtropicais, onde o fluxo próximo à superfície é redirecionado para o equador, fechando a célula meridional de Hadley (Nobre e Shukla, 1996; Schneider et al., 2014). Em

contraste com o outono austral, o inverno austral (junho a agosto) é caracterizado por resfriamento significativo na TSM, ventos alísios mais fortes da SE que cruzam o Equador e um deslocamento para o norte da ZCIT (Schneider et al., 2014).

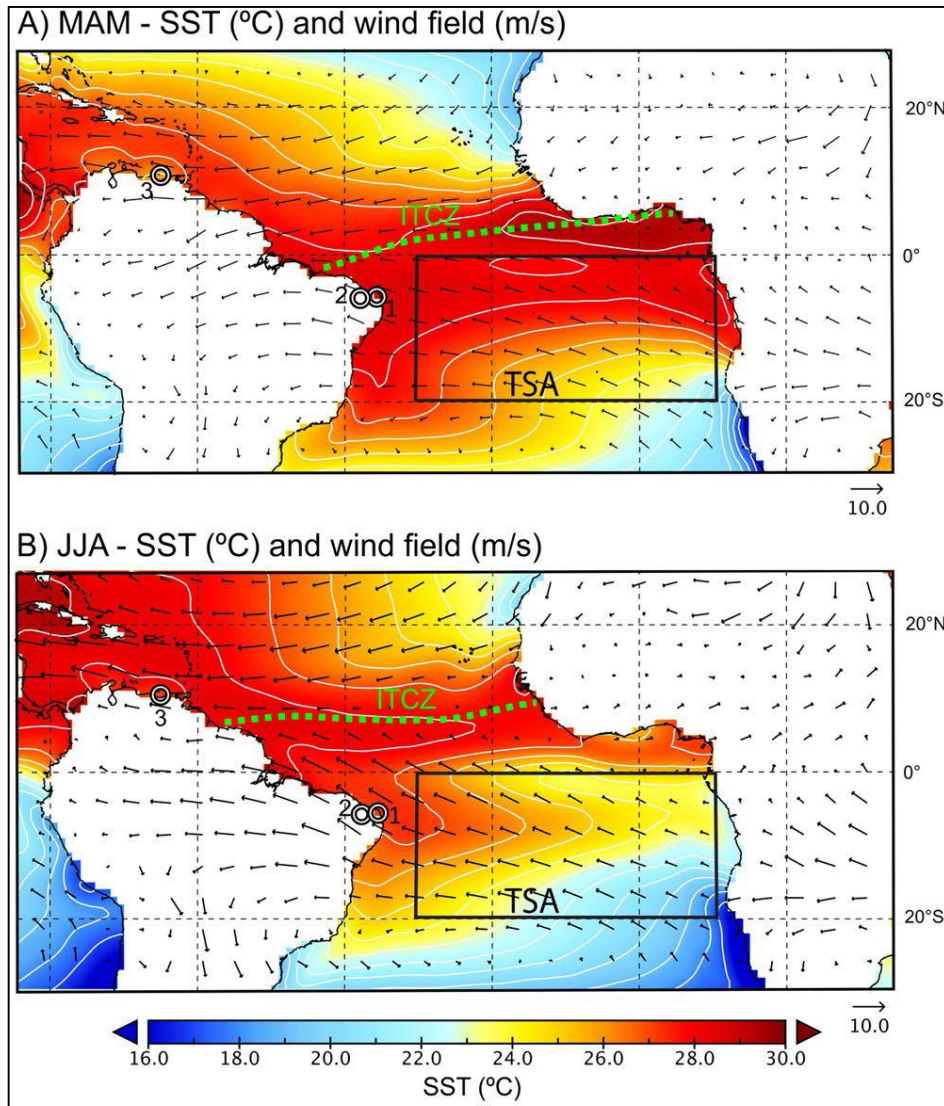


Figura V.1.1.3-1 - Climatologia do Atlântico Tropical. Temperatura climatológica média da superfície do mar (TSM em °C) e 850 hPa campo de vento (m/s) sobre a Baía Atlântica tropical para (A) para os meses de março, abril e maio e (B) para os meses de junho, julho e agosto (Utida et al., 2019).

A Figura V.1.1.3-2, com média da precipitação entre os anos de 1995 a 2005, releva que a estação chuvosa, com precipitação acima de 100 mm, tem duração média de dois meses, normalmente ocorrendo entre março a abril. Tendo em vista a variabilidade pluviométrica, totais mensais de chuva acima de 100 mm podem ocorrer também de janeiro a julho. O total mensal máximo de chuva observada na estação meteorológica de Macau foi

256,9 mm em abril de 1996. Valores mensais mínimos reduzidos, inferiores a 10 mm, são observados para todos os meses do ano, inclusive durante a estação chuvosa, conforme variabilidade explicada anteriormente. O período de estiagem regular vai de agosto a dezembro, quando totais mensais de precipitação não ultrapassam, em média, 10 mm (PETROBRAS, 2006).

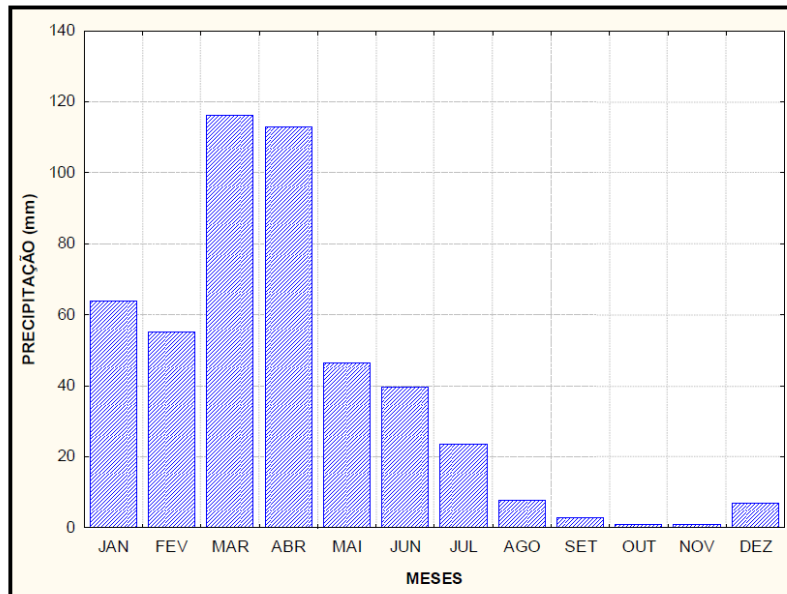


Figura V.1.1.3-2 - Comportamento das precipitações mensais ao longo do ano, para o período entre 1995 a 2005 na estação meteorológica do INMET-Macau.

Fonte: PETROBRAS (2006)

Uma análise mais detalhada das séries temporais da precipitação na região da cidade de Guararé/RN (Figura V.1.1.3-3), no período de 1962 a 2005 (PETROBRAS, 2007), indica que os três maiores valores do total anual foram os anos de 1974 (1942,4 mm), 1977 (1757,3 mm) e 1985 (2237,6 mm). Com relação ao mês de março (o mais chuvoso na média climatológica), o ano com maior precipitação foi o de 1986 (563,8 mm). A precipitação ultrapassou o valor de 300 mm em outros seis anos: 1967 (326,4 mm), 1968 (430,8 mm), 1974 (378,2 mm), 1981 (341,4 mm), 1984 (315,2 mm) e 1988 (324,7 mm).

Considerando análises estatísticas mais recentes para o regime pluviométrico da região, estação meteorológica de Macau, para o período de 2006 a 2018 (INMET, 2019), mostra que houve uma redução quando comparado com as médias da precipitação do período de 1995 a 2005 (Figura V.1.1.3-4). As médias de precipitação acima de 50mm mensais, são observados nos meses de fevereiro a maio, a partir de junho a taxas de precipita-

ção reduzem drasticamente até o mês de dezembro (Figura V.1.1.3-4). O mês de abril registrou o maior índice de pluviosidade, com média de 120 mm, sendo os meses de setembro a dezembro o registro das menores taxas de chuvas, com médias variando entre 1,87 mm e 4,34 mm (INMET, 2019).

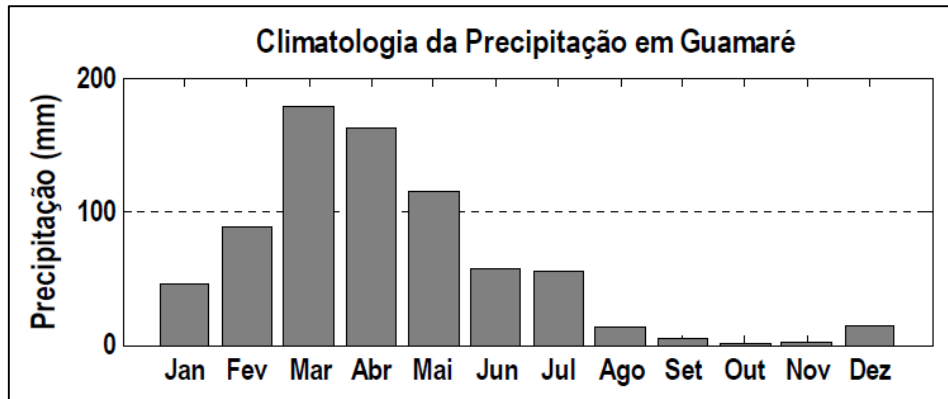


Figura V.1.1.3-3 - Climatologia da precipitação em Guamaré/RN, dados de 1962 a 2005 (PETROBRAS, 2007).

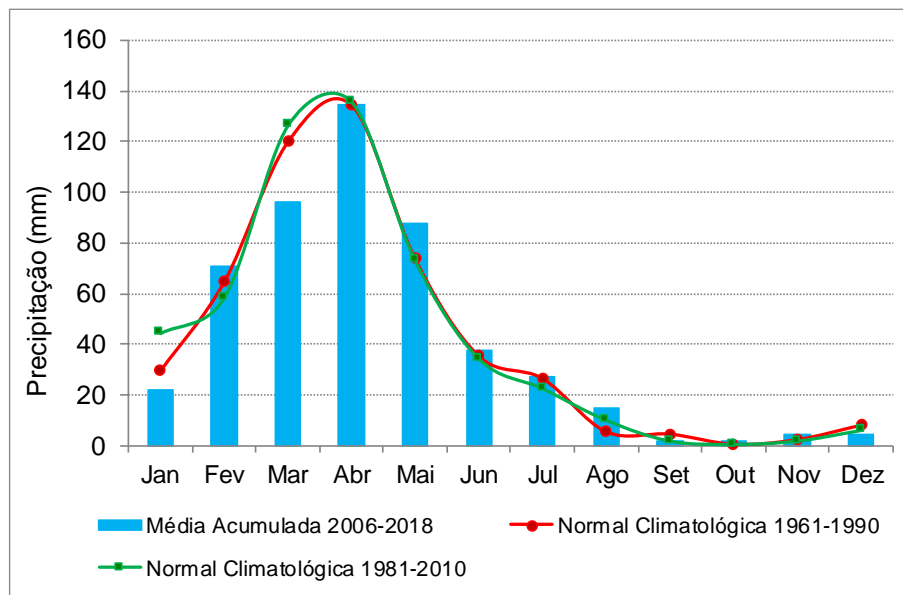


Figura V.1.1.3-4 - Média da precipitação mensal para a estação meteorológica do INMET-Macau para o período de 2006 a 2018, com sobreposição das normais climatológicas para o período de 1961-1990 e 1981-2010.

Fonte: INMET (2019).

Incluindo as curvas das normais climatológicas (períodos de 1961-1990 e 1981-2010) com as médias de 2006 a 2018, nota-se que há uma tendência semelhante ao longo dos meses entre as precipitações mais elevada para as precipitações mais baixas.

Verifica-se também, que na análise entre as normais climatológicas não houve alterações significativas no regime das chuvas para a estação de Macau na maioria dos meses, com exceção do mês de março, cuja a média se distanciou das normais climatológicas com diferença de 30mm.

Considerando os valores de precipitação máxima acumulada para o período de 2006 a 2018 (Figura V.1.1.3-5), 2006 foi o ano que apresentou a maior taxa de precipitação, com 332,9 mm (abril). Os anos de 2008 e 2009, também registraram taxas altas com 280,3 mm (março) e 274,4 mm (maio).

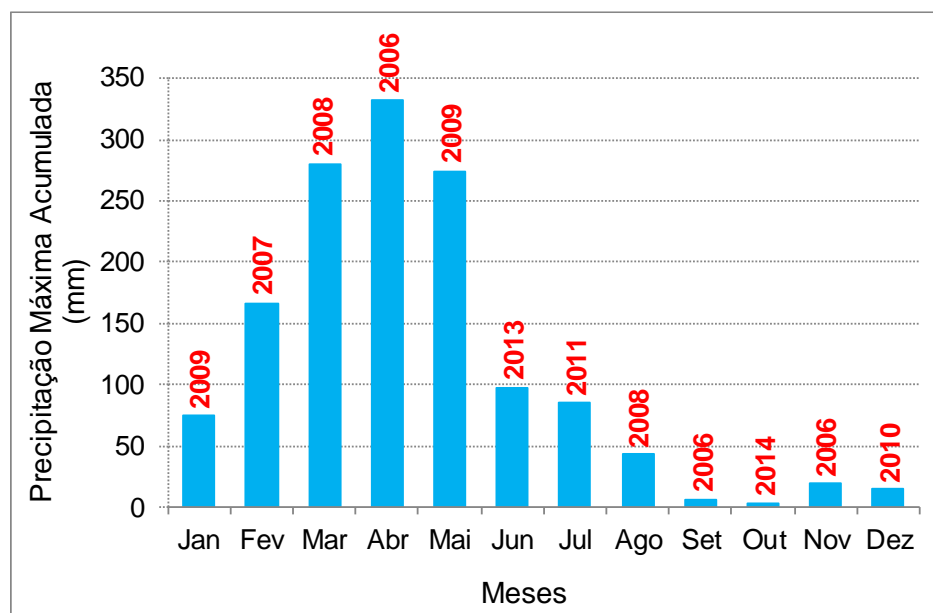


Figura V.1.1.3-5 - Ocorrência das taxas máxima de precipitação para a estação meteorológica do INMET-Macau entre os anos de 2006 a 2018.

Fonte: INMET (2019).

Nas análises das taxas de precipitação mínima acumulada para os anos de 2007, 2009, 2013, 2014 e 2015 foram os anos cujas taxas mostraram-se reduzidas às mínimas abaixo de 2,0 mm, respectivamente, nos meses de agosto a janeiro (Figura V.1.1.3-6).

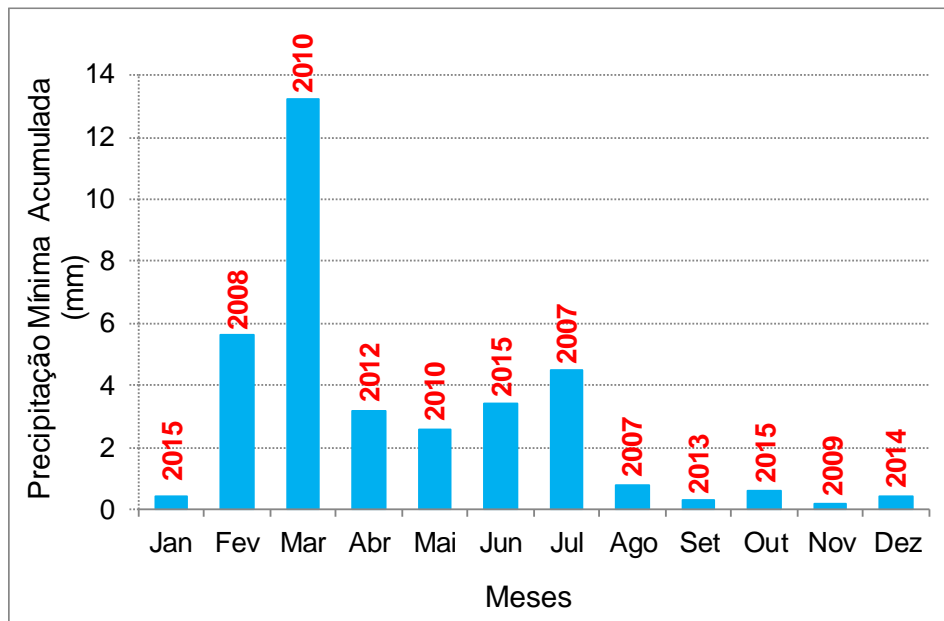


Figura V.1.1.3-6 - Ocorrência das taxas mínimas de precipitação para a estação de Macau entre os anos de 2006 a 2018.

Fonte: INMET (2019)

V.1.1.4 - Direção e Velocidade dos Ventos

Seguindo um padrão com relação às bases de dados, já mostrados anteriormente para as médias da temperatura do ar e da umidade relativa do ar, as médias da precipitação também são baseadas primeiramente nas informações dos relatórios da PETROBRAS de 2006 e 2007, seguido posteriormente, com informações mais recentes (2011 a 2018) para a estação meteorológica de Macau (INMET, 2019).

A região do NEB encontra-se localizada no cinturão dos ventos alísios, que alcançam a costa setentrional do Rio Grande do Norte, predominantemente, provenientes de NE e esta direção é também controlada pelos movimentos da Zona de Convergência Intertropical (ZCIT, Figura V.1.1.4-1).

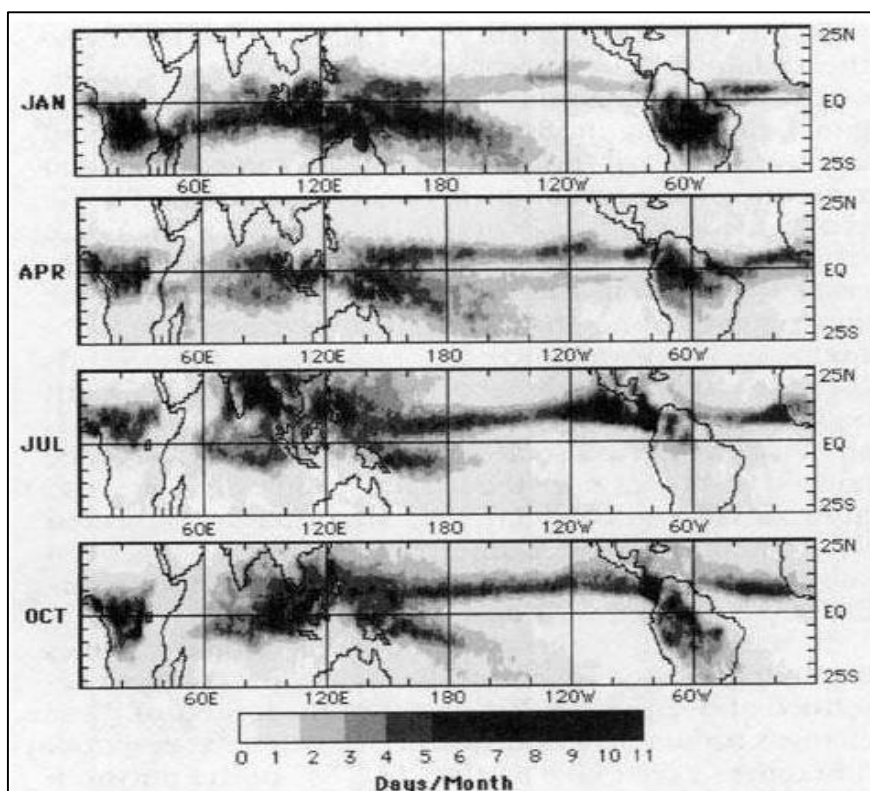


Figura V.1.1.4-1 - Média mensal da estrutura da ZCIT para os meses: janeiro, abril, julho e outubro (Waliser e Gautier, 1993).

A ZCIT migra sazonalmente de sua posição mais ao Norte, no Atlântico, para posição mais ao Sul, durante o verão austral. Os ventos alísios de Sudeste são mais intensos quando a ZCIT se encontra ao norte, diminuindo progressivamente com sua migração em direção ao Equador, para alcançar os mínimos valores anuais durante os meses de março a abril, quando os ventos de Sudeste são mais fracos. O movimento para norte da ZCIT e

a intensificação dos ventos de Sudeste que se inicia em maio, apresenta fortes efeitos no oceano (PETROBRAS, 2007), com variações no padrão da circulação oceânica, variações do nível do mar e aumento da velocidade das correntes costeiras (Philander e Paconowski, 1986; Servain e Leger, 1986; Molinari e Johns, 1994; PETROBRAS, 2007).

No litoral setentrional do Rio Grande do Norte os ventos sopram de Leste para Oeste, de Nordeste para Sudeste e de Sudeste para Nordeste. Devido à presença constante e intensa dos ventos alísios, as massas de águas são bem misturadas sem a presença de qualquer estratificação. A velocidade e direção dos ventos irão influenciar diretamente nos processos costeiros, seja na geração de ondas, seja como importante agente na dinâmica sedimentar das praias, constituindo-se no principal responsável pela troca de areias entre as praias e as dunas costeiras.

De acordo com dados da PETROBRAS (2007), de análises realizadas entre 1995 a 2005 para a estação meteorológica de INMET-Macau, a distribuição sazonal das direções dos ventos não apresenta grandes variações, ocorrendo apenas mudanças na frequência em função de grandes perturbações atmosféricas, cuja intensidade respeita o ciclo climatológico dos ventos na região equatorial.

Conforme o gráfico de dispersão da Figura V.1.1.4-2, que mostra os vetores de ventos anuais para o período de 1995 a 2005, de abril a junho predominam os ventos NE-SE, enquanto os de agosto a janeiro são moderados, caracterizando a região como a de forte potencial para o acionamento de cata-ventos e/ou aerogeradores eólicos (PETROBRAS, 2007).

Dados da PETROBRAS de 1977 e 1981 para a região de Macau mostram que as maiores intensidades médias ocorrem no período compreendido entre 12h e 18h, seguido por uma diminuição significativa dos ventos no mês de outubro nesse período do dia, chegando a aproximadamente 3,5 m/s e entre 6h e 12h, 4,0 m/s (Figura V.1.1.4-3).

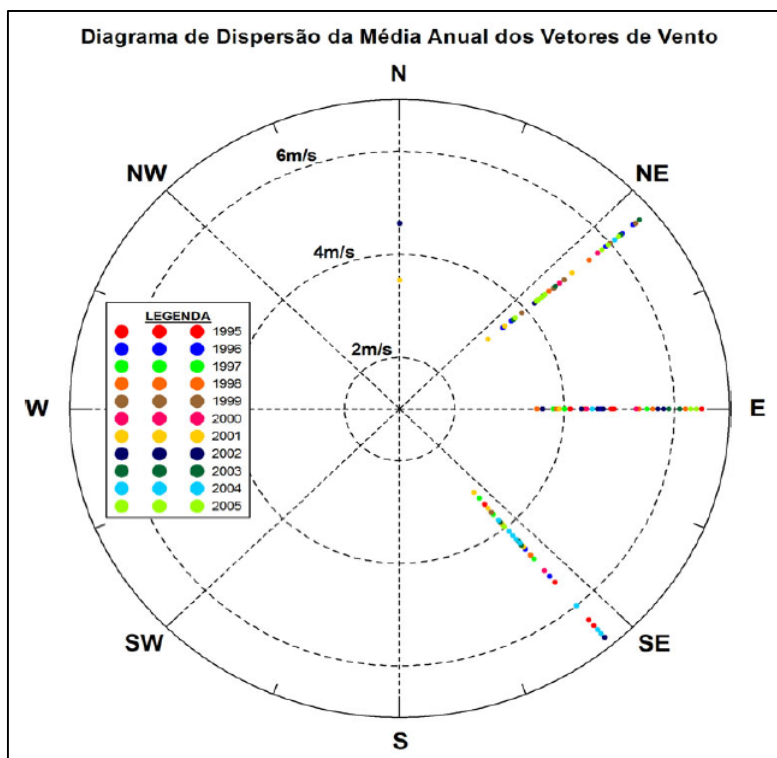


Figura V.1.1.4-2 - Diagrama de dispersão da média anual dos ventos, para o período de 1995 a 2005, para a estação meteorológica do INMET-Macau.

Fonte: PETROBRAS (2007).

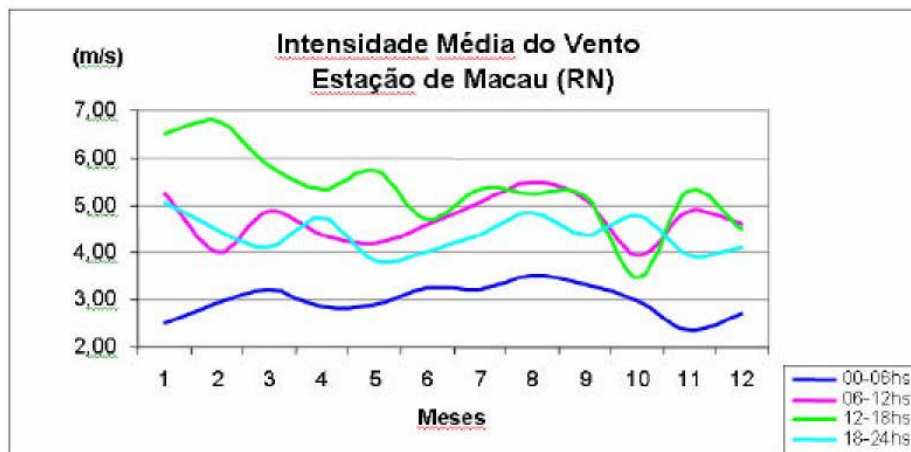


Figura V.1.1.4-3 - Gráfico comparativo de intensidade média mensal do vento para a região de Macau entre os anos de 1977 e 1981.

Fonte: PETROBRAS (2007).

Para as séries temporais da estação da praia do Minhoto, entre setembro de 2001 a junho de 2004, os dados mostram um comportamento anual marcante, que pode representar o campo de vento de toda no entorno da área de influência do empreendimento (Figura V.1.1.4-4).

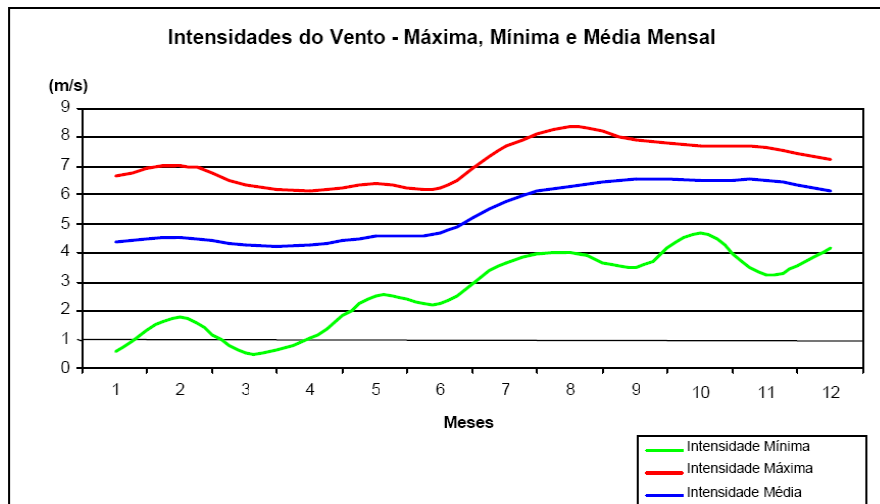


Figura V.1.1.4-4 - Diagrama comparativo de intensidade máxima, média e mínima mensal dos ventos para a série de dados da estação meteorológica da praia do Minhoto.

Fonte: PETROBRAS (2007).

O regime de ventos ao longo do ano é ilustrado pelos diagramas de dispersão de frequência do vento da Figura V.1.1.4-5 com os meses de janeiro a dezembro, onde são representadas as distribuições do vento médio diário das séries de praia do Minhoto segundo a convenção de direção "vento de", ou "com origem em". Os diagramas assim elaborados revelam a predominância dos registros de direção leste e intensidades moderadas entre janeiro e março, e a partir daí passa a leste-sudeste, com maiores intensidades, até o mês de setembro, quando gradativamente volta a soprar de leste, para iniciar um novo ciclo em janeiro (PETROBRAS, 2007).

Resultados semelhantes foram observados no Projeto de Caracterização e Monitoramento Ambiental da Baía Potiguar (PETROBRAS, 2006), onde a evolução da intensidade e direção dos ventos no período de 2001 a 2004 (médias mensais) nas estações meteorológicas da PETROBRAS em Macau indicou duas épocas distintas de ação do vento. Neste caso, no período mais chuvoso e quente do ano (janeiro a maio), predominaram ventos de Leste menos intensos, enquanto que no período seco e mais frio (julho a novembro) foram registrados ventos mais fortes e que oscilaram entre Leste e Sudeste (PETROBRAS, 2007).

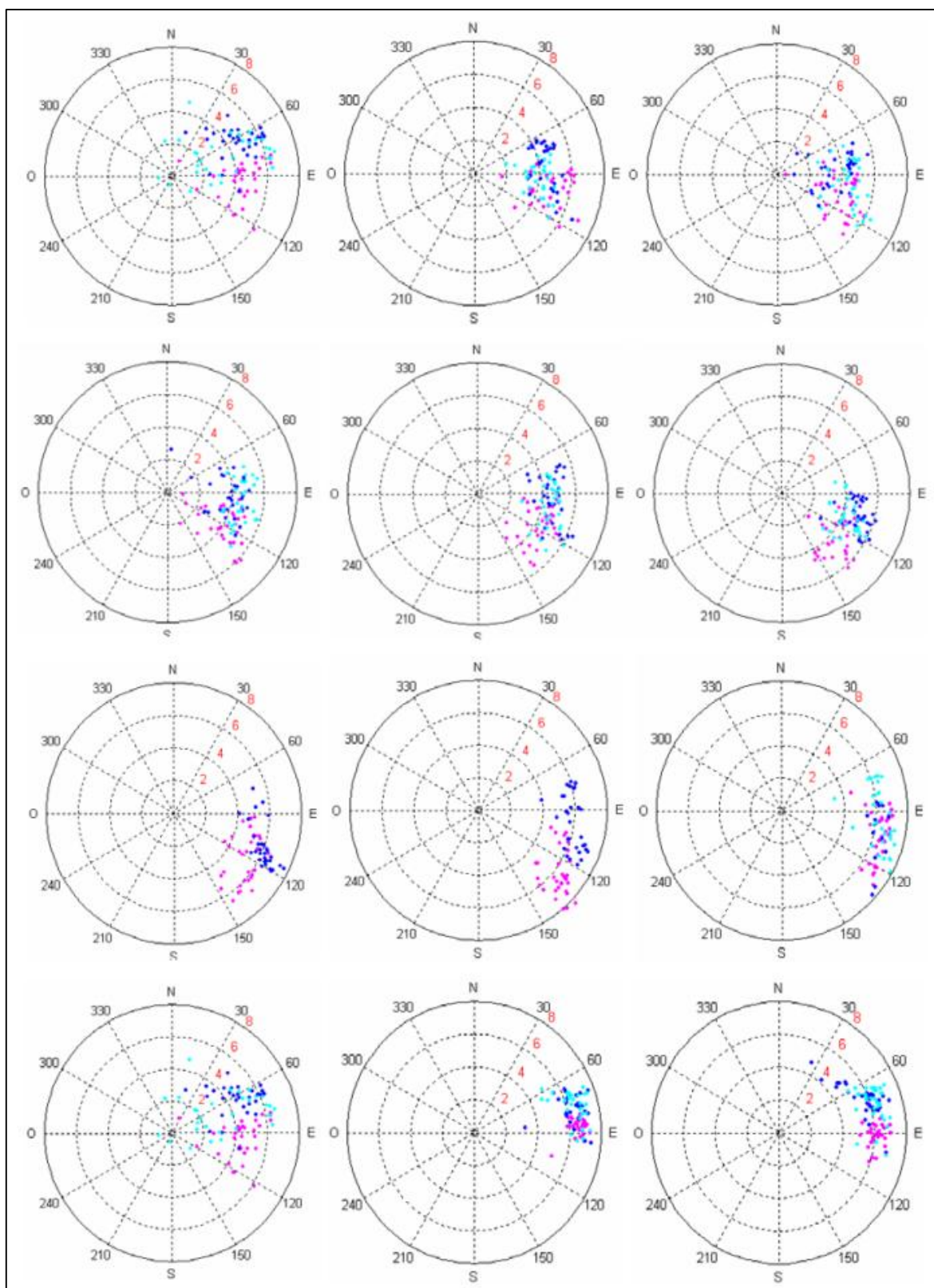


Figura V.1.1.4-5 - Diagramas de dispersão de frequência mensais de ventos gerados a partir das séries da estação meteorológica da PETROBRAS localizada na praia do Minhoto: cor rosa para o ano de 2002; cor azul marinho para o ano de 2003 e cor azul claro para o ano de 2004.

Durante as quatro campanhas de caracterização e monitoramento realizadas na Baía Potiguar, na região de Guamaré, nos anos de 2001 a 2006, revelam que a flutuação dos ventos na área de estudo ocorreu em escala de dias, semanas e meses. Geralmente, eles são mais fortes em setembro e outubro, com média de 7,0 m/s e 7,1 m/s e de E-SE e mais fracos em abril e maio, com média de 4,4 m/s e 4,6 m/s e do quadrante Leste (Figuras V.1.1.4-6 e V.1.1.4-7).

No que se refere à forçante eólica, observa-se a indicação de duas épocas distintas de ação do vento na Baía Potiguar. Neste caso, no período mais chuvoso e quente do ano (janeiro-maio) predominam ventos de Leste menos intensos, enquanto que no período seco e mais frio (julho a novembro) são registrados ventos mais fortes e que oscilam entre Leste e Sudeste (PETROBRAS, 2006).

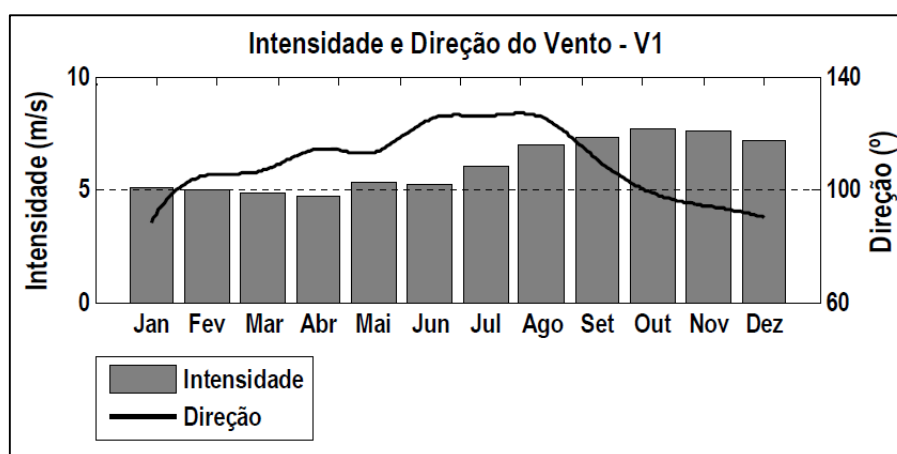


Figura V.1.1.4-6 - Climatologia do Vento (anemômetro V1) em Macau de 2001 a 2006.

Fonte: PETROBRAS (2007)

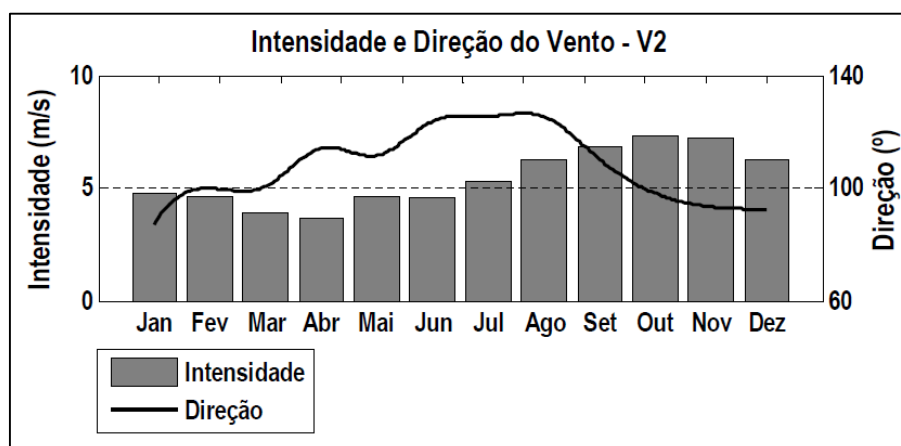


Figura V.1.1.4-7 - Climatologia do Vento (anemômetro V2) em Macau de 2001 a 2006.

Fonte: PETROBRAS (2007).

A análise detalhada realizada entre os anos 2001 a 2005 nas duas estações meteorológicas (Estação–A no Campos de Serra-Macau e Estação–B na Praia do Minhoto) mantidas pela PETROBRAS (2006) revelam que as direções Leste-Oeste e Nordeste-Sudeste dos ventos estão relacionadas à ação do Anticiclone Sul que diminui no Norte e Nordeste do Brasil, passando para a atuação da ZCIT (PETROBRAS, 2006).

Na estação Serra-Macau (Estação–A), com medições diárias com intervalo de tempo de 10 minutos, durante os períodos de agosto a dezembro de 2001, fevereiro a dezembro de 2002, janeiro a setembro de 2003 e de junho a agosto de 2004 (Figuras V.1.1.4-8 a V.1.1.4-11), há um claro domínio dos ventos provenientes de Sudeste (PETROBRAS, 2006).

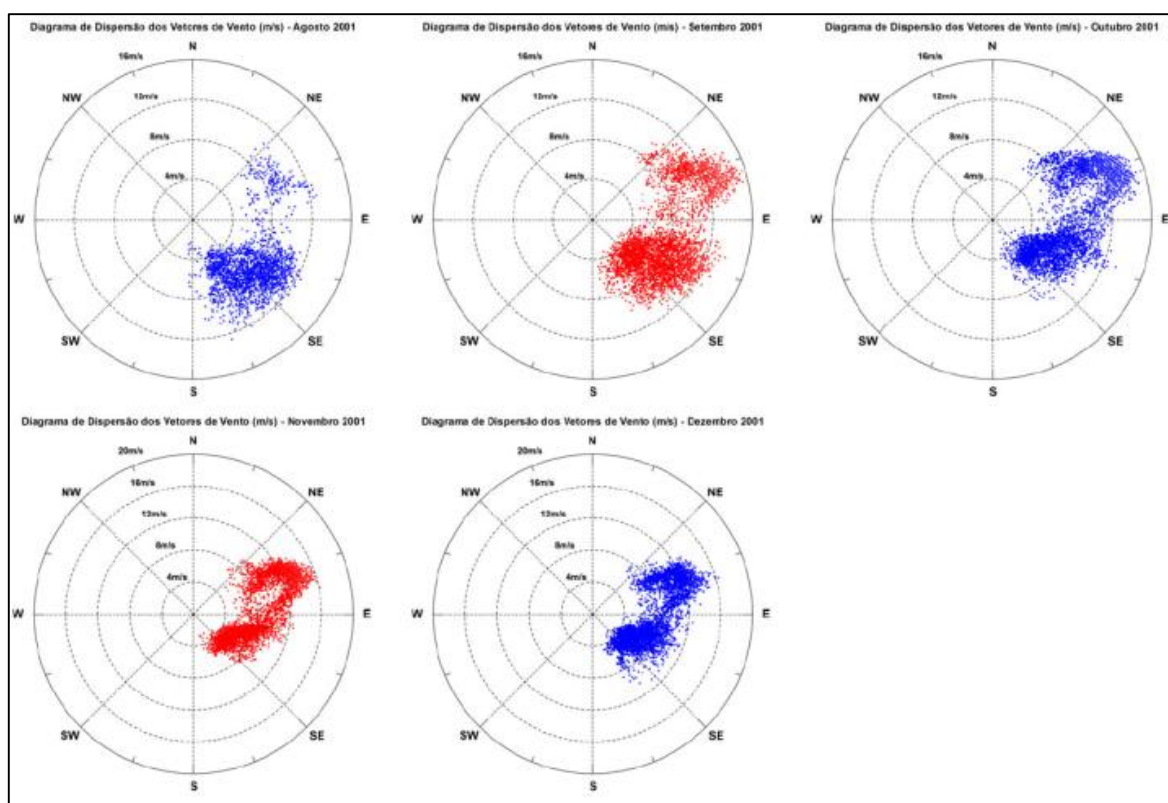


Figura V.1.1.4-8 - Diagrama de dispersão diária dos ventos para o período de agosto a dezembro de 2001, para a estação meteorológica do Campo Serra-Macau (Estação-A).

Fonte: PETROBRAS (2006).

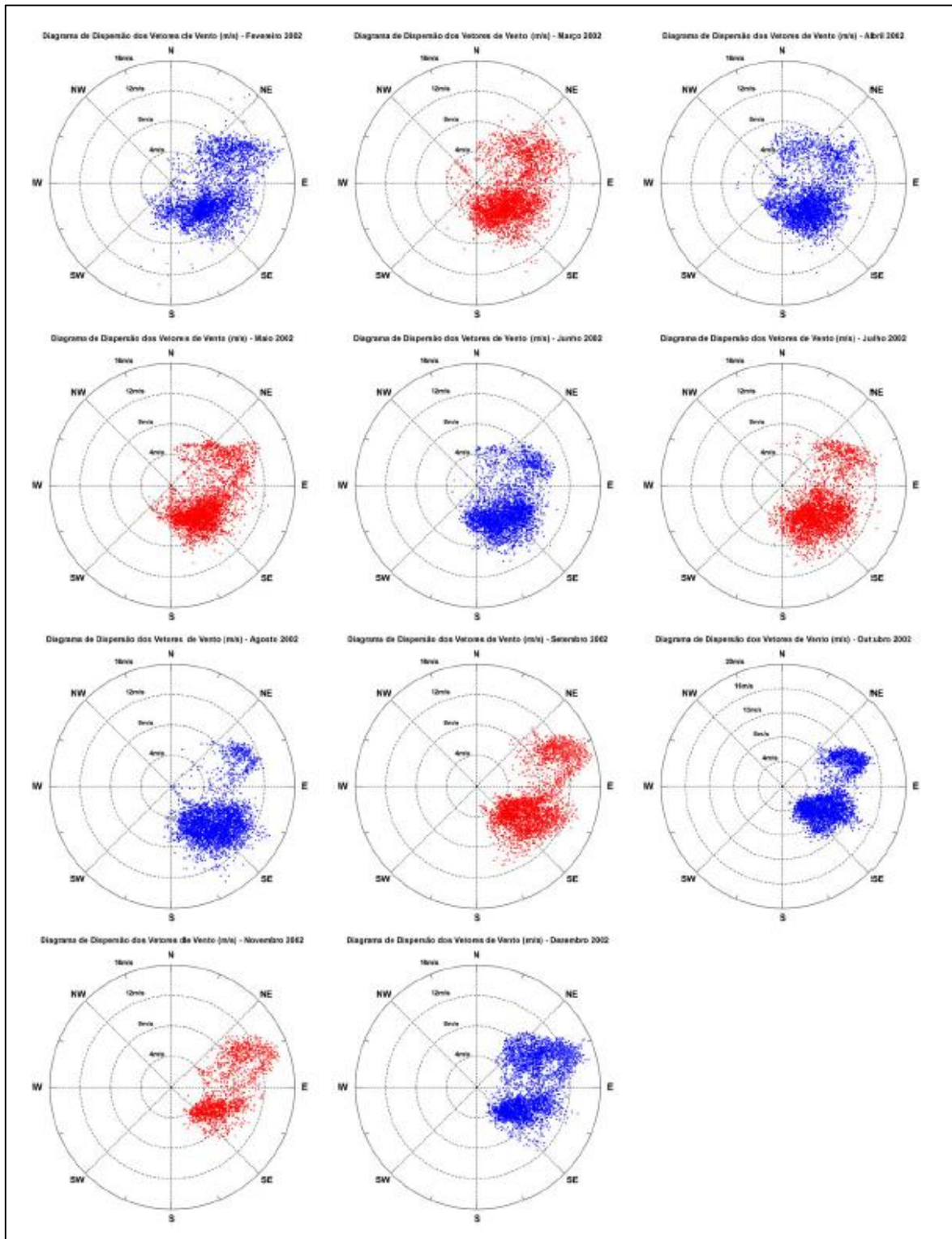


Figura V.1.1.4-9 - Diagrama de dispersão diária dos ventos para o período de fevereiro a dezembro de 2002, para a estação meteorológica do Campo Serra-Macau (Estação-A).

Fonte: PETROBRAS (2006).

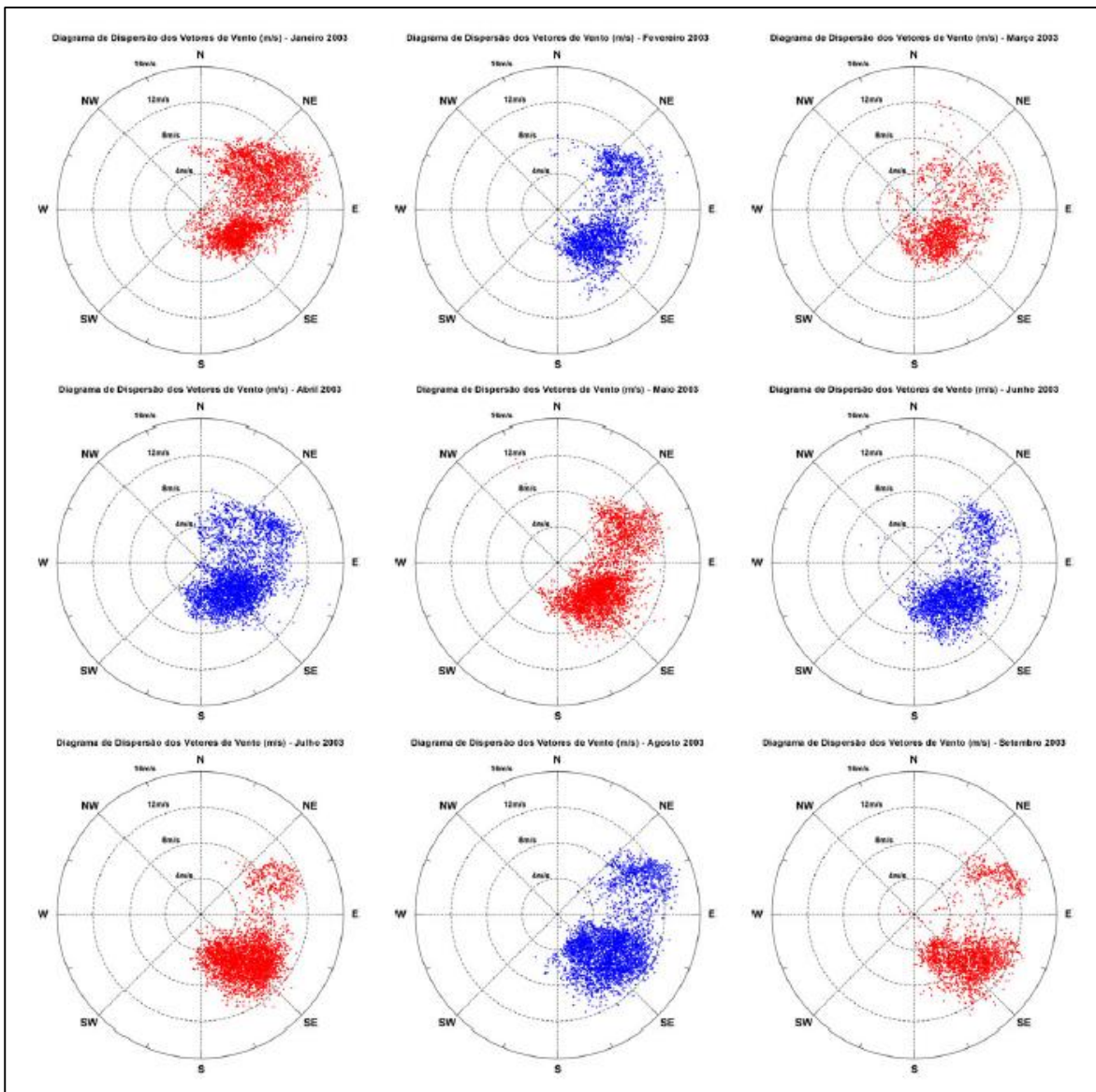


Figura V.1.1.4-10 - Diagrama de dispersão diária dos ventos para o período de janeiro a setembro de 2003, para a estação meteorológica do Campo Serra Macau (Estação-A).

Fonte: PETROBRAS (2006).

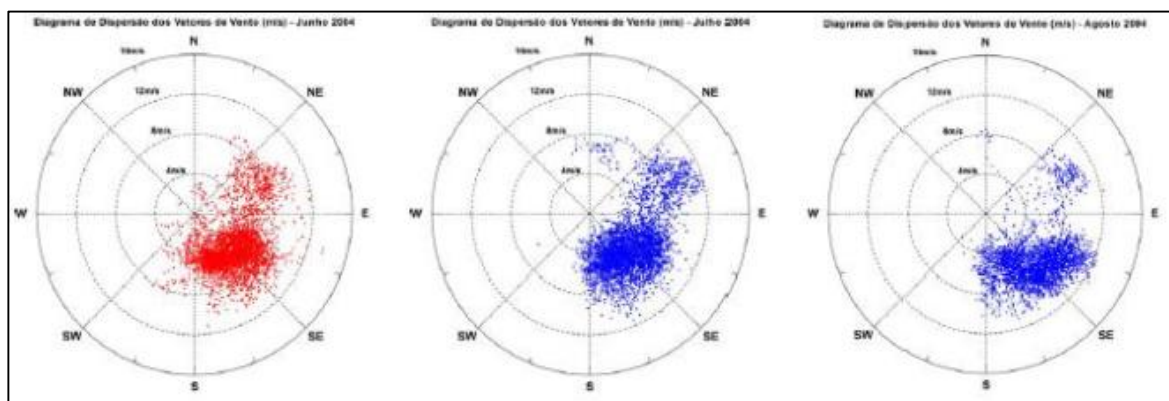


Figura V.1.1.4-11- Diagrama de dispersão diária dos ventos para o período de junho a agosto de 2004, para a Estação Meteorológica do Campo Serra-Macau (Estação A).

Fonte: PETROBRAS (2006).

Nota-se também o predomínio dos ventos de origem de Sudeste, com exceção ao mês de novembro, quando dominam os ventos de origem nos quadrantes Leste e Nordeste. Esta mudança pode estar associada a uma intensificação dos ventos alísios de Nordeste com a proximidade do verão (PETROBRAS, 2006).

De acordo com a frequência de ocorrência conjunta entre intensidade e direção dos ventos, durante o período de 2001 a 2005, para os dados provenientes das estações meteorológicas A e B da PETROBRAS e com anemômetro a 40 e 46 m de altitude, os ventos mais frequentes vieram de Este-Sudeste (39,7%) e Sudeste (36,8%). Na estação A, foram registradas velocidades médias do vento em torno de 7,2 m/s de Este-Nordeste, assim como ventos mais intensos com 16,3 m/s soprando de Este-Nordeste e ventos menos intensos de 0,4 m/s provenientes de Sudeste, durante o período de 2001 a 2004.

Para a estação B, os ventos com velocidade máxima sopraram de Este-Nordeste com cerca de 17,6 m/s e os ventos com intensidade menor de 0,1 m/s provenientes de Este-Sudeste, além de médias mensais de 7,7 m/s de Este-Sudeste, com base nos dados dos diagramas de dispersão e direção dos ventos (Figuras V.1.1.4-12 a V.1.1.4-14), durante os períodos de 2003 a 2005 (PETROBRAS, 2006).

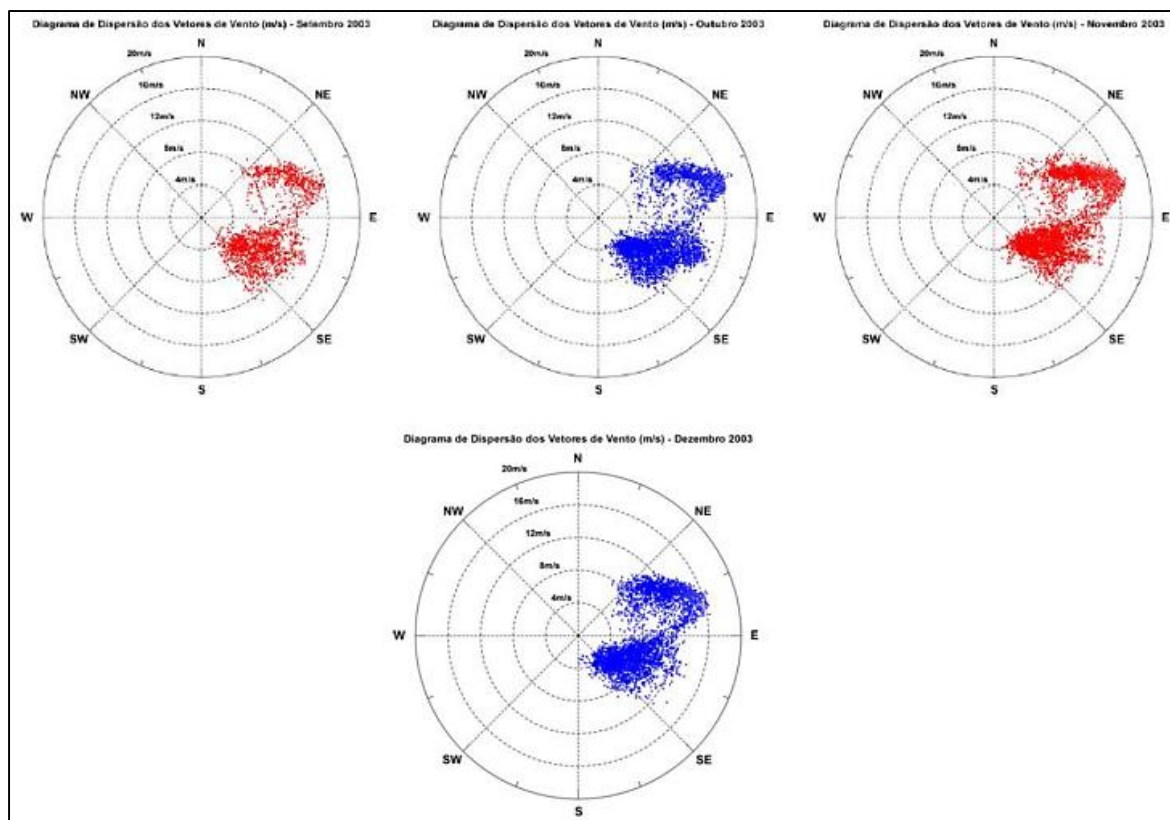


Figura V.1.1.4-12 - Diagrama de dispersão diária dos ventos para o período de setembro a dezembro de 2003, para a estação meteorológica da Praia do Minho (Estação-B).

Fonte: PETROBRAS (2006).

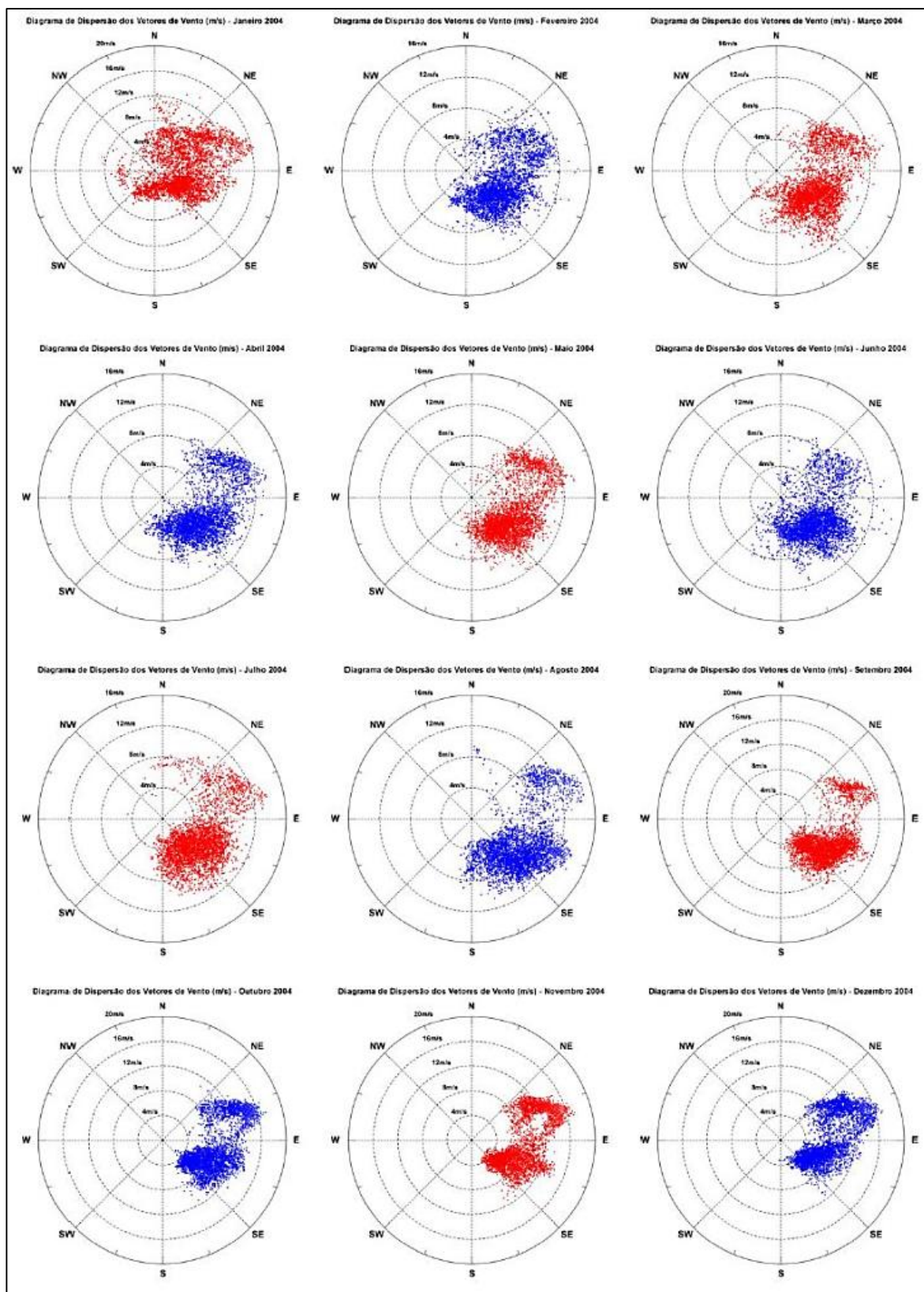


Figura V.1.1.4-13 - Diagrama de dispersão diária dos ventos para o período de janeiro a dezembro de 2004, para a estação meteorológica da Praia do Minhoto (Estação-B).

Fonte: PETROBRAS (2006)

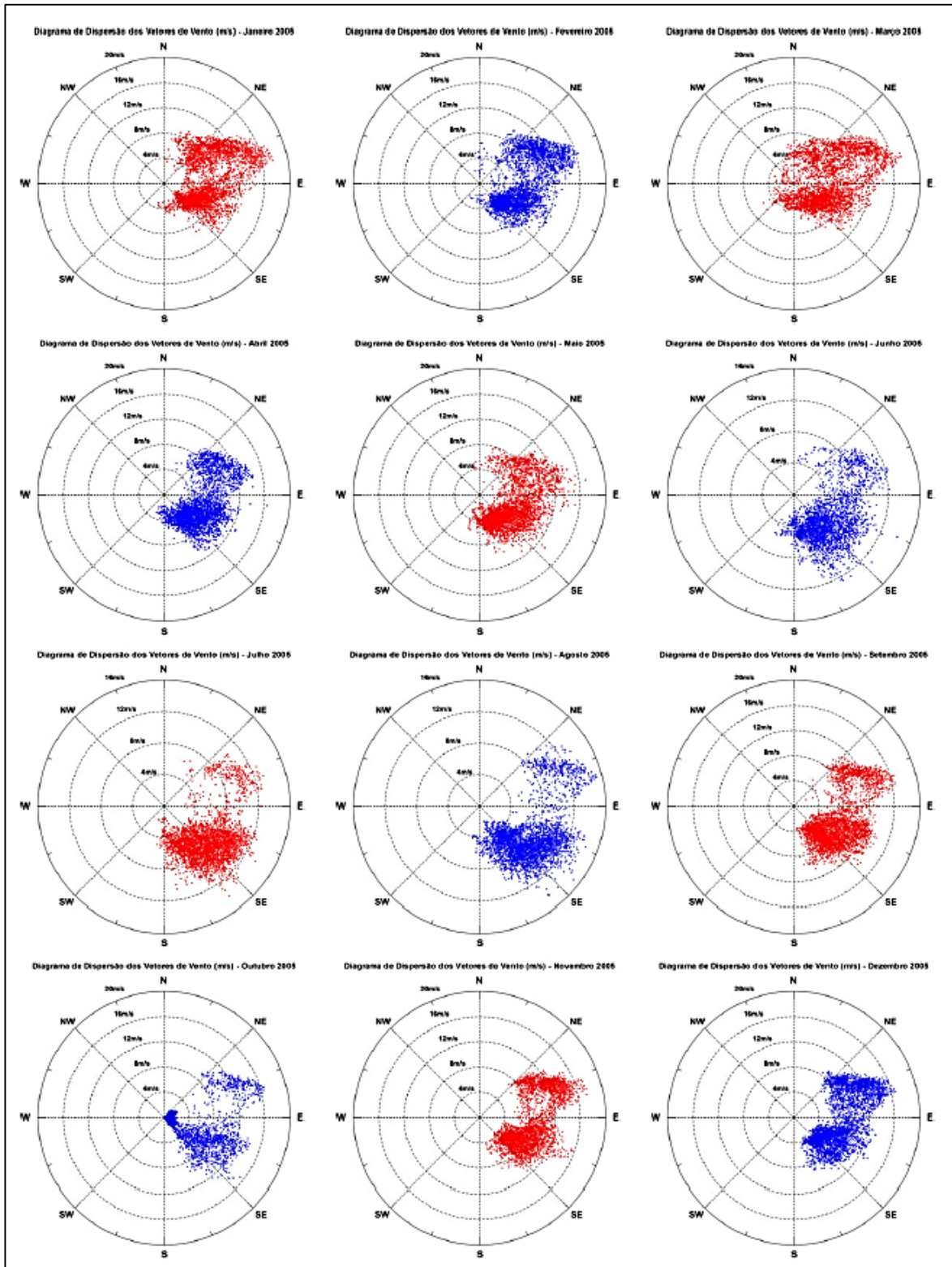


Figura V.1.1.4-14 - Diagrama de dispersão diária dos ventos para o período de janeiro a dezembro de 2005, para a estação meteorológica da Praia do Minhoto (Estação-B).

Fonte: PETROBRAS (2006)

Dados recentes do Relatório Anual de Monitoramento da Morfodinâmica Costeira da Praia do Minhoto, Guamaré-RN (PETROBRAS, 2019), das campanhas ocorridas de 2010 a 2018 na PUB-2, próxima a localização da Planta Piloto de Geração Eólica Offshore, revelam diferenças significativas em relação aos ventos da estação meteorológica do INMET, porém, muito similar as condições de ventos apresentados pela estação meteorológica da PETROBRAS localizada na praia de Minhoto. Os dados meteorológicos de direção e intensidade do vento são apresentados para 10m de altura e somente nos horários semi-sinóticos.

Com base nesses dados, a Figura V.1.1.4-15 apresenta a rosa dos ventos da série temporal completa de setembro de 2010 a dezembro de 2018. Conforme pode ser observado, ao longo da série, os ventos apresentam velocidades máximas próximas a 15 m/s, com padrões direcionais variando de ENE (Leste-Nordeste) para SE (Sudeste), sendo sua maior magnitude de ESE (Leste-Sudeste).

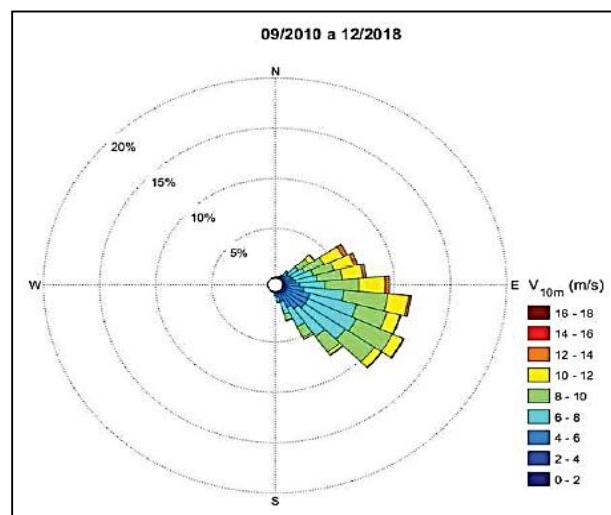


Figura V.1.1.4-15 - Características dos padrões de ventos na região da PUB-2, para os ventos a 10 m para todo o período, de setembro de 2010 a dezembro de 2018.

Quanto as velocidades e direções segmentadas por períodos (setembro a abril e maio a agosto), a Figura V.1.1.4-16 mostra que nos meses de setembro a abril os ventos provêm dos setores E/ESE a NE. Nestes meses, as intensidades média e máxima variam de 6,3 a 8,7 m/s e 12,4 a 14,8 m/s, respectivamente. Nos meses de maio a agosto, os

ventos predominam de SE/ESE com intensidades médias e máximas entre 6,8 e 8,4 m/s e 12,4 e 15,7 m/s, respectivamente. Os dados medidos confirmam que para os meses de maio a agosto os ventos predominantes seriam de SE e de setembro a abril os ventos predominantes seriam de E, seguido das direções SE e NE, conforme influência do Anticiclone do Atlântico Sul na região.

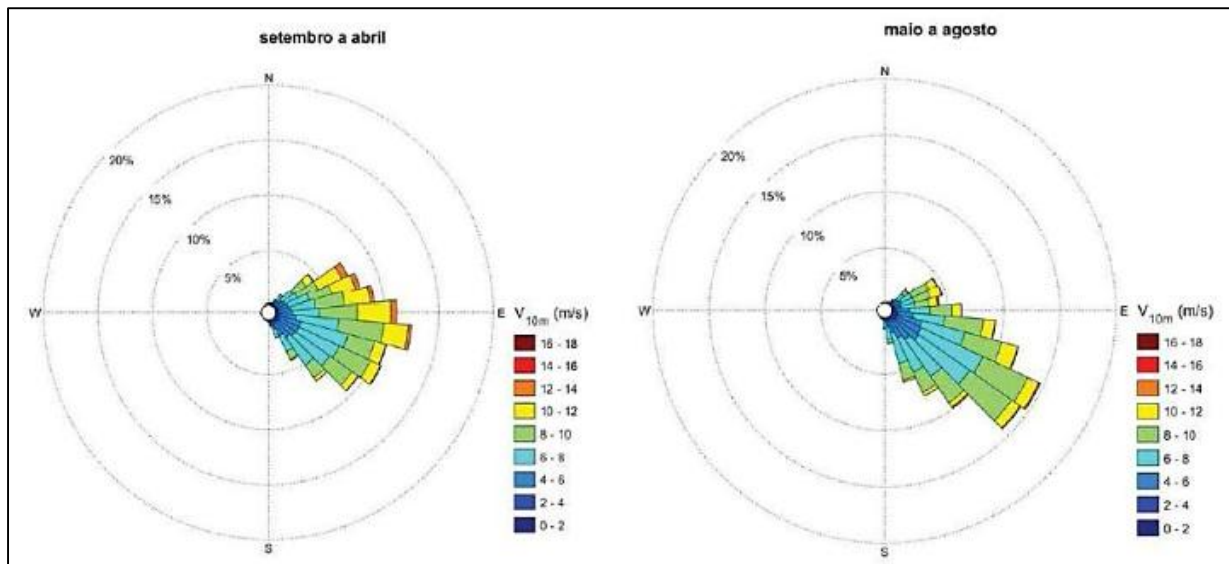


Figura V.1.1.4-16 - Características dos padrões de ventos da PUB-2, para os ventos a 10 m, nos períodos de setembro a abril e maio a agosto (PETROBRAS, 2019).

Para completar os estudos com informações mais recentes a respeito das características e padrões dos ventos, foram incorporados dados obtidos da reanálise do modelo de circulação global, o ERA-Interim do *European Center for Medium-Range Weather Forecasts - ECMWF* (Dee et al., 2011) para um ponto de grade em mar e nas proximidades da região do Campo de Ubarana (Figura V.1.1.4-17). Os dados de ventos, intensidade (m/s) e direção (°) foram gerados para o ano de 2018, com resolução dos dados diária com informações a cada ciclo de 6 h ao longo de 24 horas.

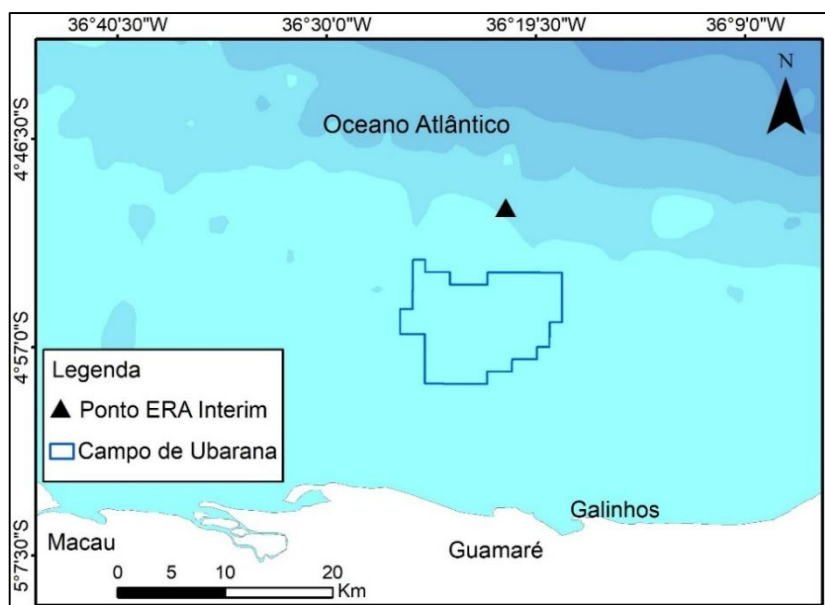


Figura V.1.1.4-17 - Localização do ponto de grade dos dados das componentes de ventos U e V10 do modelo global ERA-Interim (2019). Fonte: Batimetria da Plataforma Continental Brasileira (CPRM, 2017), shapefile do Campo de Ubarana (ANP, 2019)

Com base nos dados do ERA-Interim, a Figura V.1.1.4-18 demonstra a evolução da intensidade dos ventos no ano de 2018. Nota-se que nos meses de fevereiro a abril as velocidades são as mais baixas. De junho a novembro são as maiores velocidades registradas. A intensidade média anual é de 7,1 m/s, sendo que as velocidades variam de 7 a 9 m/s.

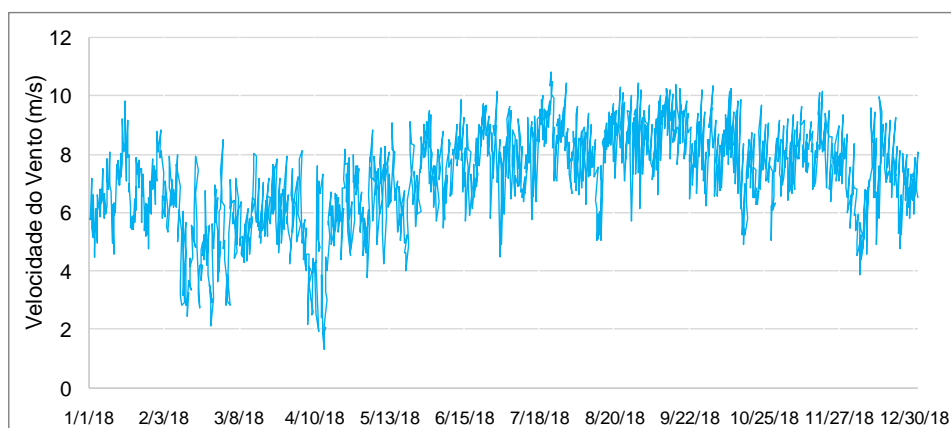


Figura V.1.1.4-18 - Comportamento mensal da intensidade dos ventos em mar (U10) durante o ano de 2018 (ERA-Interim, 2019)

A Tabela V.1.1.4-1 mostra que as velocidades máximas, acima de 10 m/s, atingem os meses de junho a setembro, sendo julho o mês das maiores intensidades. As mais baixas velocidades foram observadas em abril, com mínimos de 1,3 m/s.

Tabela V.1.1.4-1 - Estatística descritiva da série temporal de 2011 a 2018 da temperatura do ar na estação meteorológica INMET-Macau.

ESTATÍSTICAS	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
Máxima	9,8	8,8	8,0	8,1	9,4	10,1	10,8	10,4	10,3	10,3	10,1	9,9
Média	6,7	5,4	5,7	5,4	6,8	7,8	8,3	8,1	8,6	7,7	8,0	6,9
Mínima	4,4	2,1	2,8	1,3	3,7	4,5	4,9	5,0	6,2	4,8	6,3	3,8

Em termos de ocorrência, de janeiro a maio, as velocidades de 6 a 7 m/s são mais frequentes (Figura V.1.1.4-19). De junho a dezembro as velocidades mais frequentes são de 8 a 10 m/s.

Os padrões direcionais obtidos pelo ERA-Interim não foram tão diferentes em relação aos dados apresentados pela PETROBRAS anteriormente. Verifica-se que ao longo do ano o comportamento dos ventos varia entre os gradientes ENE (Leste-Nordeste) e SE (Sudeste). Nos primeiros meses, até março, os ventos sopram provenientes de ENE. A partir de abril, até novembro os ventos são provenientes de ESE (Leste-Sudeste) e SE, voltando a soprar de ENE em dezembro (Figura V.1.1.4-20).

Verifica-se também que as maiores velocidades, a partir de 10 m/s estão associadas aos ventos provenientes de ESE e SE de junho a novembro e alguns períodos de SSE (Sul-Sudeste).

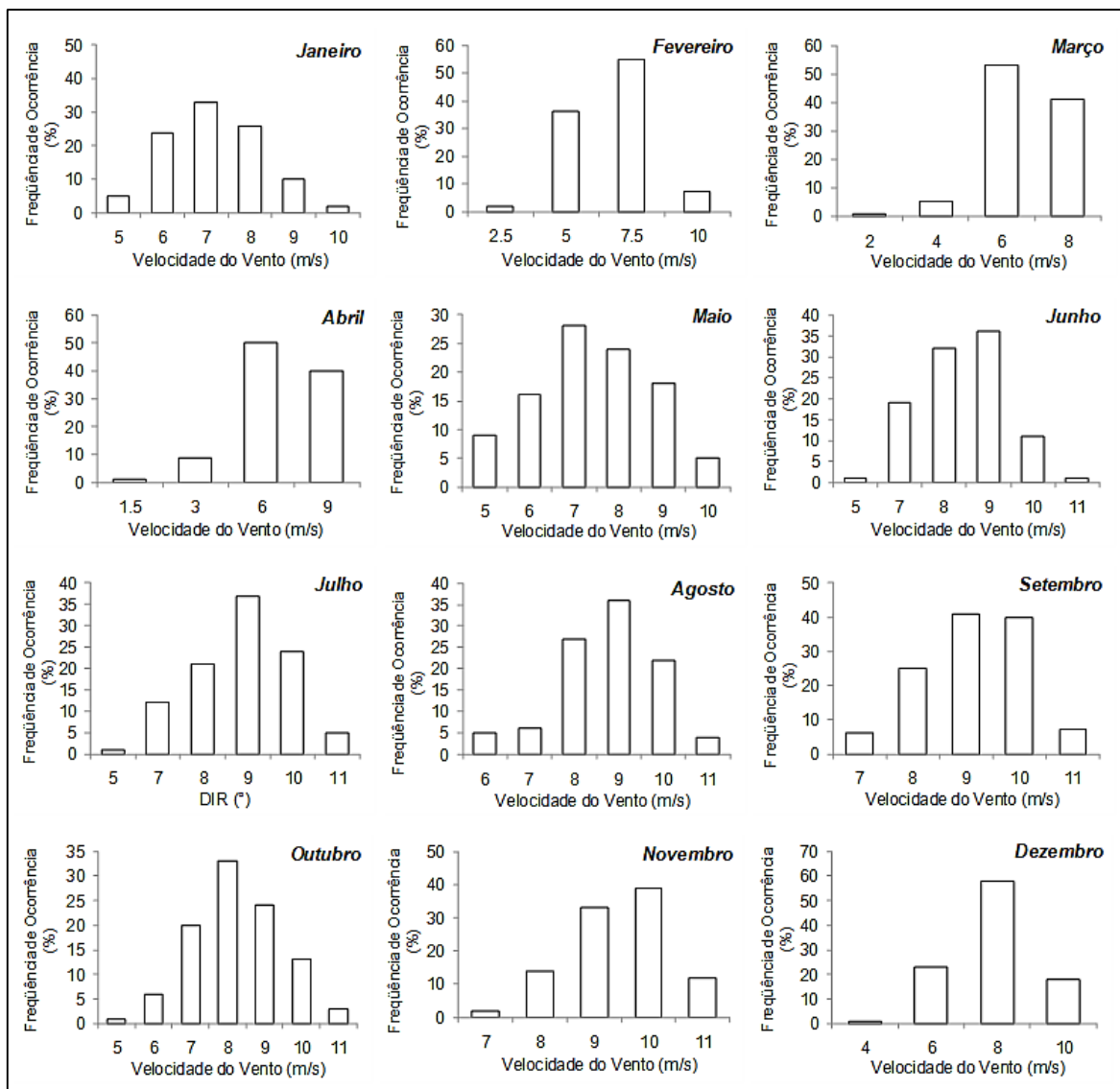


Figura V.1.1.4-19 - Frequência de ocorrência mensal (%) da intensidade dos ventos (m/s) para o ponto de grade em mar para o ano de 2018 (ERA-Interim, 2019).

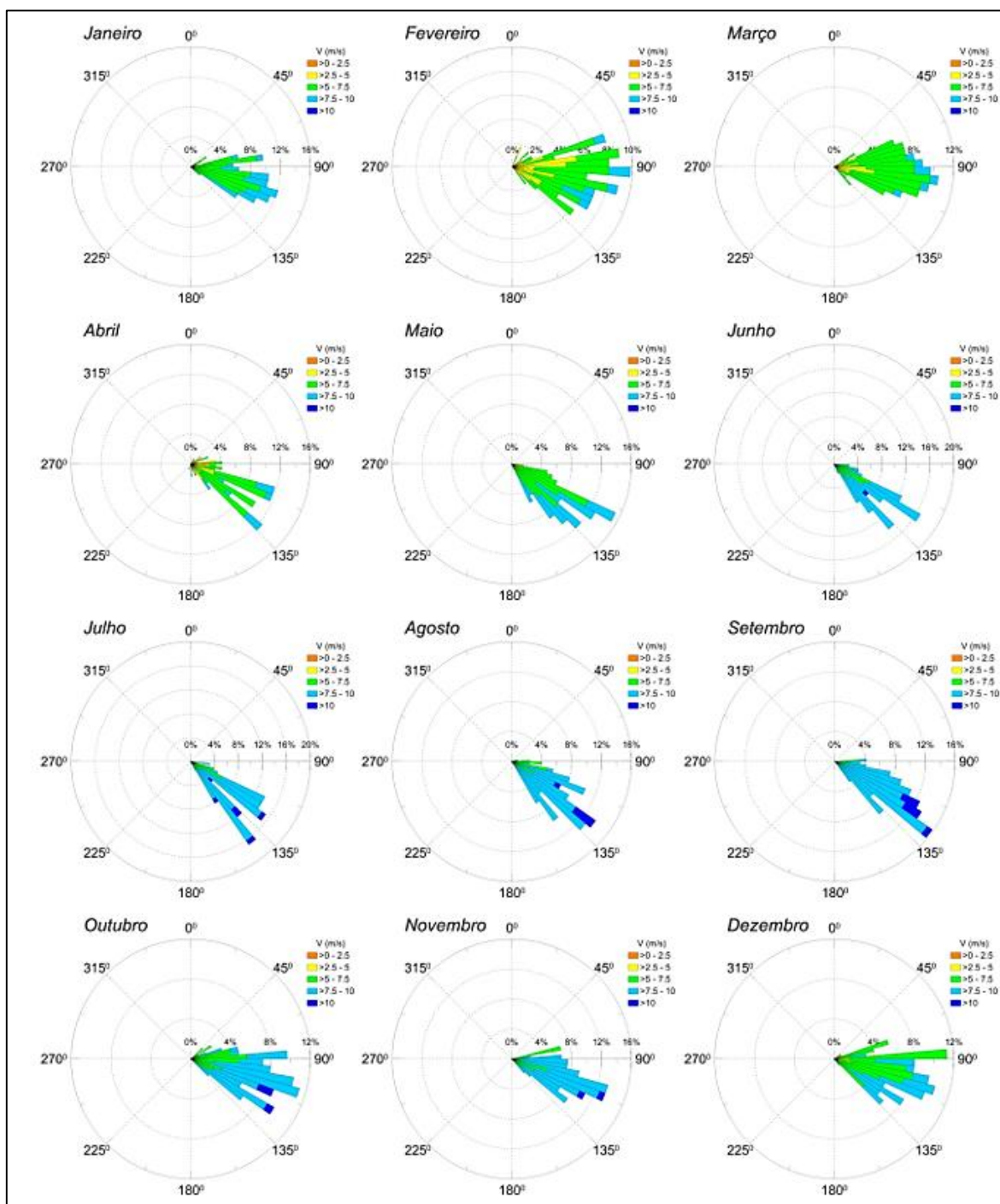


Figura V.1.1.4-20 - Distribuição do padrão das direções médias ao longo do ano de 2018 (ERA-Interim, 2019).

Em termos de ocorrências (Figura V.1.1.4-21), pode-se observar com mais detalhe os padrões direcionais e nota-se que de janeiro a abril, as direções mais frequentes são de 120° a 140°. De maio a setembro as direções mais frequentes variam entre 130° a 160°, e de outubro a dezembro, de 110° a 120°.

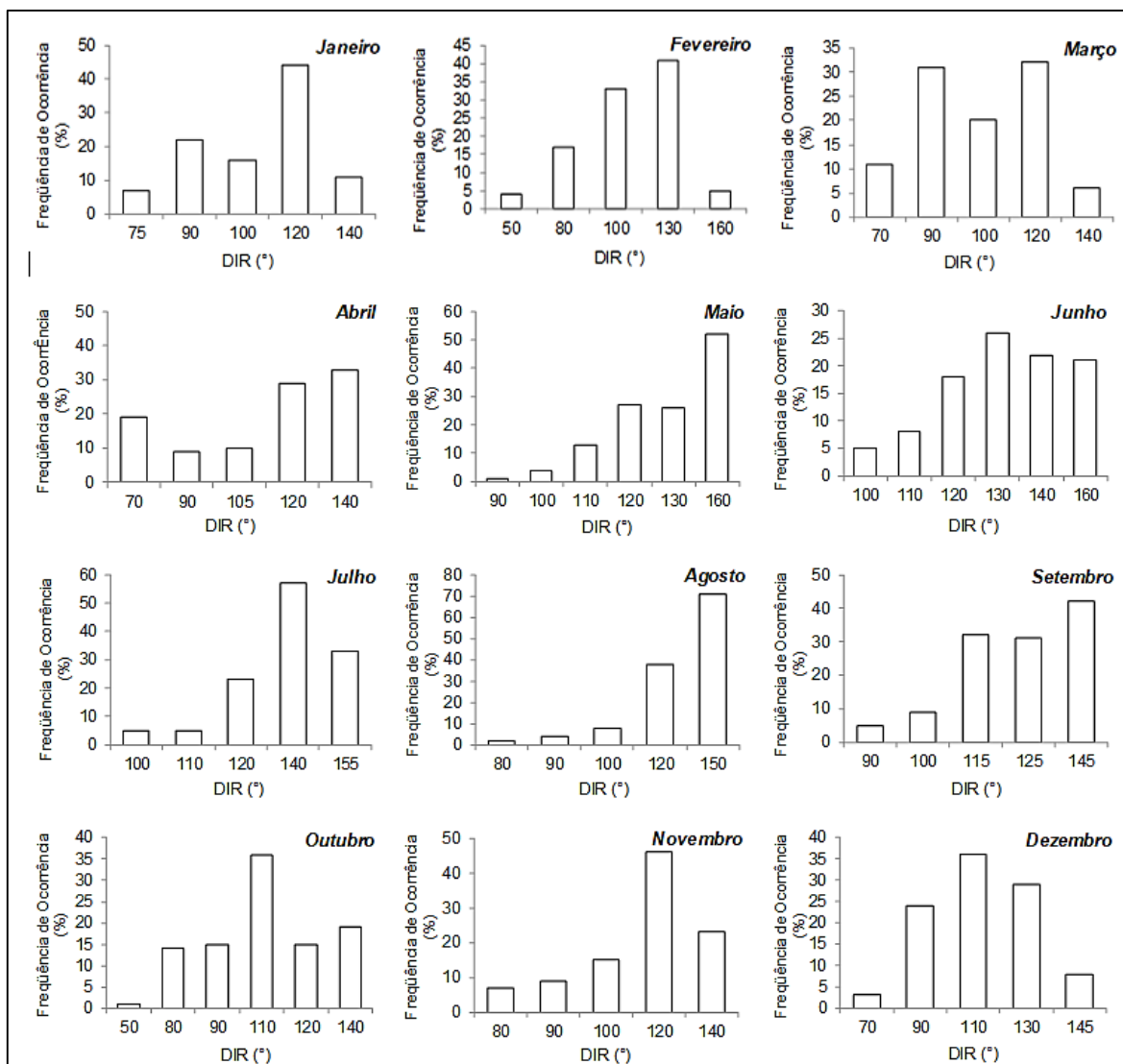


Figura V.1.1.4-21 - Frequência de ocorrência mensal (%) das direções média dos ventos (°) para o ponto de grade em mar para o ano de 2018 (ERA-Interim, 2019).

V.1.2 - Oceanografia

Neste item são apresentados os resultados das características oceanográficas (especificamente os parâmetros físicos), com base em dados secundários de relatórios técnicos fornecidos pela PETROBRAS, relatórios acadêmicos e artigos científicos de domínio público.

Os dados utilizados nesta caracterização são oriundos, principalmente, do Projeto de Caracterização e Monitoramento Ambiental da Baía Potiguar (PETROBRAS, 2006), do Estudo de Impacto Ambiental para Ampliação do Sistema de Injeção de Água do Campo de Ubarana, Baía Potiguar (PETROBRAS, 2007) e do Relatório Anual – Monitoramento da Morfodinâmica Costeira da Praia do Minhoto, Guamaré/RN (PETROBRAS, 2019). Além desses relatórios internos, foram consultadas bases públicas de dados oceanográficos derivadas de imagens de sensores remotos e de informações disponíveis em literatura científica de acesso livre.

Inicialmente, os dados descritos foram obtidos nas campanhas de monitoramento realizadas pela PETROBRAS, em sua maioria entre os anos de 2002 a 2004, conforme localização apresentada na Tabela V.1.2-1 e Figura V.1.2-1. Também foram descritos dados de outras campanhas, realizadas entre os anos de 2009 a 2010, em 2014, e mais recentemente, entre 2010 a 2019.

Tabela V.1.2-1 – Localização e profundidade dos pontos de monitoramento de campanhas realizadas entre 2003 a 2004 para parâmetros oceanográficos da área

Campanha	Coordenadas	Profundidade	Período
C2	05°01,333'S e 36°25,925'W	4,5 m	13/05/2003 - 30/05/2003
C2	05°04,278'S e 36°22,865'W	2,0 m	13/05/2003 - 19/05/2003
C2	05°03,187'S e 36°22,498'W	3,0 m	19/05/2003 - 23/05/2003
C3	04°51,861'S e 36°22,473'W	10 m	13/11/2003 - 30/11/2003
C3	05°04,323'S e 36°22,857'W	2,0 m	14/11/2003 - 29/11/2003
C4	05°01,312'S e 36°26,025'W	4,5 m	19/05/2004 - 30/05/2004
C4	05°04,318'S e 36°22,856'W	2,5 m	30/05/2004 - 02/05/2004

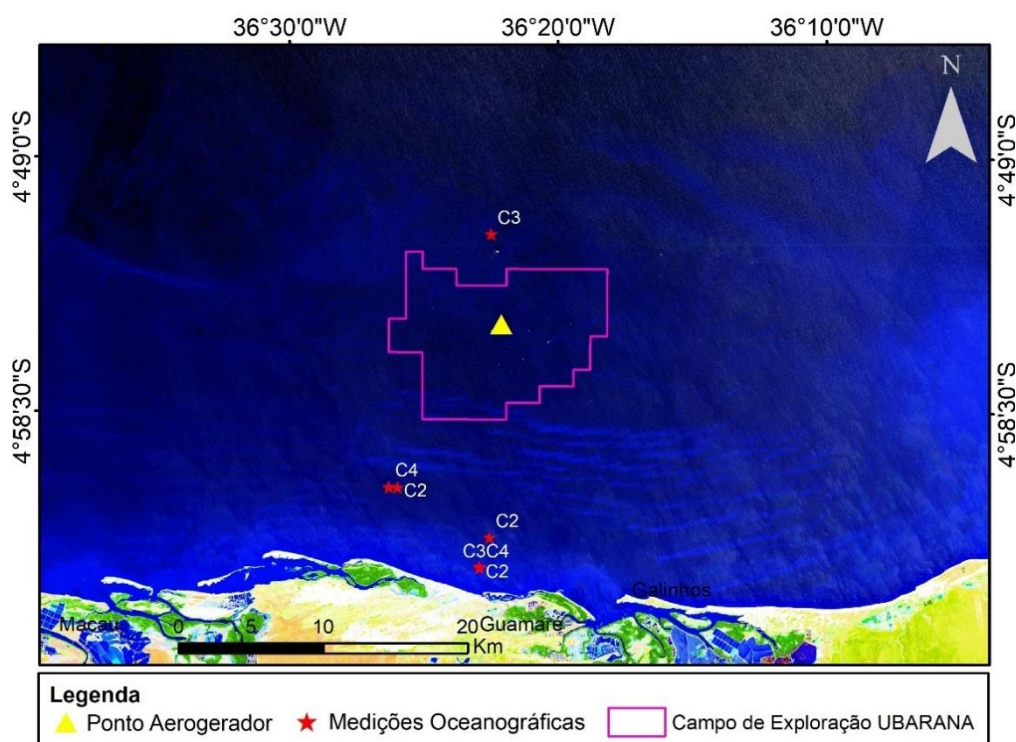


Figura V.1.2-1 - Localização dos pontos de monitoramento de campanhas realizadas entre 2003 a 2004 para parâmetros oceanográficos da área adjacente ao projeto piloto para geração eólica offshore.

V.1.2.1 - Temperatura de Superfície do Mar (TSM)

Temperatura da Superfície do Mar de 2002 a 2004

Os valores de TSM na área de estudo ao longo das campanhas oceanográfica realizadas entre 2002 a 2004, apresentam-se para todos os períodos com uma amplitude de variação térmica de 2,7°C (mínima de 26,3°C em julho de 2002; e máxima de 29,0°C em maio de 2003), em uma mediana de 27,8°C (Figura V.1.2.1-1).

A Tabela V.1.2.1-1 apresenta os valores de mediana, máximo e mínimo de temperatura superficial verificado ao longo das quatro campanhas oceanográficas realizadas na Baía Potiguar.

Na Figura V.1.2.1-2 são apresentados os valores de mediana, mínimo e máximo para a temperatura próximo à superfície, de acordo com os agrupamentos de estações Costeira, Plataforma Interna, Borda de Talude e Talude da Baía Potiguar. A partir desta figura verifica-se a presença de águas costeiras ligeiramente mais frias na Baía Potiguar,

quando comparadas às águas da plataforma interna e borda/talude, sobretudo, durante a campanha C2. Igualmente, é possível também constatar que, no geral, a mesma evolução da TSM observada a partir da Tabela 2, com valores mais elevados durante as campanhas C2 e C4, e menores durante as campanhas C1 e C3 (PETROBRAS, 2007).

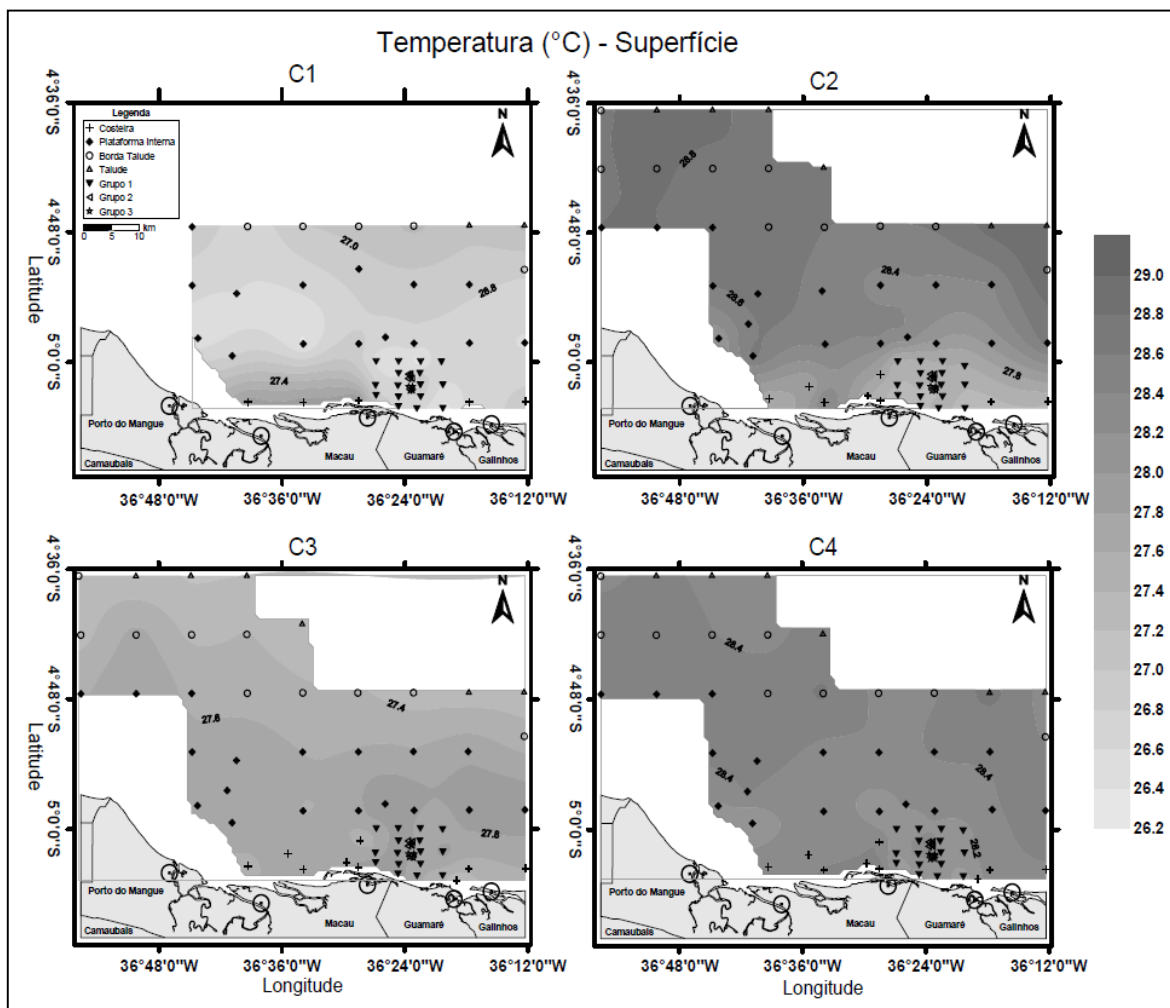


Figura V.1.2.1-1 - Distribuições horizontais de temperatura superficial na Baía Potiguar ao longo das quatro campanhas amostrais: C1 = 1ª campanha amostral (julho de 2002), C2 = 2ª campanha amostral (maio de 2003), C3 = 3ª campanha amostral (novembro de 2003), C4 = 4ª campanha amostral (maio de 2004).

Fonte: PETROBRAS (2007).

Tabela V.1.2.1-1 - Temperatura superficial na Baía Potiguar ao longo das quatro campanhas amostrais. C1 = 1ª campanha amostral (julho de 2002), C2 = 2ª campanha amostral (maio de 2003), C3 = 3ª campanha amostral (novembro de 2003), C4 = 4ª campanha amostral (maio de 2004).

Campanha	Mínimo	Mediana	Máximo
C1	26,3	26,7	27,1
C2	27,2	27,8	29,0
C3	27,2	27,6	28,0
C4	27,9	28,3	28,6

C1 = 1ª campanha amostral (julho de 2002); C2 = 2ª campanha amostral (maio de 2003); C3 = 3ª campanha amostral (novembro de 2003); C4 = 4ª campanha amostral (maio de 2004).

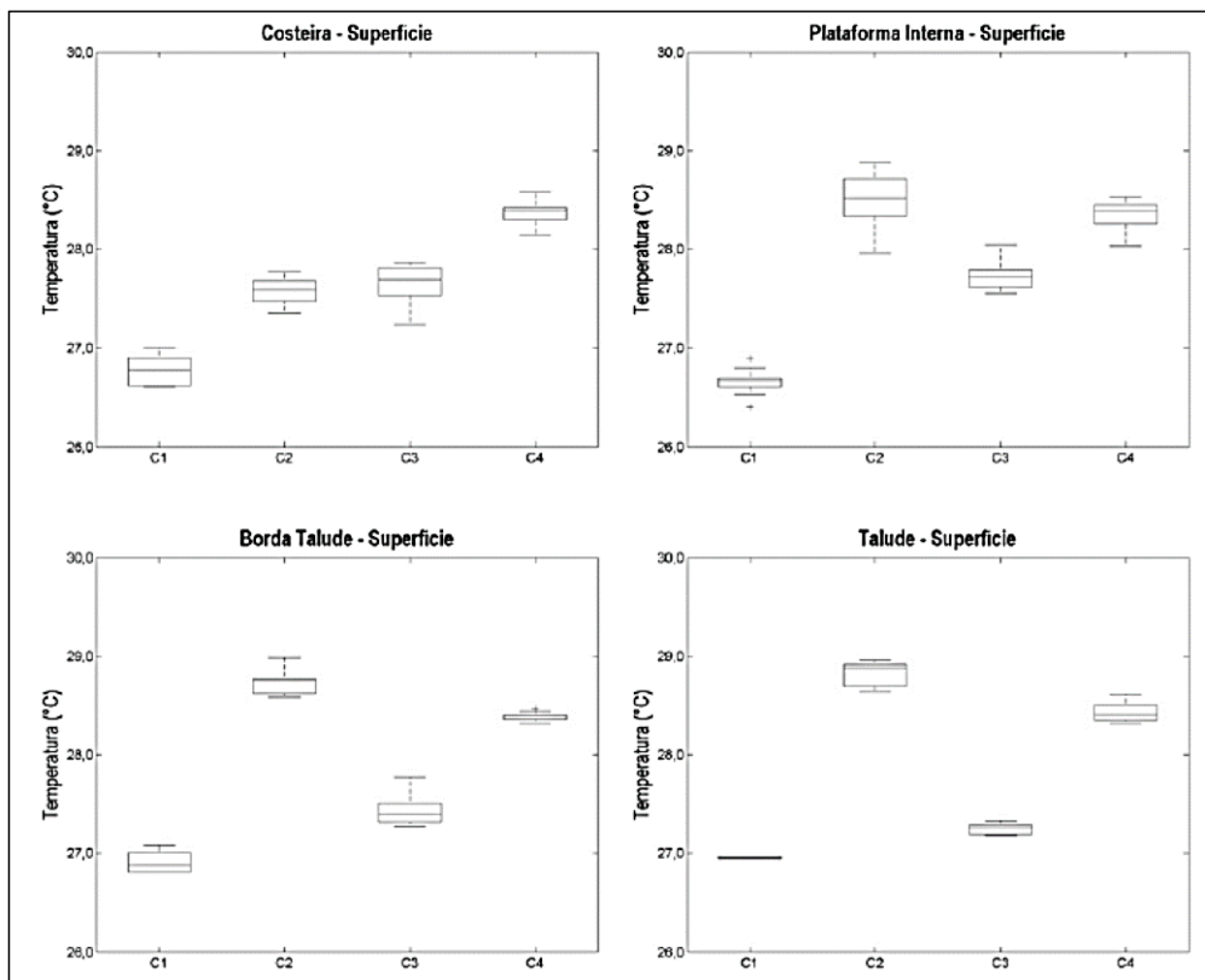


Figura V.1.2.1-2 - Temperatura superficial para os agrupamentos de estações da malha de caracterização (Costeira, Plataforma Interna, Borda de Talude e Talude) da Baía Potiguar, ao longo das quatro campanhas amostrais: C1 = 1ª campanha amostral (julho de 2002), C2 = 2ª campanha amostral (maio de 2003), C3 = 3ª campanha amostral (novembro de 2003), C4 = 4ª campanha amostral (maio de 2004). Fonte: PETROBRAS (2007).

Os valores de mediana, mínimo e máximo para a temperatura próximo à superfície, medidos nas estações da malha de monitoramento, agrupadas de acordo com a distância dos pontos de lançamento dos emissários (Grupo 1, Grupo 2 e Grupo 3), são apresentados na Figura V.1.2.1-3. De acordo com os dados, verifica-se que não existe diferença significativa de temperatura superficial entre os três grupos, registrando-se nos três casos, um aumento progressivo de temperatura ao longo das campanhas oceanográficas.

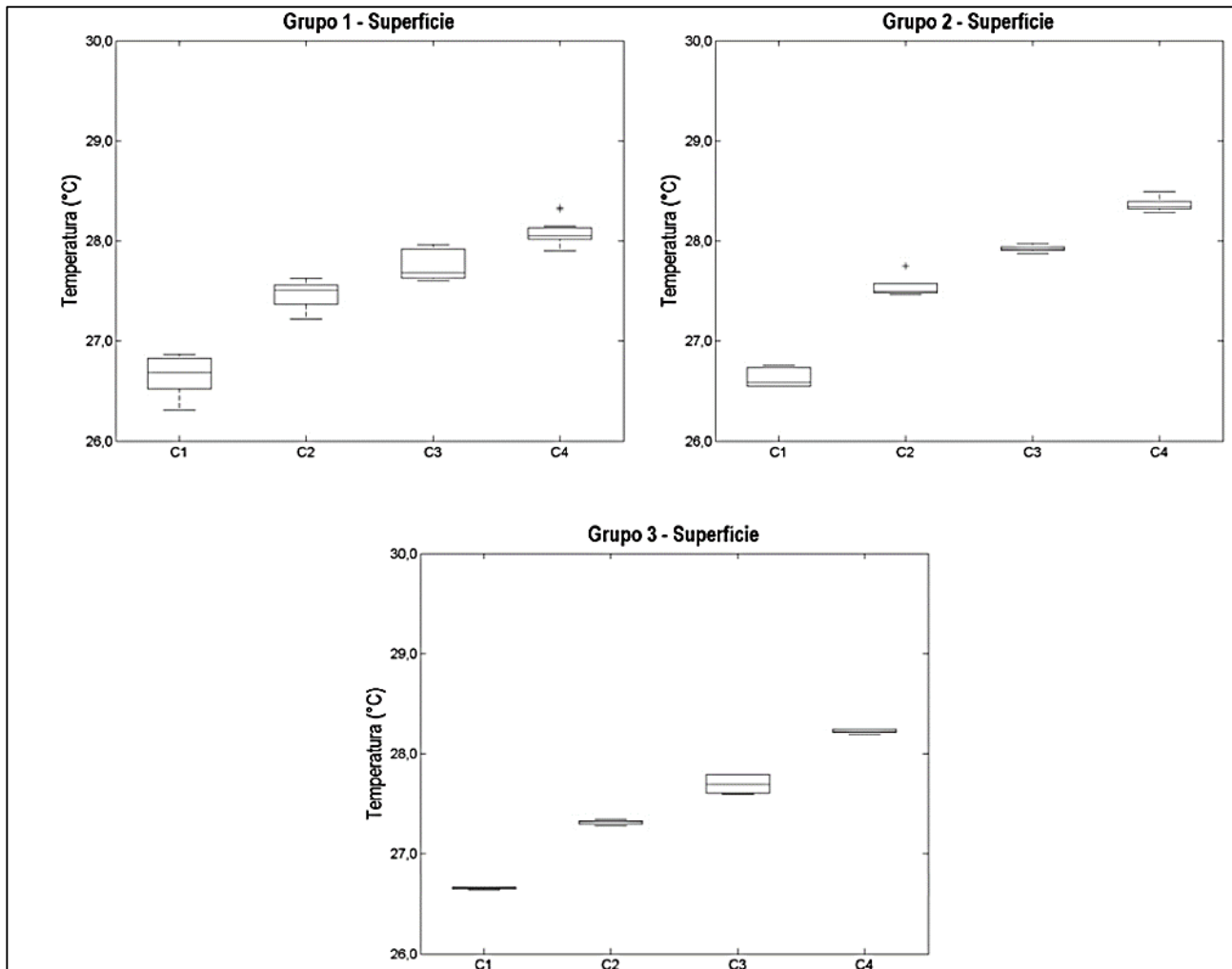


Figura V.1.2.1-3 - Mediana, mínimo e máximo para a temperatura próximo à superfície, medidos nas estações da malha de monitoramento, agrupadas de acordo com a distância dos pontos de lançamento dos emissários (Grupo 1, Grupo 2 e Grupo 3).

A Figura V.1.2.1-4 apresenta as distribuições horizontais de temperatura próximo ao fundo da área de estudo ao longo das campanhas oceanográficas realizadas. Nesse caso, verificou-se uma temperatura mediana de 27,6 °C, com valores registrados situando-se entre o máximo de 28,8 °C, e o mínimo de 2,4 °C, na estação BPot03 em maio de 2003 e na estação BPot04 em maio de 2004, respectivamente. Da mesma forma que para a

superfície, a Tabela V.1.2.1-2 traz os valores de temperatura próxima ao fundo na Baía Potiguar ao longo das quatro campanhas amostrais (PETROBRAS, 2007).

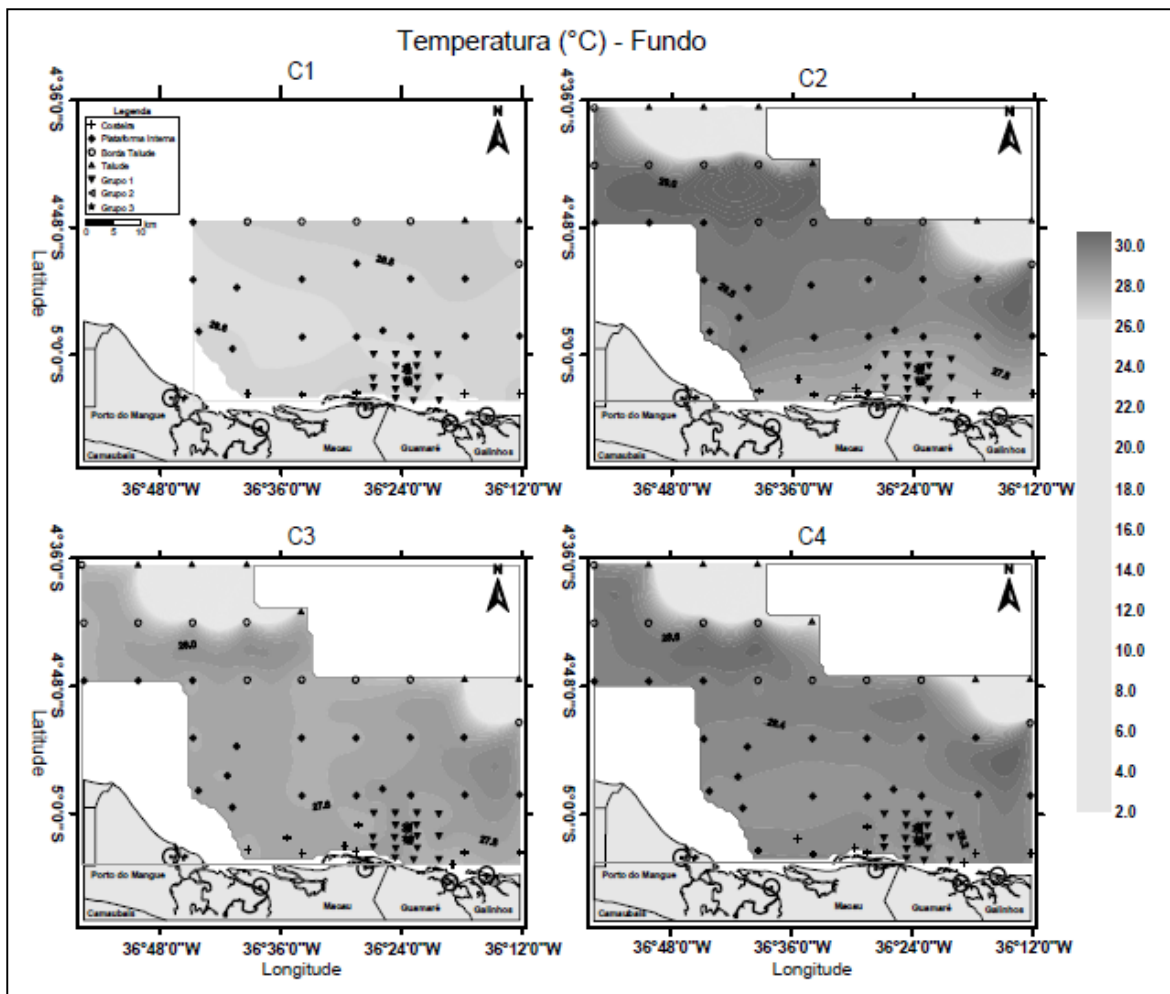


Figura V.1.2.1-4 - Distribuições horizontais de temperatura próxima ao fundo na Baía Potiguar ao longo das quatro campanhas amostrais: C1 = 1ª campanha amostral (julho de 2002), C2 = 2ª campanha amostral (maio de 2003), C3 = 3ª campanha amostral (novembro de 2003), C4 = 4ª campanha amostral (maio de 2004). Fonte: PETROBRAS (2007).

Tabela V.1.2.1-2 - Temperatura de fundo na Baía Potiguar ao longo das quatro campanhas amostrais.

Campanha	Mínimo	Mediana	Máximo
C1	26,3	26,6	27,0
C2	5,7	17,2	28,8
C3	3,9	15,8	28,0
C4	2,4	15,4	28,5

C1 = 1ª campanha amostral (julho de 2002); C2 = 2ª campanha amostral (maio de 2003); C3 = 3ª campanha amostral (novembro de 2003); C4 = 4ª campanha amostral (maio de 2004). Fonte: PETROBRAS (2007).

As distribuições de temperatura de fundo ao longo das quatro campanhas oceanográficas na Baía Potiguar, agrupadas de acordo com a profundidade (malha de caracterização), e com a distância dos emissários (malha de monitoramento) apresentaram evoluções muito parecidas àquelas verificadas próximas à superfície para os agrupamentos de estações costeira, plataforma interna e borda de talude. Neste caso, mantém-se a tendência de águas com valores mais elevados de temperatura durante as campanhas C2 e C4, e menores durante as campanhas C1 e C3. Para as estações situadas no talude da plataforma continental, verificam-se valores de temperatura de fundo com ordem de grandeza inferiores, uma vez que se tratam de estações localizadas em profundidades bem maiores do que àquelas das estações pertencentes aos outros agrupamentos (Figura V.1.2.1-5).

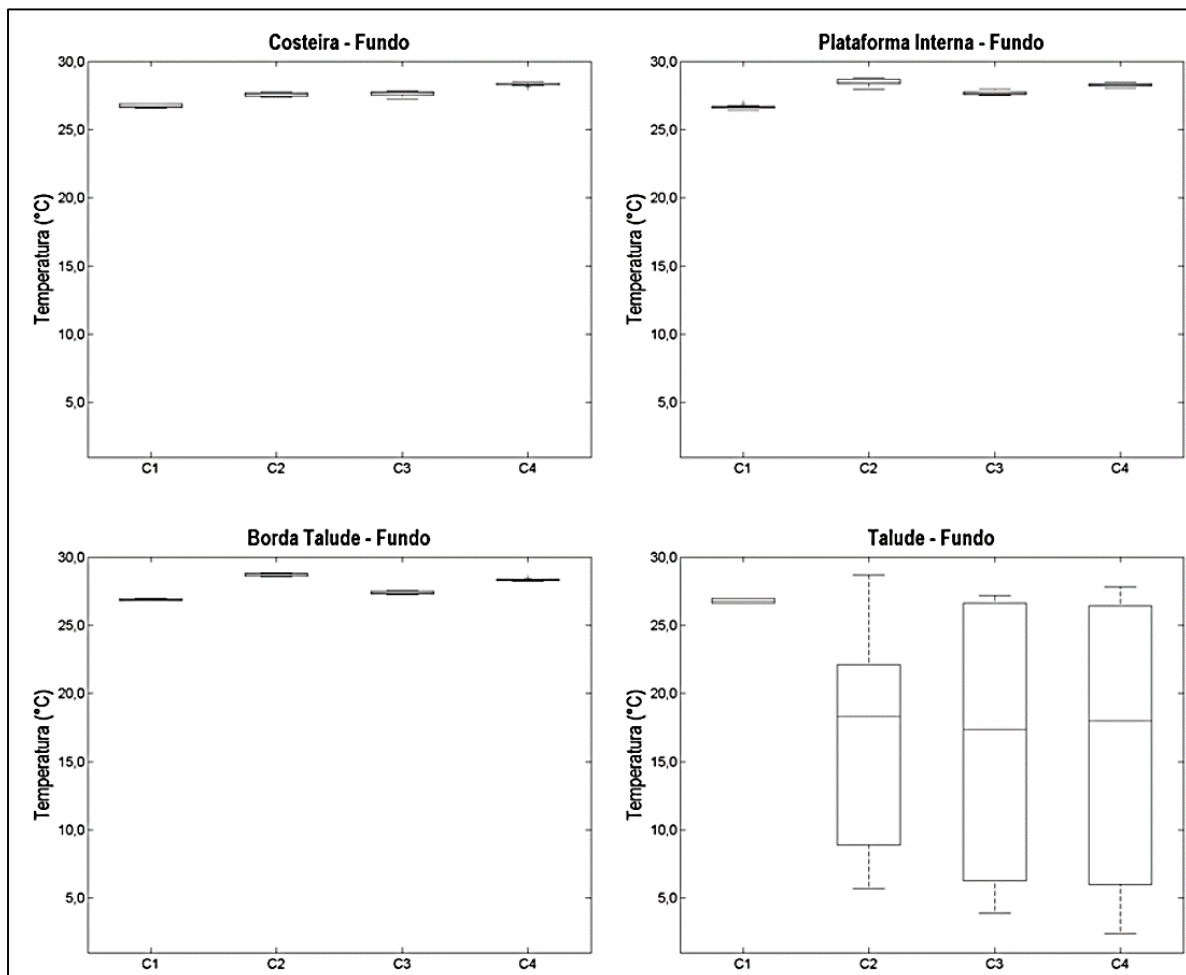


Figura V.1.2.1-5 - Temperatura próxima ao fundo nos agrupamentos de estações da malha de caracterização (Costeira, Plataforma Interna, Borda de Talude e Talude) da Baía Potiguar, ao longo das quatro campanhas amostrais: C1 = 1ª campanha amostral (julho de 2002), C2 = 2ª campanha amostra (maio de 2003), C3 = 3ª campanha amostral (novembro de 2003), C4 = 4ª campanha amostral (maio de 2004). Fonte: PETROBRAS (2007).

Os valores de temperatura próxima ao fundo para os três grupos de estações na malha de monitoramento (da mesma forma que para a superfície) indicam que não existe diferença significativa, mantendo ainda um aumento progressivo de temperatura ao longo das campanhas oceanográficas (Figura V.1.2.1-6).

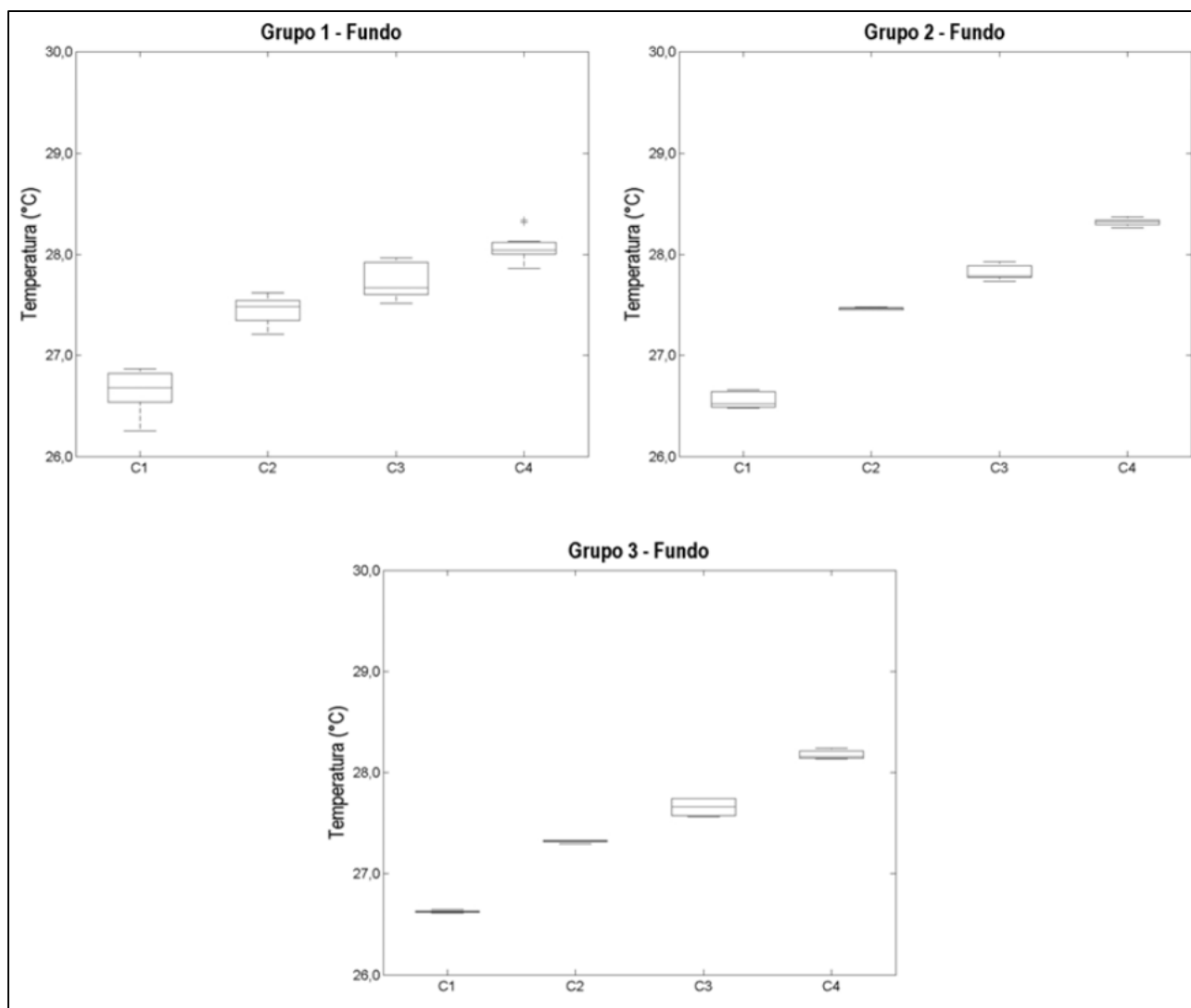


Figura V.1.2.1-6 - Temperatura próxima ao fundo para os agrupamentos de estações da malha de monitoramento (Grupos 1 – estações de coleta mais distantes dos difusores dos emissários I e II, 2 -- estações de coleta localizadas no entorno (até 500 m) do difusor do emissário I e 3 - estações de coleta localizadas no entorno (até 500 m) do difusor do emissário II) da Baía Potiguar, ao longo das quatro campanhas amostrais: C1 = 1ª campanha amostral (julho de 2002), C2 = 2ª campanha amostral (maio de 2003), C3 = 3ª campanha amostral (novembro de 2003), C4 = 4ª campanha amostral (maio de 2004). Fonte: PETROBRAS (2007).

Temperatura da Superfície do Mar de 2009 a 2010

Dados obtidos através do sensor AQUA-MODIS, para toda a plataforma continental, apontam TSM média de aproximadamente 28,4°C durante os anos de 2009 e 2010 (Figura V.1.2.1-7), com máxima de 32,4°C no mês de março/2010 e mínima de 26,2°C no mês de agosto do mesmo ano (PETROBRAS, 2011).

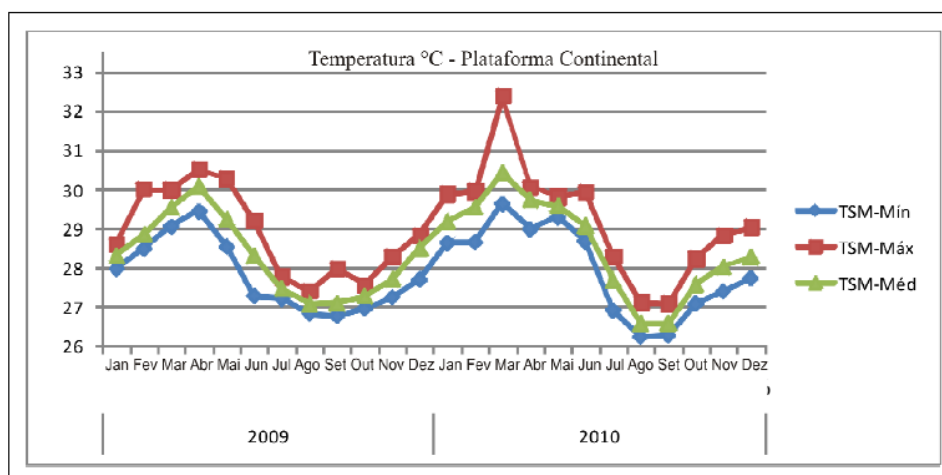


Figura V.1.2.1-7 - Valores mensais mínimos, máximos e médios de TSM para os anos de 2009 e 2010, para toda a área da plataforma continental (isóbatas de 0-60m). dados obtidos diretamente da análise estatística do conjunto de imagens mensais do AQUA-MODIS para os anos de 2009 e 2010.

Fonte: PETROBRAS (2011)

A Figura V.1.2.1-8, mostra que as maiores frequências de observações de TSM estiveram em torno de 28°C em média para toda a região da plataforma continental nos anos de 2009 e 2010 (PETROBRAS, 2011).

As imagens da Figura V.1.2.1-9 mostraram uma diferença média de 0,2°C entre as imagens dos anos de 2009 e 2010, para a região da plataforma continental. As mesmas mostraram que as águas mais frias (marcadas na imagem por cores em tons azulados na Figura V.1.2.1-9A) estiveram presentes principalmente no ano de 2009, enquanto que águas quentes (cores em tons amarelados na Figura V.1.2.1-9B) dominam o ano de 2010. Valores de TSM de 29°C aparecem em cores de tons avermelhados na Figura V.1.2.1-9B, provavelmente influenciadas pela pluma de sedimentos provenientes dos estuários dos rios Apodi-Mossoró, Piranha-Açu e de Galinhos (setas azul, verde e rosa, respectivamente, na Figura V.1.2.1-9B).

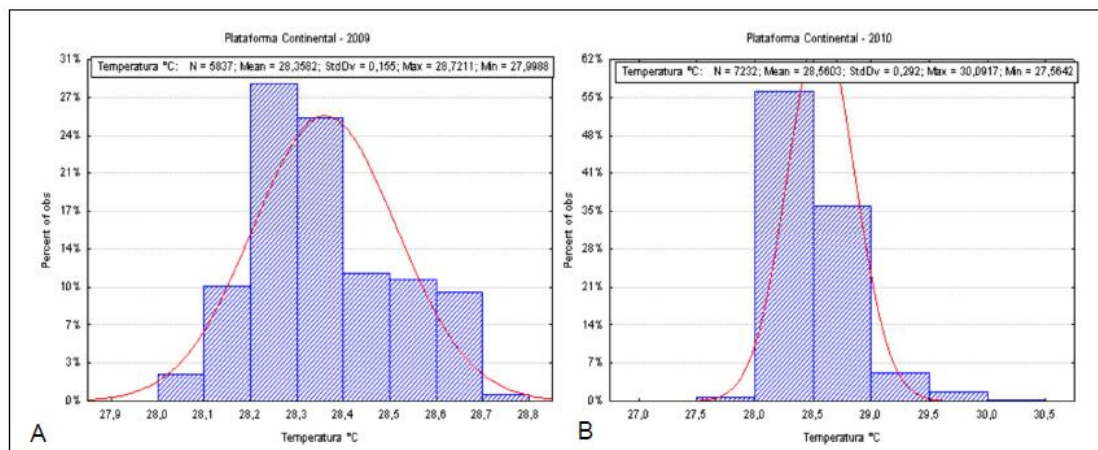


Figura V.1.2.1-8- Histograma de frequências dos valores médios de TSM adquiridos pelo sensor AQUA-MODIS para a região da plataforma continental nos anos de 2009 (A) e 2010 (B).

Fonte: PETROBRAS (2011)

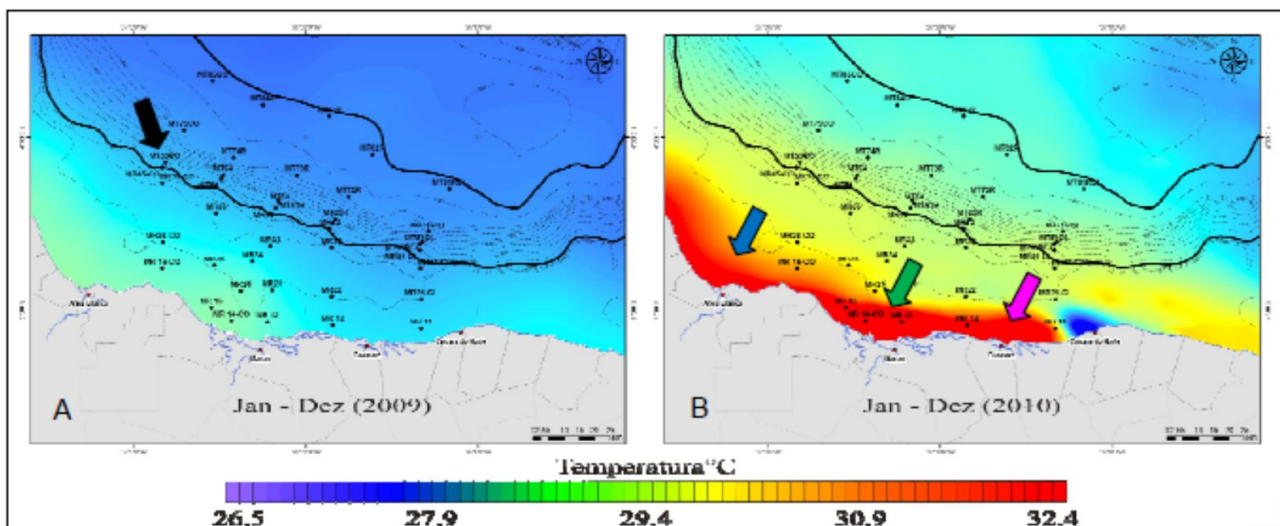


Figura V.1.2.1-9 - Imagem do sensor AQUA-MODIS das médias diárias de TSM para os anos de 2009 (A) e 2010 (B). As linhas mais espessas em preto demarcam os limites entre a plataforma e o talude continental aproximadamente entre a isóbatas de 0 – 60 m, como também com o oceano aberto aproximadamente entre a isóbatas de 60 - 2000 m. Fonte: PETROBRAS (2011).

Temperatura da Superfície do Mar em 2014

A partir de levantamentos realizados no ano de 2014, a TSM média ficou em torno de 27,7°C, e as maiores temperaturas com cerca de 28°C (cores em tons de vermelho na Figura V.1.2.1-10). Estas TSM foram verificadas próximas às desembocaduras dos rios Mossoró e Açu, respectivamente adjacentes à Areia Branca e Macau.

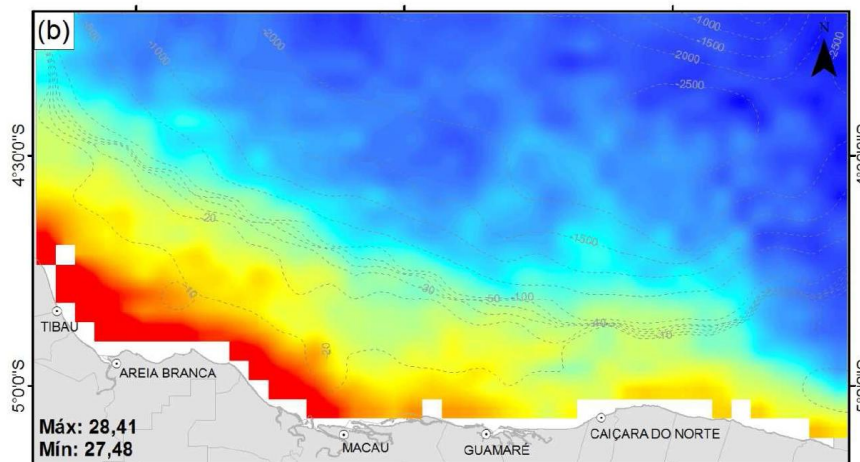


Figura V.1.2.1-10 - Média da TSM em 2014, obtidas diretamente do sensor AQUA-MODIS para a plataforma continental setentrional do Rio Grande do Norte.

Fonte: PETROBRAS (2015)

Analisando os dados de TSM em 2014, verificou-se que as maiores temperaturas, da ordem de 29°C ocorrem próximas à foz do rio Mossoró (cores em tons vermelho na Figura 11B, período chuvoso), e as temperaturas próximas à 27°C são observadas por toda a plataforma continental (cores em tons amarelo na Figura V.1.2.1-11A, período seco).

A Figura V.1.2.1-12 apresenta as imagens derivadas do sensor MODIS de médias mensais de concentração de Clorofila-a, TSM e Produtividade Primária para todos os meses de 2014, espacializadas para toda a zona eutrófica da plataforma continental. O comportamento da TSM mostra que ao longo do ano as águas estão mais aquecidas no período do outono, especificamente no mês de abril. As médias das temperaturas influenciam diretamente na atividade enzimática, pois TSM entre 0°C e 29°C promovem um aumento gradual da taxa fotossintética máxima específica da clorofila, enquanto que águas com temperaturas acima de 29°C ocasionam um decaimento na taxa fotossintética máxima específica da clorofila. Assim, os meses de agosto a outubro, a produção primária é influenciada em maior proporção pela TSM que nos meses de abril a junho (PETROBRAS, 2015).

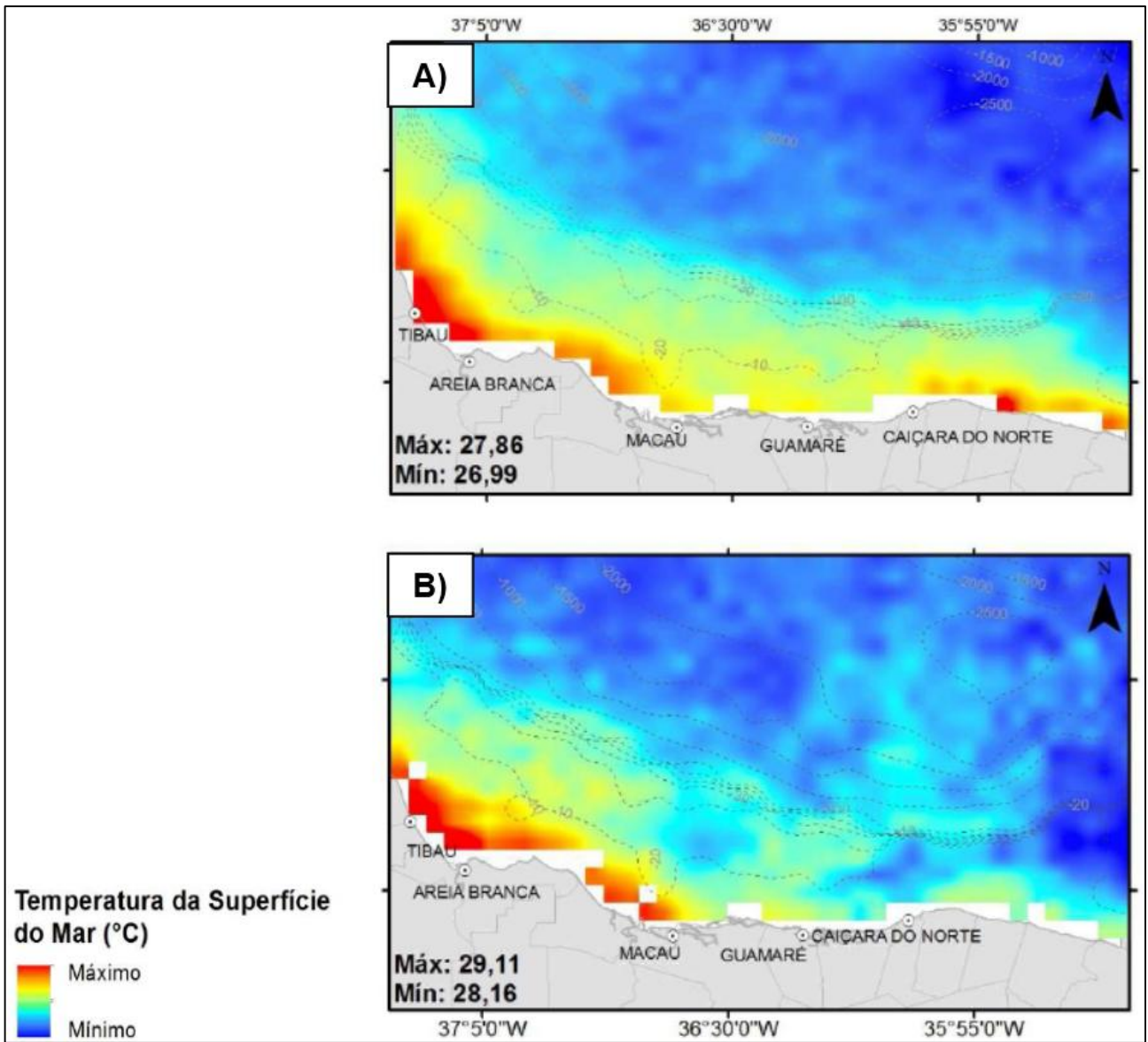
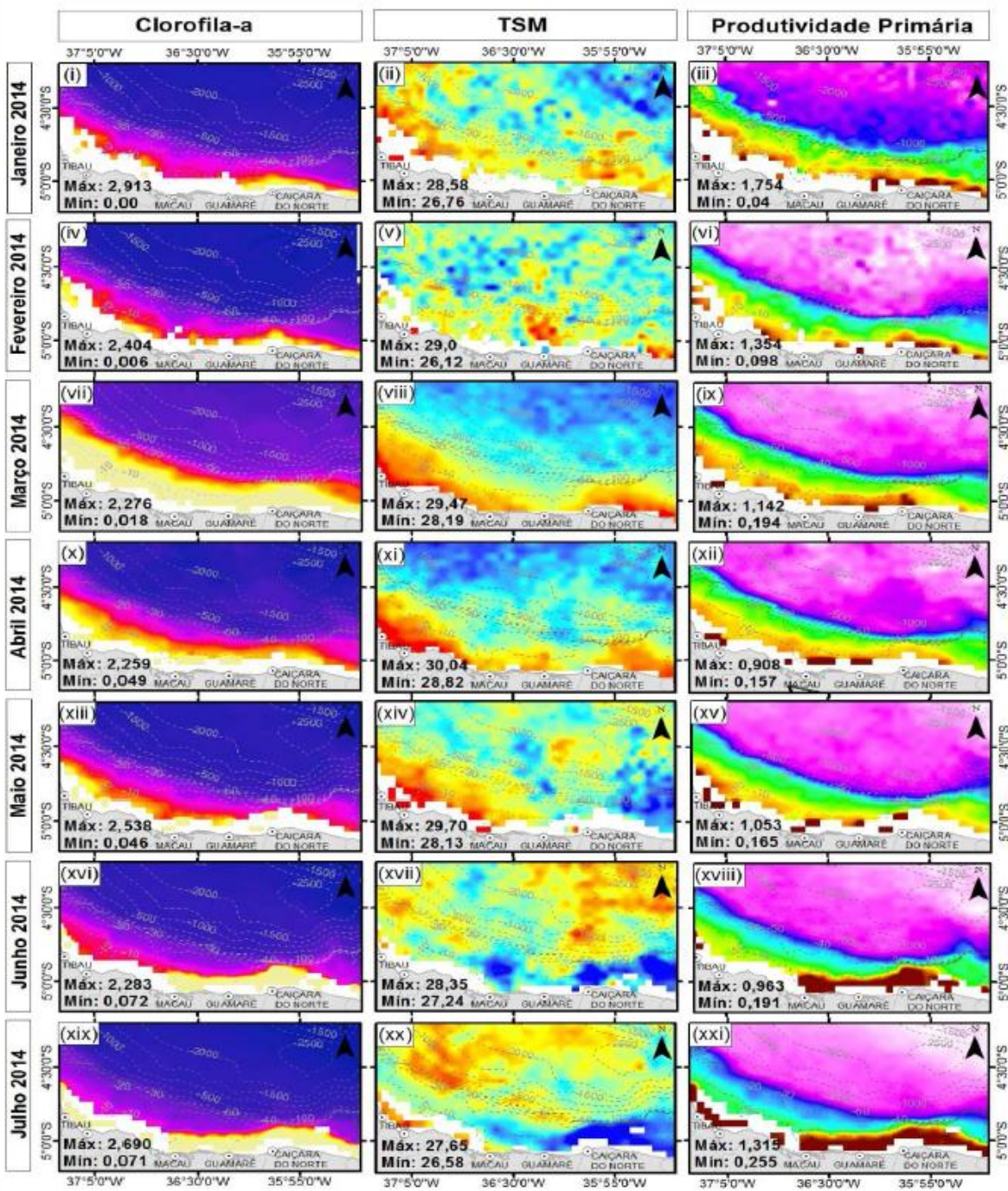


Figura V.1.2.1-11- Imagens AQUA-MODIS com as médias semestrais (A, B) de TSM na região da plataforma continental setentrional do Rio Grande do Norte.

Fonte: PETROBRAS (2015).



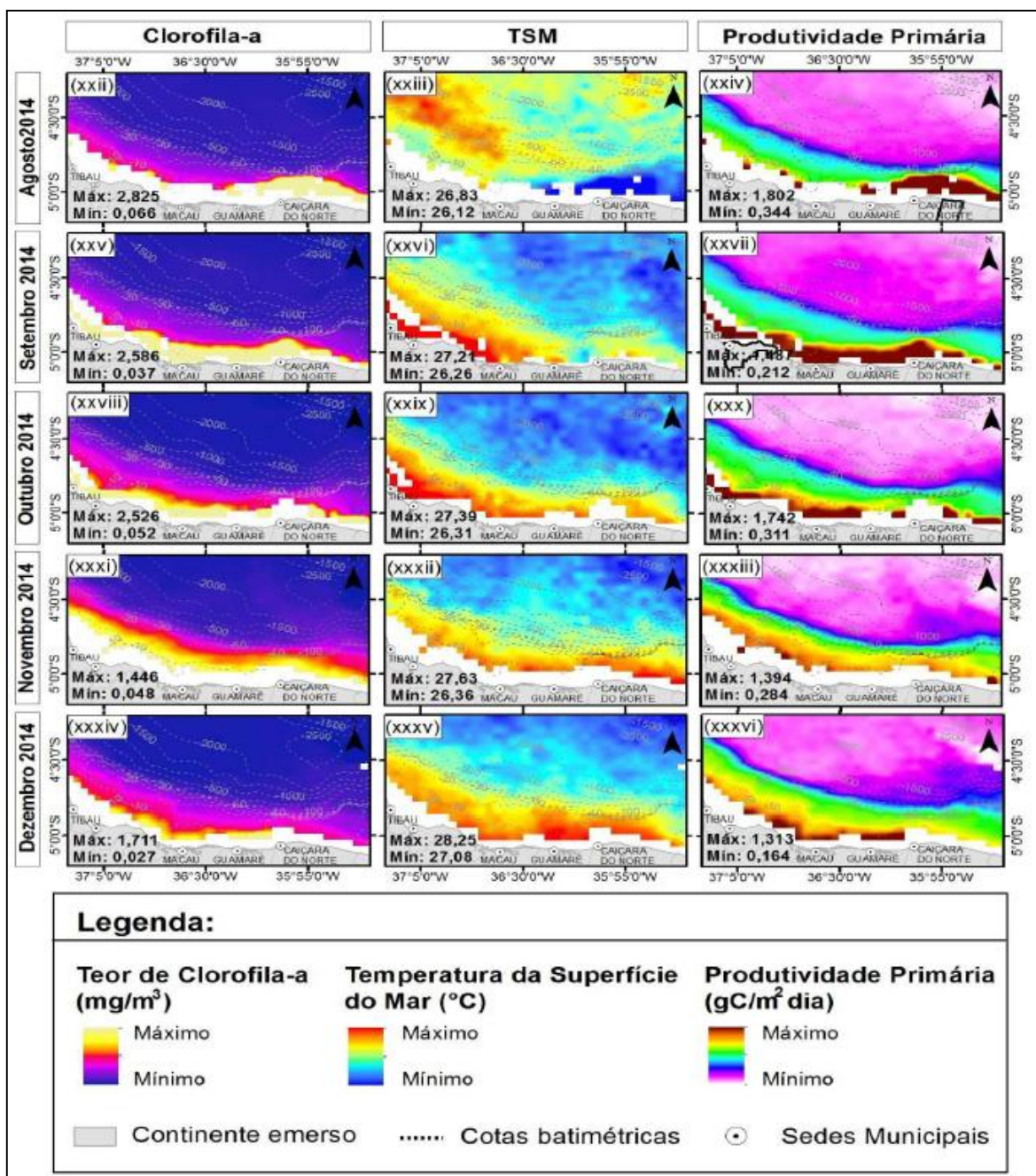


Figura V.1.2.1-12 - Imagens do AQUA-MODIS com as médias mensais da concentração de clorofila-a, TSM e Produtividade Primária integrada na zona eutrófica para o ano de 2014, na região da plataforma continental setentrional do Rio Grande do Norte.

V.1.2.2 - Salinidade da Superfície do Mar

Dados de salinidade da superfície do mar também foram medidos durante as primeiras campanhas realizadas entre 2002 e 2004 para os locais de medição, conforme Figura V.1.2.2-1.

Nesses pontos, as distribuições superficiais da salinidade ao longo das quatro campanhas amostrais apresentaram valor mediano de 36,1 ups, um mínimo de 35,0 ups (em julho de 2002) e um valor máximo de 38,1 ups (estação E15, em novembro de 2003).

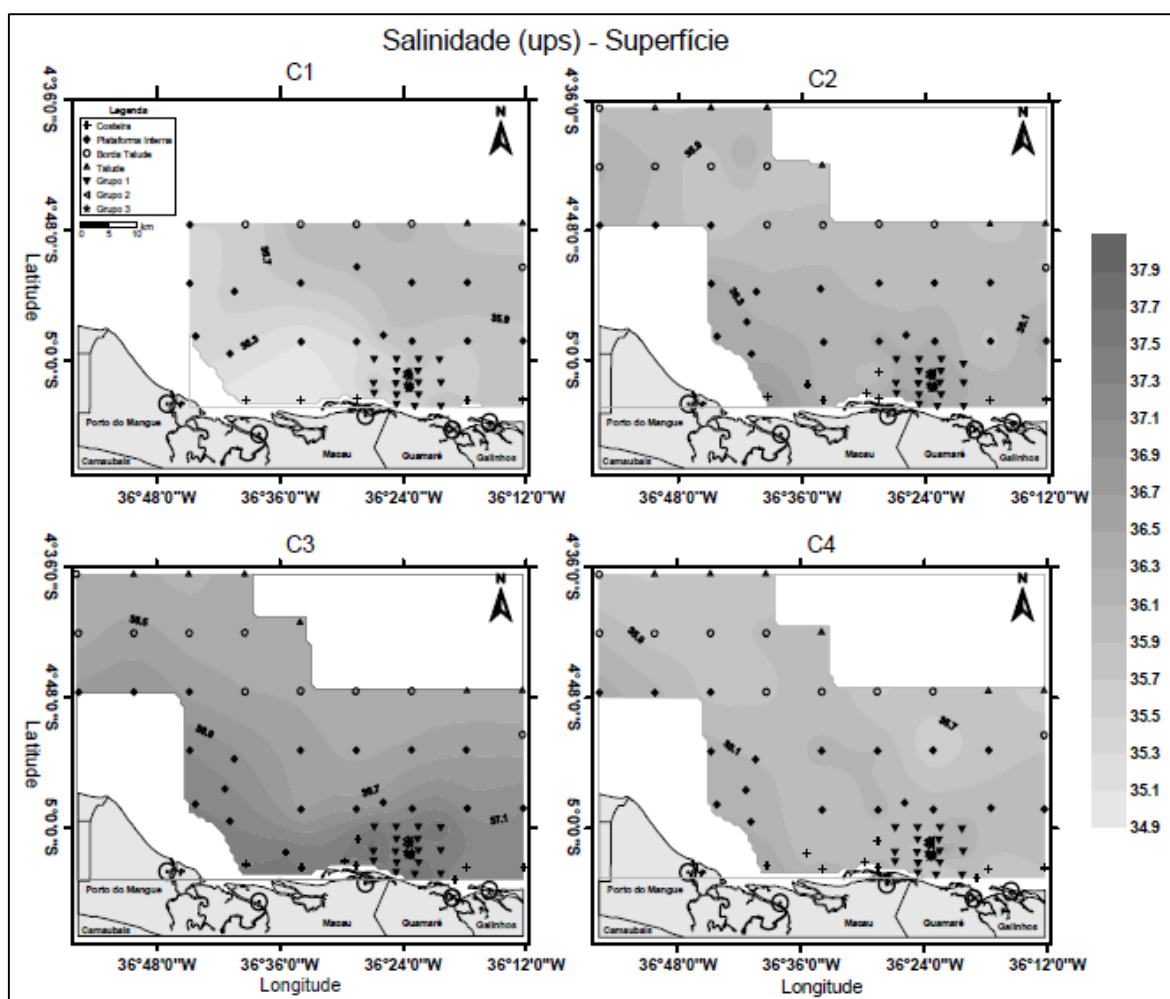


Figura V.1.2.2-1 - Distribuições horizontais de salinidade superficial na Baía Potiguar ao longo das quatro campanhas amostrais: C1 = 1ª campanha amostral (julho de 2002), C2 = 2ª campanha amostral (maio de 2003), C3 = 3ª campanha amostral (novembro de 2003), C4 = 4ª campanha amostral (maio de 2004).

Fonte: PETROBRAS (2015).

A Tabela V.1.2.2-1 apresenta os valores da salinidade superficial, mediana, máximo e mínimo registrados a partir das medidas de campo em cada uma das campanhas oceanográficas. Nela, é possível verificar uma maior salinidade superficial durante a campanha C3, enquanto que valores inferiores foram observados nas campanhas C1, C2 e C4 (PETROBRAS, 2007).

Tabela V.1.2.2-1 - Salinidade superficial na Baía Potiguar ao longo das campanhas amostrais. C1 = 1ª campanha amostral (julho de 2002), C2 = 2ª campanha amostral (maio de 2003), C3 = 3ª campanha amostral (novembro de 2003), C4 = 4ª campanha amostral (maio de 2004).

Campanha	Mínimo	Mediana	Máximo
C1	35,0	35,7	36,7
C2	25,2	36,3	37,1
C3	36,2	37,1	38,1
C4	35,4	35,9	36,7

Estes padrões são igualmente reproduzidos quando se analisam as estações oceanográficas agrupadas, tanto aquelas pertencentes à malha de caracterização (Figura V.1.2.2-2), quanto àquelas que fazem parte da malha de monitoramento. Conforme os relatórios da PETROBRAS (2006; 2007), pode-se observar que os valores de salinidade superficial do C3 foram sempre mais elevados em todas regiões: costeira, plataforma interna, borda do talude e talude. Igualmente, também pode ser observado que os valores foram mais elevados nos resultados por agrupamento da campanha C3, indicando assim, que no verão a salinidade da superfície é mais elevada (Figura V.1.2.2-3).

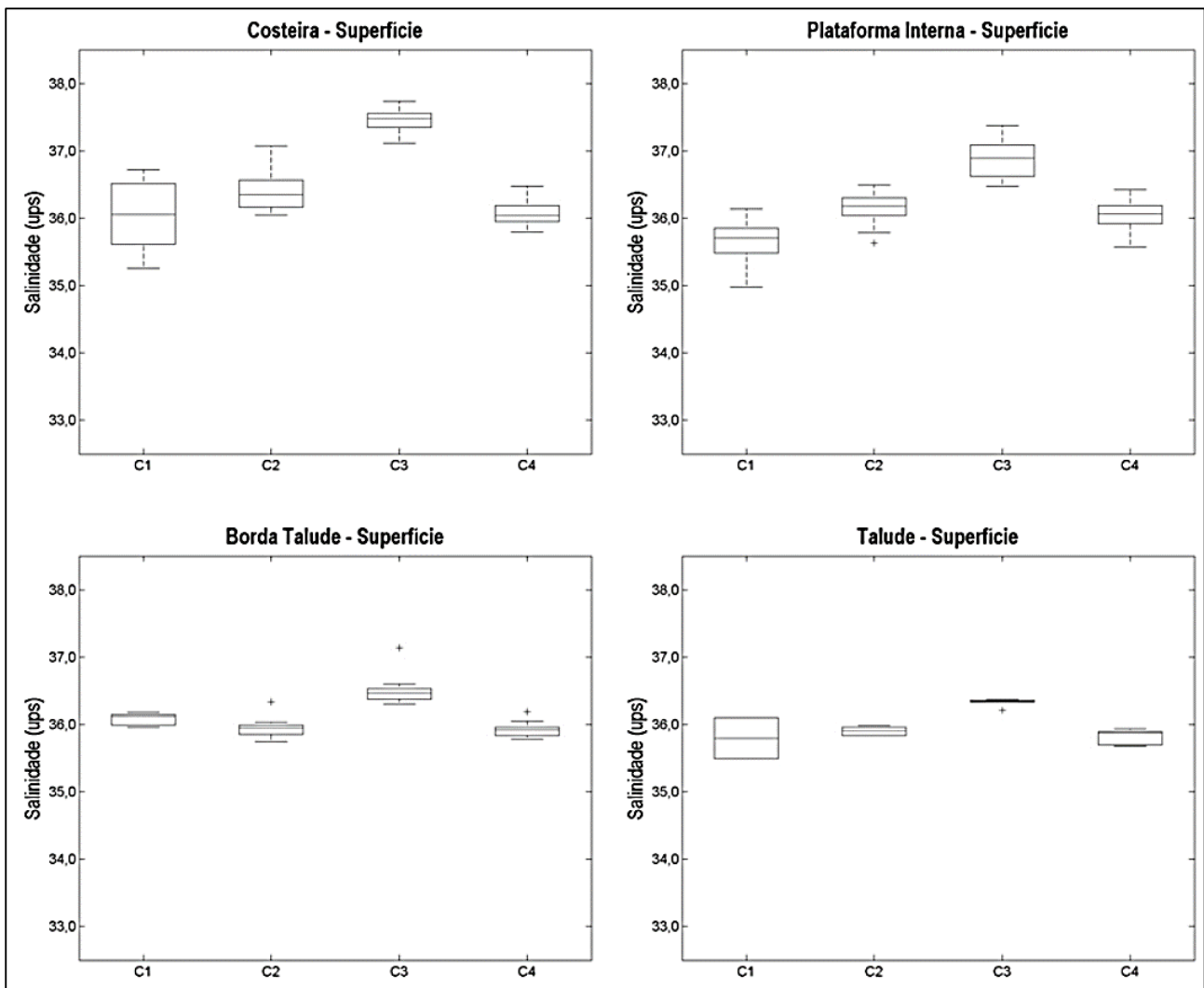


Figura V.1.2.2-2 - Salinidade superficial nos agrupamentos de estações da malha de caracterização (Costeira, Plataforma Interna, Borda de Talude e Talude) da Baía Potiguar, ao longo das quatro campanhas amostrais: C1 = 1ª campanha amostral (julho de 2002), C2 = 2ª campanha amostral (maio de 2003), C3 = 3ª campanha amostral (novembro de 2003), C4 = 4ª campanha amostral (maio de 2004).

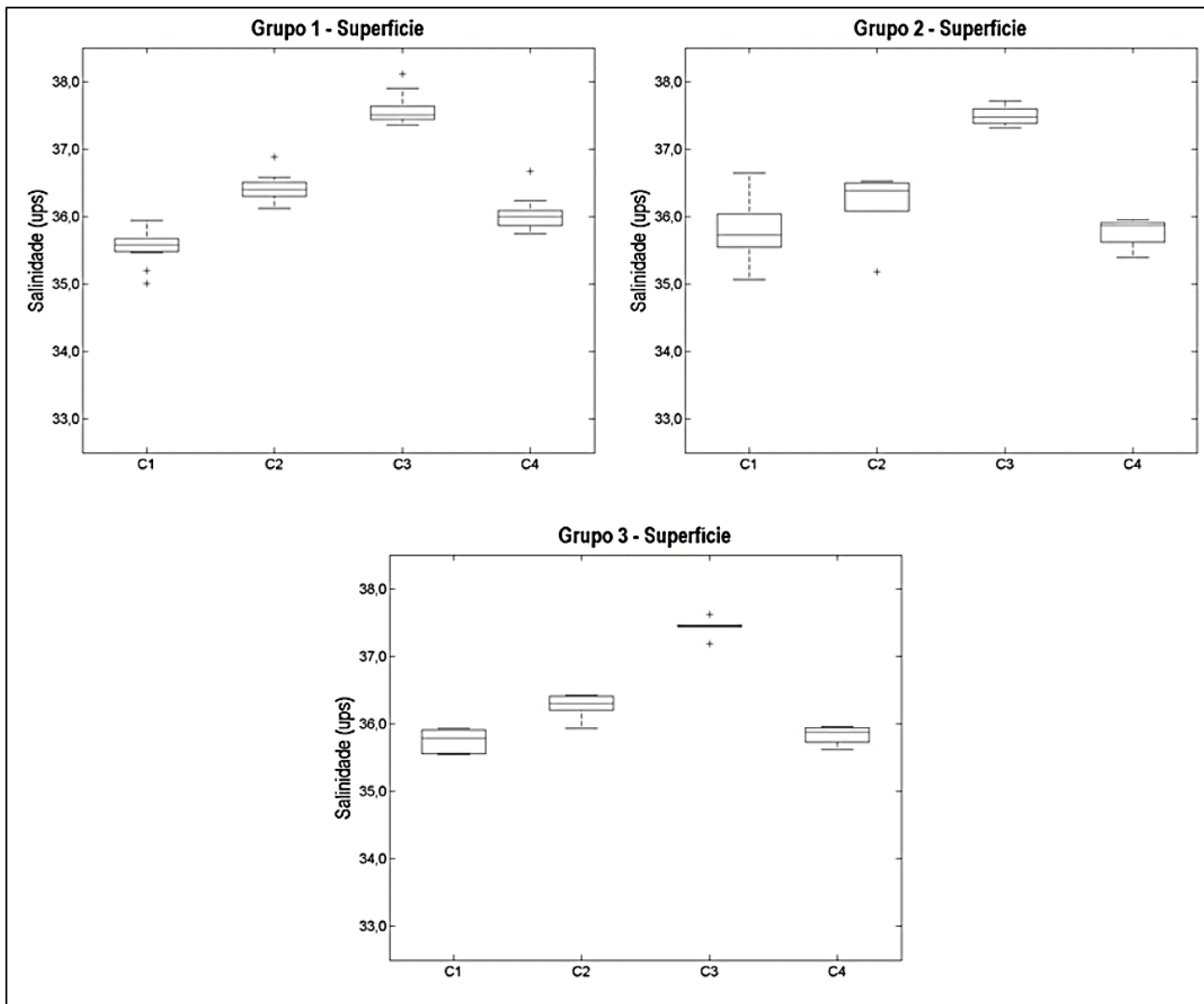


Figura V.1.2.2-3 - Salinidade superficial para os agrupamentos de estações da malha de monitoramento (Grupos 1 – estações de coleta mais distantes dos difusores dos emissários I e II, 2 -- estações de coleta localizadas no entorno (até 500 m) do difusor do emissário I e 3 - estações de coleta localizadas no entorno (até 500 m) do difusor do emissário II) da Baía Potiguar, ao longo das quatro campanhas amostrais: C1 = 1ª campanha amostral (julho de 2002), C2 = 2ª campanha amostral (maio de 2003), C3 = 3ª campanha amostral (novembro de 2003), C4 = 4ª campanha amostral (maio de 2004).

Próximo ao fundo a salinidade na Baía Potiguar apresentou um valor mediano de 36,2 ups, máximo de 37,9 ups na estação BPot05 (maio de 2004) e mínimo de 33,0 ups na estação BPot32 (novembro de 2003), como indica a Figura V.1.2.2-4.

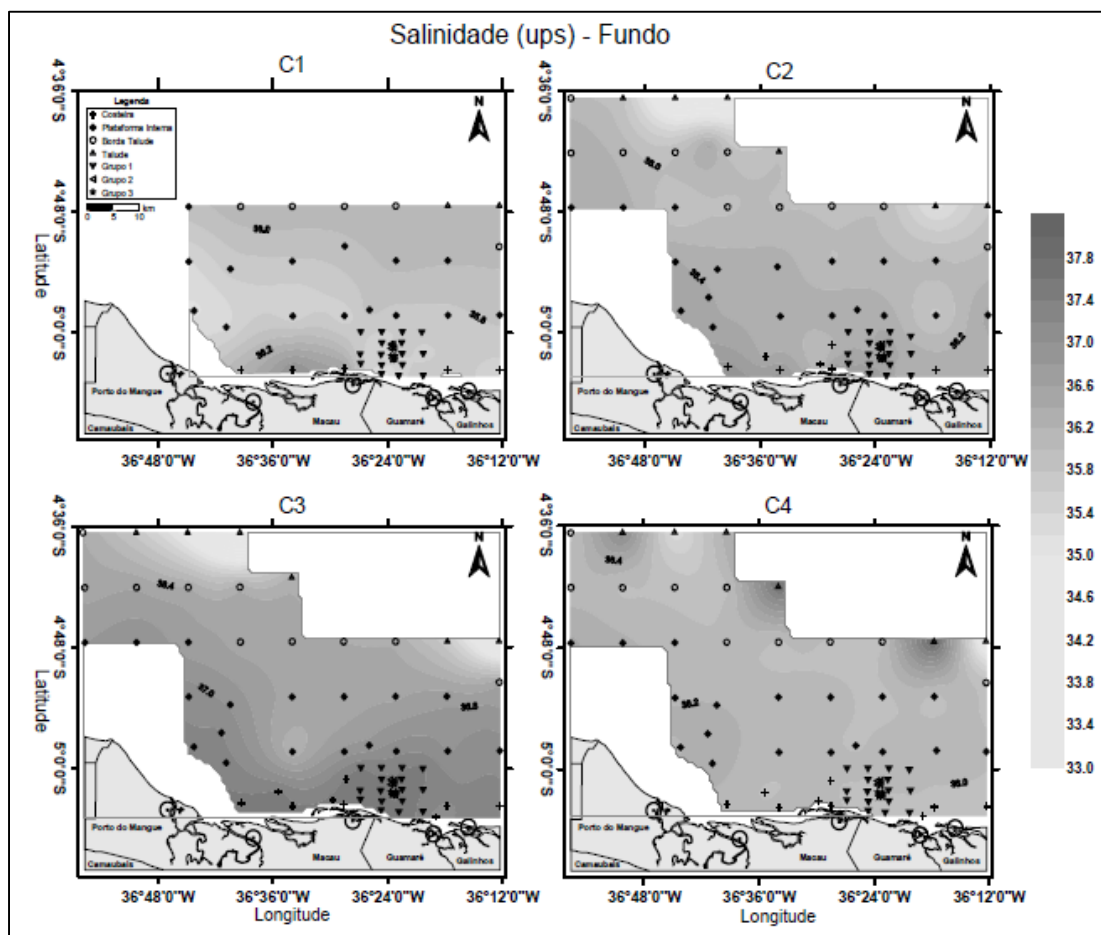


Figura V.1.2.2-4 - Distribuições horizontais de salinidade próxima ao fundo na Baía Potiguar, ao longo das quatro campanhas amostrais: C1 = 1ª campanha amostral (julho de 2002), C2 = 2ª campanha amostral (maio de 2003), C3 = 3ª campanha amostral (novembro de 2003), C4 = 4ª campanha amostral (maio de 2004).

Da mesma forma que na superfície, verificam-se valores mais elevados durante a campanha C3 (período seco), quando comparados aos valores das demais campanhas realizadas (C1, C2 e C4, períodos de transição e chuvosos), principalmente na região costeira (Figura V.1.2.1-5). No caso das estações da malha de monitoramento, Figura V.1.2.2-6, não foi possível identificar diferenças significativas entre os Grupos 1, 2 e 3, que seguiram igualmente os padrões verificados na superfície.

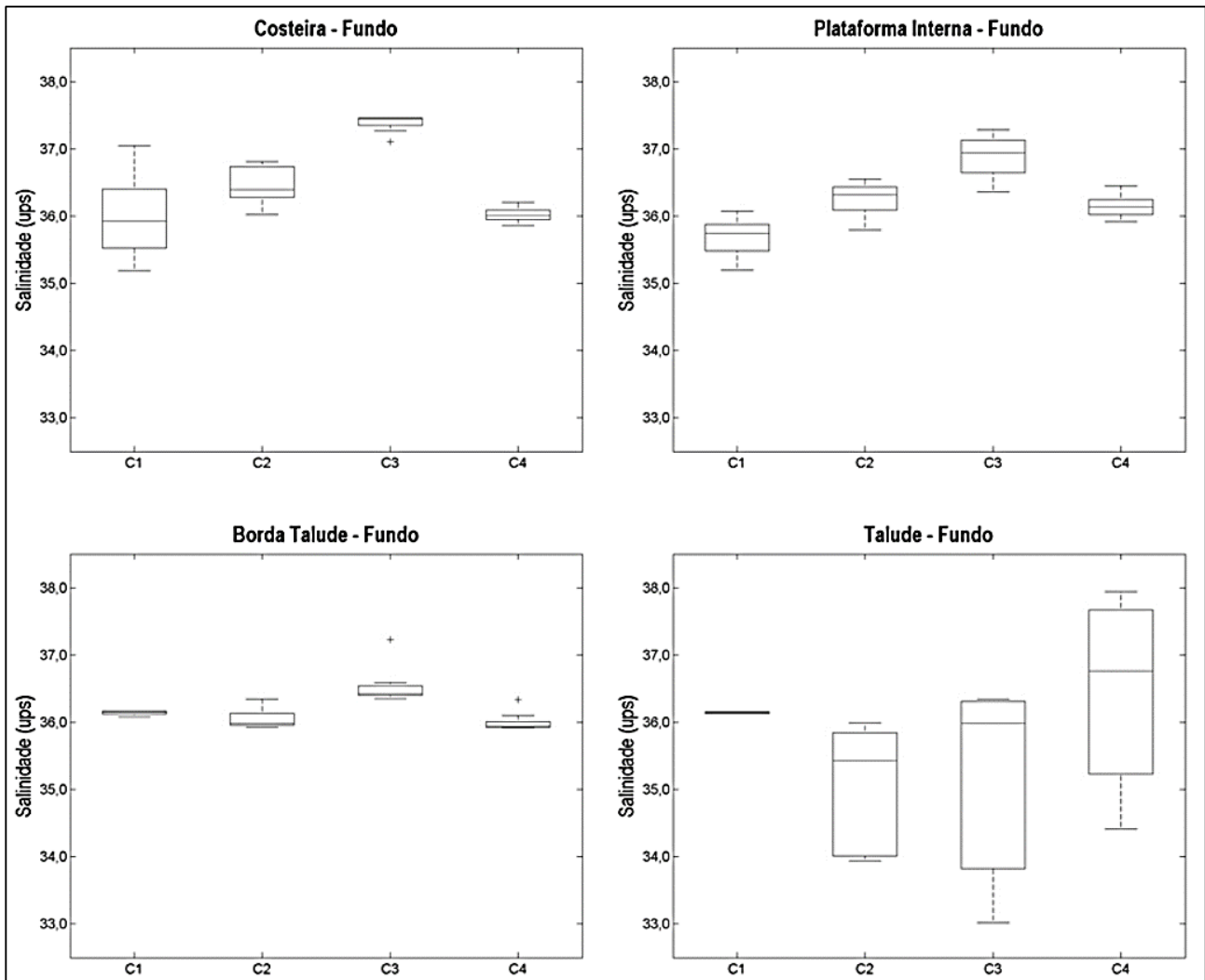


Figura V.1.2.2-5 - Salinidade próxima ao fundo nos agrupamentos de estações da malha de caracterização (Costeira, Plataforma Interna, Borda de Talude e Talude) da Baía Potiguar, ao longo das quatro campanhas amostrais: C1 = 1ª campanha amostral (julho de 2002), C2 = 2ª campanha amostral (maio de 2003), C3 = 3ª campanha amostral (novembro de 2003), C4 = 4ª campanha amostral (maio de 2004).

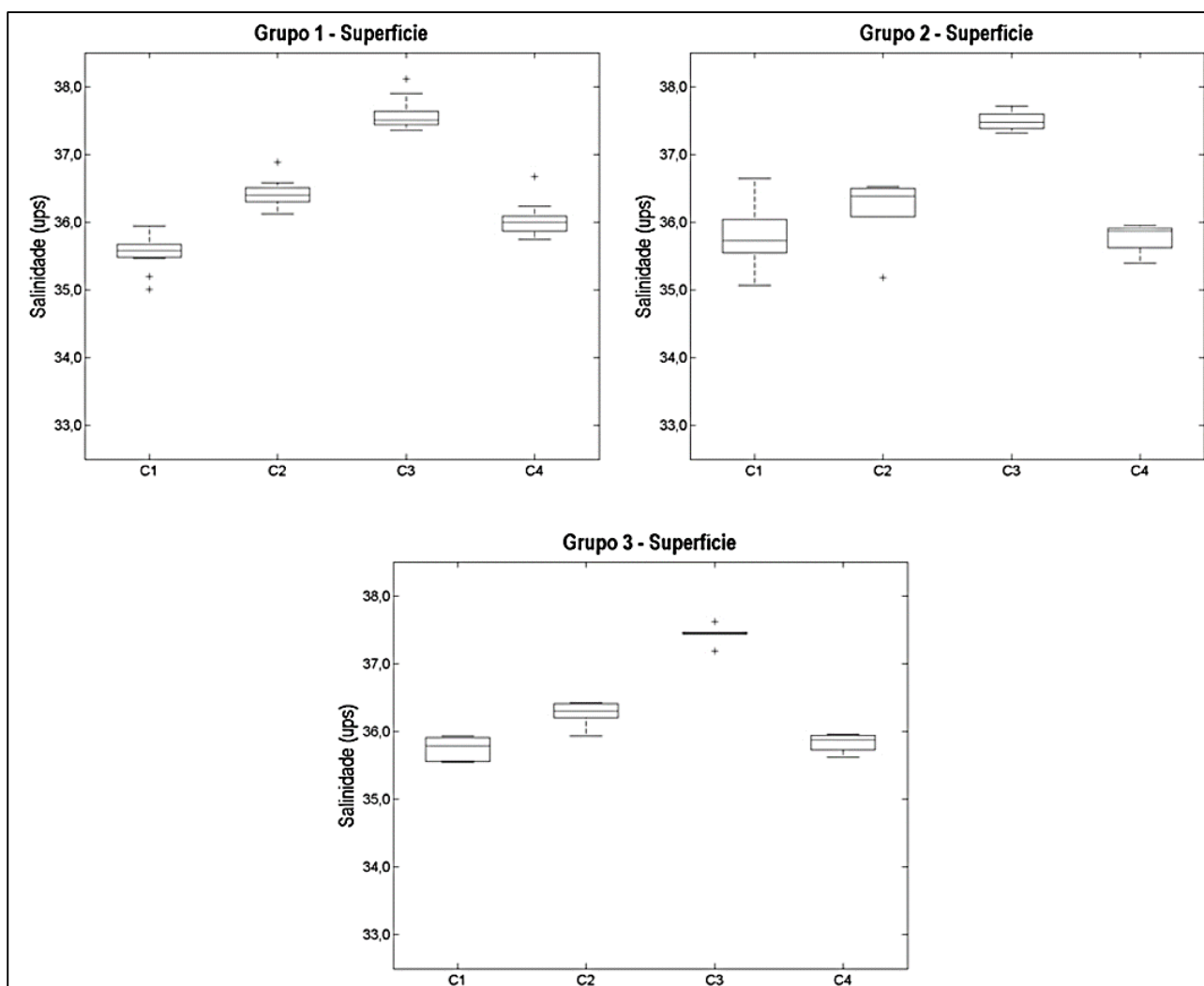


Figura V.1.2.2-6 - Salinidade próxima ao fundo para os agrupamentos de estações da malha de monitoramento (Grupos 1 – estações de coleta mais distantes dos difusores dos emissários I e II, 2 -- estações de coleta localizadas no entorno (até 500 m) do difusor do emissário I e 3 - estações de coleta localizadas no entorno (até 500 m) do difusor do emissário II) da Baía Potiguar, ao longo das quatro campanhas amostrais: C1 = 1ª campanha amostral (julho de 2002), C2 = 2ª campanha amostral (maio de 2003), C3 = 3ª campanha amostral (novembro de 2003), C4 = 4ª campanha amostral (maio de 2004).

V.1.2.3 - Massas d'Água

Os dados relativos às massas d'água foram obtidos através dos relatórios técnicos de monitoramentos da PETROBRAS (2006; 2007) realizados durante as campanhas de 2002 a 2004 para a região da plataforma continental da Baía Potiguar.

Normalmente, a temperatura e a salinidade, e conseqüentemente a densidade, são os principais parâmetros utilizados como indicadores das massas d'água, pelo fato que os mesmos só apresentam alterações significativas através da difusão ou mistura com outras massas d'água, além da camada limite oceânica, sendo assim, caracterizados com parâmetros conservativos (Miranda, 1982; Freitas, 2003).

Os valores de temperatura e salinidade obtido no campo, com as campanhas realizadas na Baía Potiguar (PETROBRAS, 2006) permitiram a elaboração do diagrama T-S, assim como a identificação e caracterização das principais massas d'água presente na área estuda (PETROBRAS, 2007).

De acordo com a Figura V.1.2.3-1, as massas d'água identificadas na região da plataforma continental da Baía Potiguar, durante as campanhas de monitoramento de 2002 a 2004, foram:

- ✓ Água Tropical Superficial (AT), caracterizada por valores de $\sigma_t < 24,500$, esteve presente em todas as colunas d'água das estações de coleta compreendidas entre a superfície e a profundidade de 70 m;
- ✓ Água Central do Atlântico Sul (ACAS), caracterizada por valores de $24,500 < \sigma_t < 27,125$, estendendo-se até cerca de 450 m de profundidade;
- ✓ Água Intermediária Antártica (AIA), limitada pelo intervalo de $27,125 < \sigma_t < 27,450$, em profundidades superiores a 450 m.

Essas massas d'água foram encontradas anteriormente nos trabalhos de Medeiros et al. (1998), Barnier et al. (2001), Freitas (2003) e Stramma e Schott (1999).

Em profundidades compreendidas entre 70 m e 150 m, encontra-se também a Água de Máxima Salinidade (AMS), com temperaturas variando de 18,0°C a 26,0°C e salinidade próxima ou superior a 37,0 ups. Esta é transportada pelo oceano Atlântico Sul para a região de fronteira oeste pelo sistema Corrente Sul Equatorial (CSE)/Corrente Norte do Brasil (CNB)/Sub-Corrente Norte do Brasil (SCNB) (Schott et al., 1998; Ferreira, 2001; Freitas, 2003; Silva, 2006).

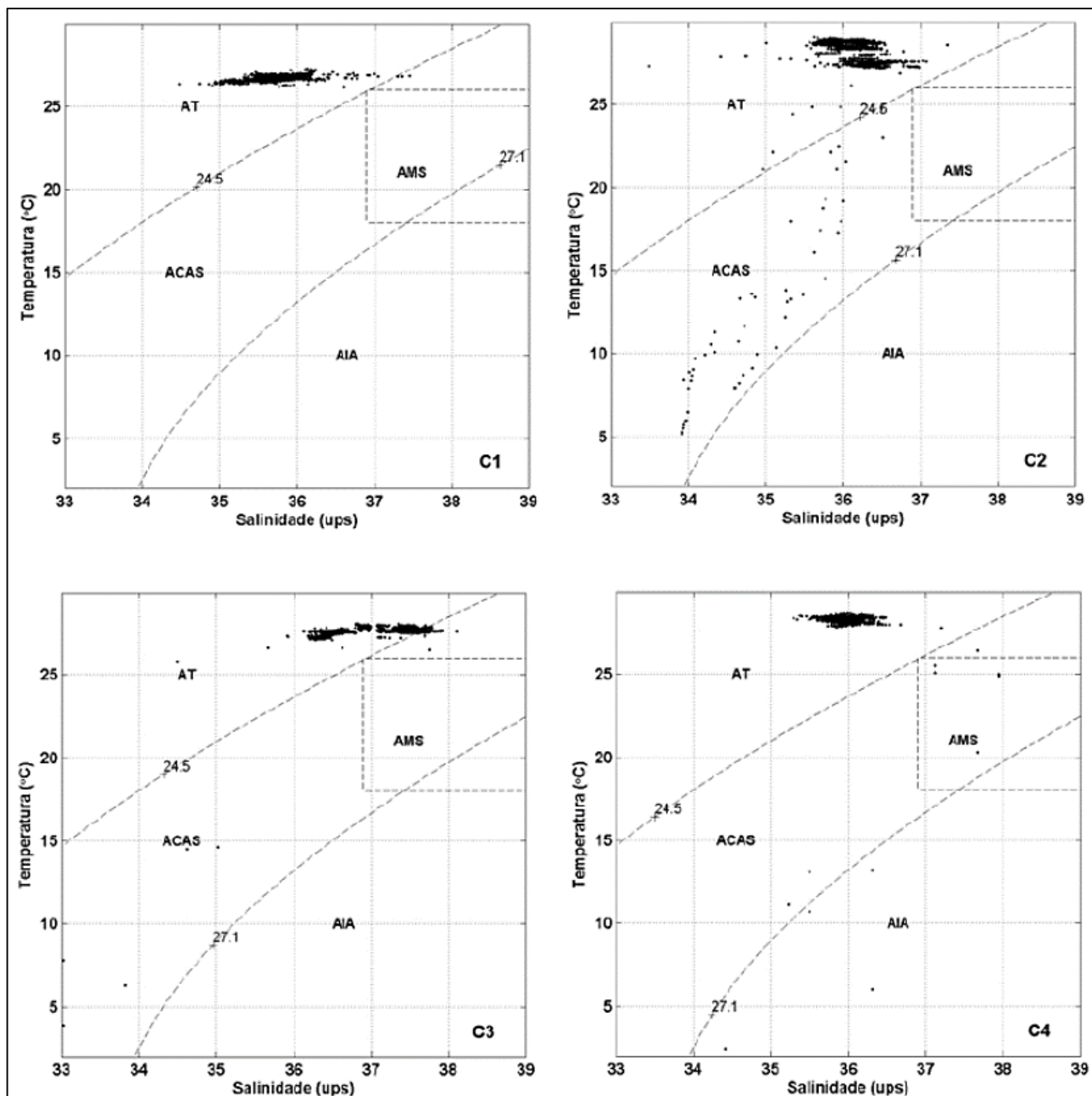


Figura V.1.2.3-1 - Diagrama T-S esquemático, mostrando a presença da Água Tropical (AT), da Água Central do Atlântico Sul (ACAS), da Água de Máxima Salinidade (AMS) e da Água Intermediária Antártica (AIA), na Baía Potiguar ao longo das quatro campanhas amostrais: C1 = 1ª campanha amostral (julho de 2002), C2 = 2ª campanha amostral (maio de 2003), C3 = 3ª campanha amostral (novembro de 2003), C4 = 4ª campanha amostral (maio de 2004)

Fonte: (PETROBRAS, 2006).

V.1.2.4 - Correntes

A costa norte da região NEB apresenta um regime de correntes controlado por três agentes principais: a circulação de larga-escala do Oceano Atlântico Sul, através do fluxo unidirecional da Corrente Norte do Brasil (CNB); o ciclo de marés, gerado nos oceanos pelas forças gravitacionais astronômicas; e, a ação conjunta dos ventos locais, do atrito na interface oceano-atmosfera, das características do substrato marinho e da geometria da linha de costa que, interagindo, produzem a chamada corrente de deriva litorânea (PETROBRAS, 2007).

A distância da costa faz com que, em geral, a influência de cada um dos agentes principais seja maior ou menor. Enquanto regiões costeiras são dominadas pelas correntes de maré e de deriva litorânea, há um progressivo aumento da influência da CNB com o afastamento da costa.

Levantamento das Correntes de 2002 a 2003

Entre 2002 e 2003, a PETROBRAS realizou três fundeios (descritos na Tabela V.1.2.4-1) com perfilhadores acústicos distribuídos na plataforma continental da Baía Potiguar, em região adjacente ao Campo de Exploração de Ubarana, conforme localização apresentada na Figura V.1.2.4-1.

Tabela V.1.2.4-1 - Características dos fundeios e perfilhadores (Acoustic Doppler Current Profiler, ADCP) na Baía Potiguar.

Fundeiio	Localização	Profundidade (m)	Período de Aquisição
Fundeiio 4	-04°51'54"S / -36°22'24"W	20	04/05 a 03/06/2002
Fundeiio 5	-05°04'16,7"S / -36°22'52"W	6	19 a 23/05/2003
Fundeiio 6	-04°03'11,2"S / -36°22'30"W	5	14 a 19/05/2003

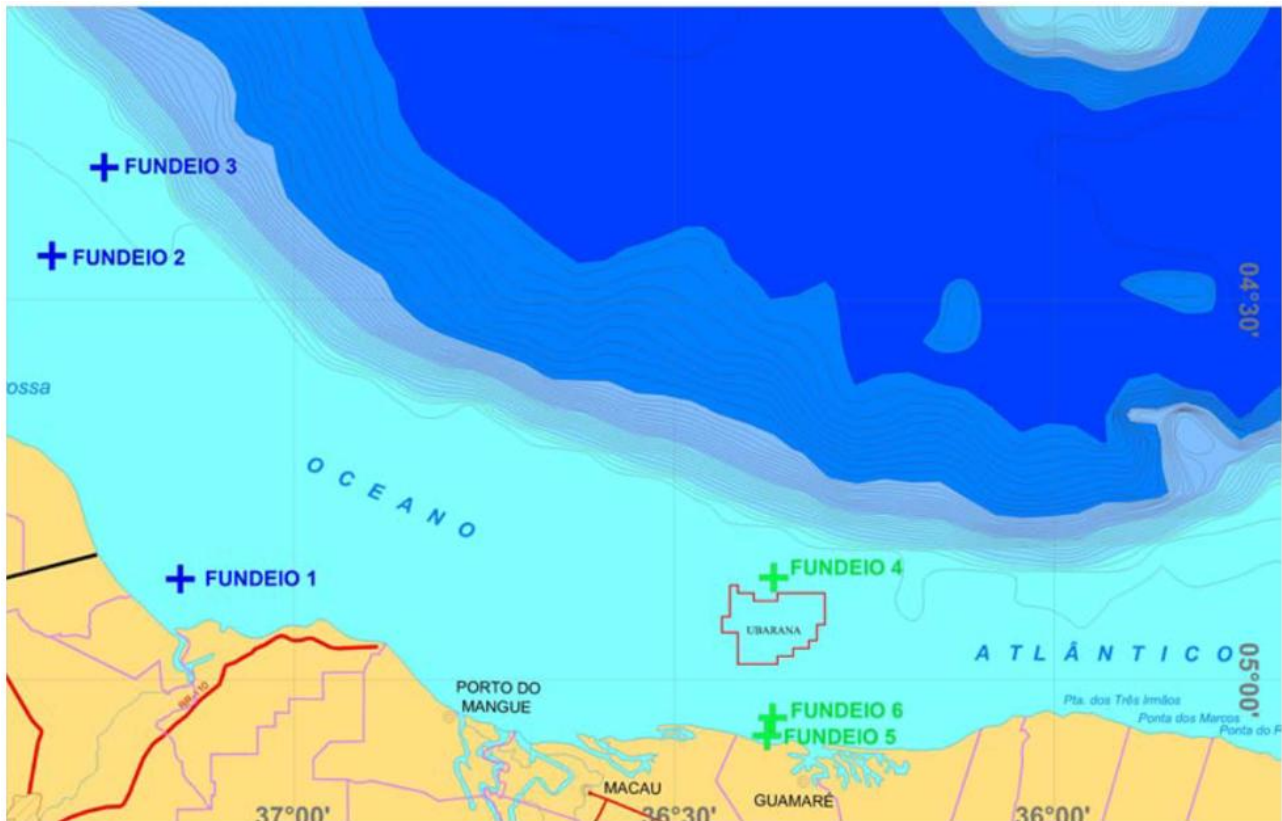


Figura V.1.2.4-1 - Localização dos fundeios realizados pela PETROBRAS a partir de 2001, com destaque para os fundeios: 4, 5 e 6 nas proximidades do Campo de Ubarana e área do projeto piloto para geração eólica offshore.

No Fundeio 4 evidencia-se a predominância do sinal bipolar nos registros de correntes. Os registros revelam significativa assimetria entre as correntes de enchente e de vazante, com máximos em torno de 40 cm/s e 35 cm/s, respectivamente, e um desvio do eixo de oscilação, indicando a ação de uma corrente de deriva de componente zonal. As maiores frequências de dados ocorrem entre 15 a 30 cm/s na enchente e 20 cm/s na vazante, conforme Figura V.1.2.4-2.

Nos Fundeios 5 e 6 há maior predominância de fluxo zonal, caracterizando a deriva litorânea. No Fundeio 5 existem correntes para ESE na enchente e para ENE na vazante, com intensidade de 5 a 10 cm/s. A análise da direção mostra o domínio da corrente de maré juntamente com a deriva litorânea. No fundeio 6 nota-se a predominância do fluxo para oeste devido ao predomínio da deriva litorânea, com intensidade de 5 a 10 cm/s. Em ambos os fundeios as intensidades não ultrapassaram 15 cm/s (Figura V.1.2.4-2).

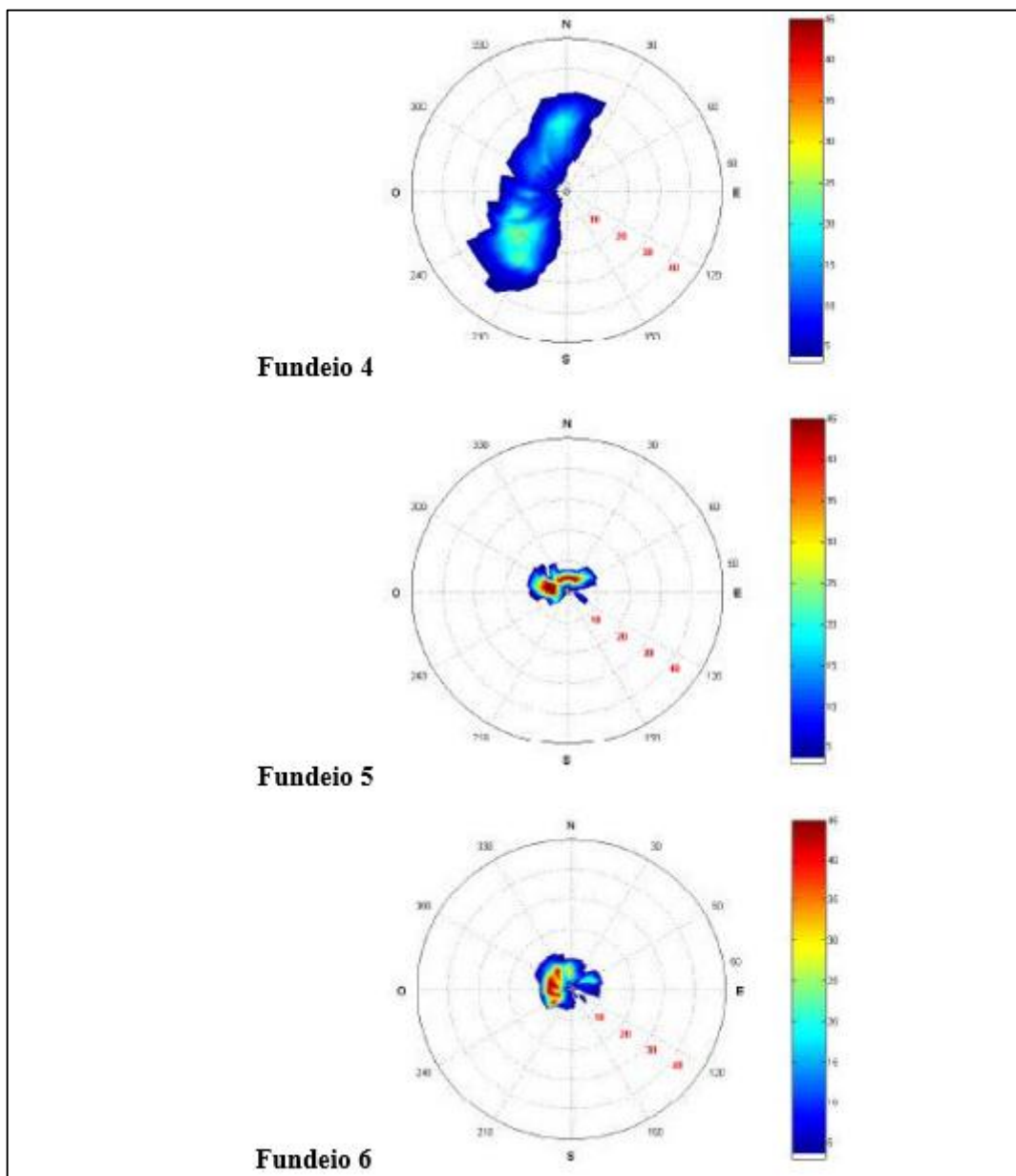


Figura V.1.2.4-2 - Histograma direcionais das séries temporais de intensidade e direção de correntes superficial registradas pelos ADCPs nos fundeios 4, 5 e 6. As escalas de cores indicam as frequências em relação ao número total de observações de cada série (em %). A intensidade de corrente é representada pelos círculos tracejados concêntricos, com valores indicados em vermelho (em cm/s).

Levantamento das Correntes de 2003 a 2004

Outro levantamento realizado pela PETROBRAS durante as campanhas de monitoramento da Baía Potiguar nos anos de 2003 e 2004, obteve dados de intensidade e direção

de correntes com o auxílio de 02 Correntômetros Sensedata a/s Bergen, modelos SD-30 e SD-6000, e 02 Correntômetros InterOcean Systems Inc., modelos S4 e S4A. Estas campanhas foram efetuadas para a Boia do Campo Siri e na zona frontal à Praia do Minhoto.

Os registros do correntômetro ancorado nas proximidades da Praia do Minhoto revelaram intensidades de corrente entre 0,6 a 11 cm.s-1, com mediana de 4,4 cm.s-1. A tendência indicou direções preferenciais para Oeste, entretanto, verificou-se uma maior quantidade relativa de registros situado a Leste da direção SO-NE.

No que se refere à direção do vetor corrente, uma análise mais detalhada da Figura V.1.2.4-3 permite constatar que as correntes medidas na região costeira da Baía Potiguar apresentam características associadas aos diferentes tipos e estágios de maré. Nestes gráficos, verificam-se velocidades com intensidades maiores que 5 cm. s-1 entre as direções SO e NE (PETROBRAS, 2007).

Os registros do vetor de velocidade de corrente agrupados de acordo com as suas direções e com os estágios de maré (Figura V.1.2.4-3) mostram que o estágio de maré EM foi caracterizado por velocidades predominantemente direcionadas para SO, enquanto que as direções no estágio de maré VZ são significativamente encontradas em duas situações características, mais evidenciadas pelo fundeio de Siri: (a) uma primeira condição de vazante ficou caracterizada no intervalo de medidas entre os dias 13 a 23 de maio de 2003, período marcado entre o final da maré de sizígia e o auge da maré de quadratura, quando as velocidades tenderam preferencialmente para os sentidos N e NE; (b) para as medidas realizadas entre os dias 23 e 30 de maio de 2003, entre o final da quadratura e início da sizígia, observa-se que as velocidades apontaram preferencialmente no sentido NO (PETROBRAS, 2007).

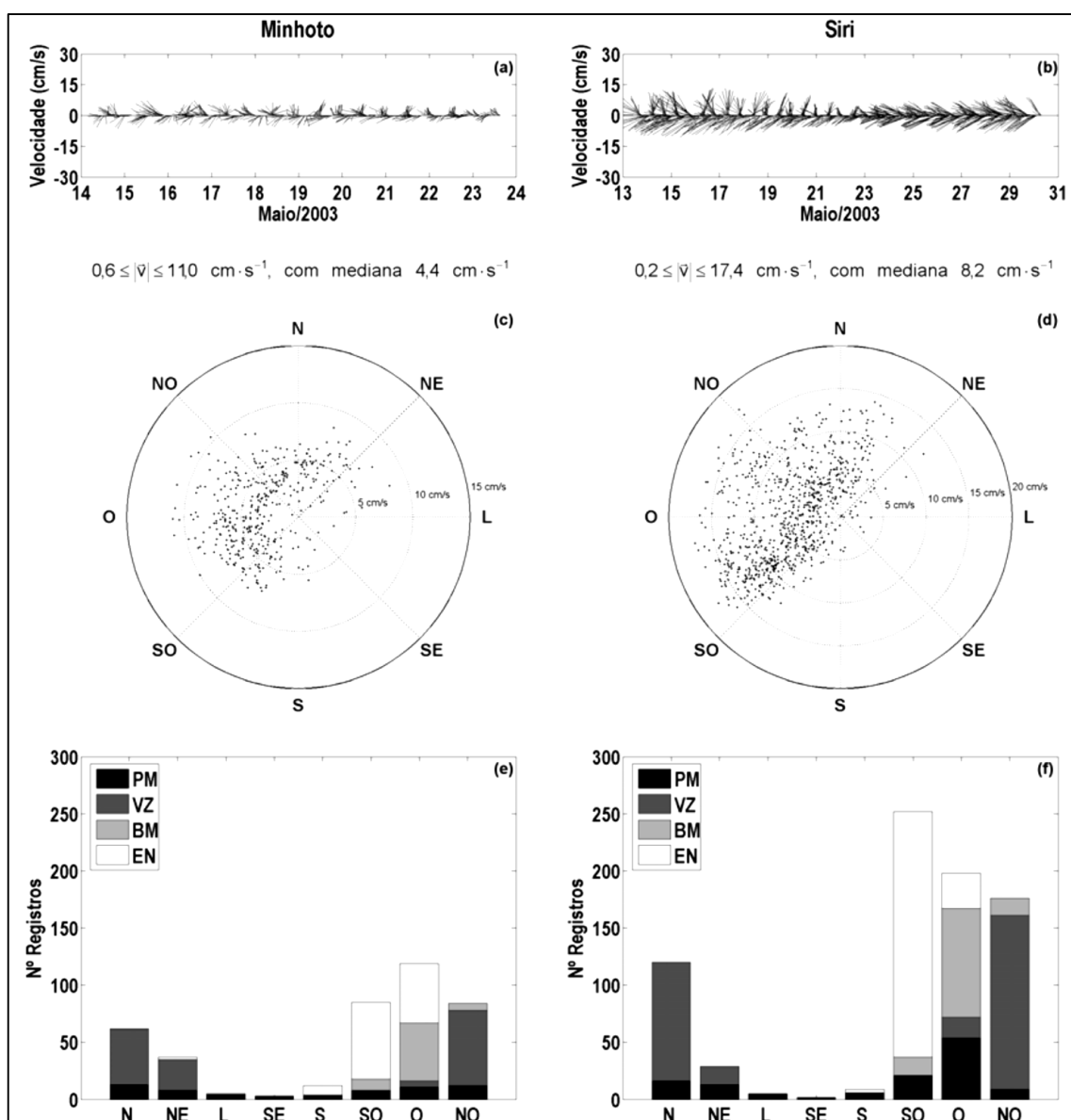


Figura V.1.2.4-3 - Diagramas de barra/direção do vetor velocidade de corrente (a, b), diagrama de dispersão (c, d), e frequência de ocorrência da direção do vetor corrente em função dos estágios de maré (PM = Preamar, VZ = Vazante, BM = Baixa-mar, e EN = Enchente) (e, f) na Baía Potiguar, durante a campanha oceanográfica C2, maio de 2003 (período chuvoso)

Fonte: (PETROBRAS, 2007).

Na Figura V.1.2.4-4 são apresentados os diagramas de barras/direção das intensidades e direções das correntes durante a campanha C3, ocorrida em novembro de 2003 (período seco). Nesta figura as direções da corrente também foram agrupadas de acordo com os estágios da maré durante as medições. A Figura V.1.2.4-4 indica que no período seco as correntes na Baía Potiguar, tanto na praia do Minhoto quanto nas proximidades

das boias, se situam preferencialmente no quadrante limitado pela direção SO-NO. Observa-se ainda que estas são direcionalmente mais dispersas e cerca de duas vezes mais intensas na área das boias (1,8 a 38 cm.s-1, mediana 19,8 cm.s-1) do que na região frontal à Praia do Minhoto (0,2 a 24,4 cm.s-1, mediana 7,9 cm.s-1).

Quanto à variabilidade da forçante astronômica, verifica-se que nas marés de quadratura as intensidades máximas oscilaram em torno de 12 cm.s-1, enquanto que na maré de sizígia, as máximas velocidades atingiram valores próximos à 40 cm.s-1 (PETROBRAS, 2007). Através dos diagramas de frequência foi possível verificar que as correntes apontam principalmente para O-SO no estágio de maré Enchente (EN) e, sobretudo, para NO durante a maré Vazante (VZ).

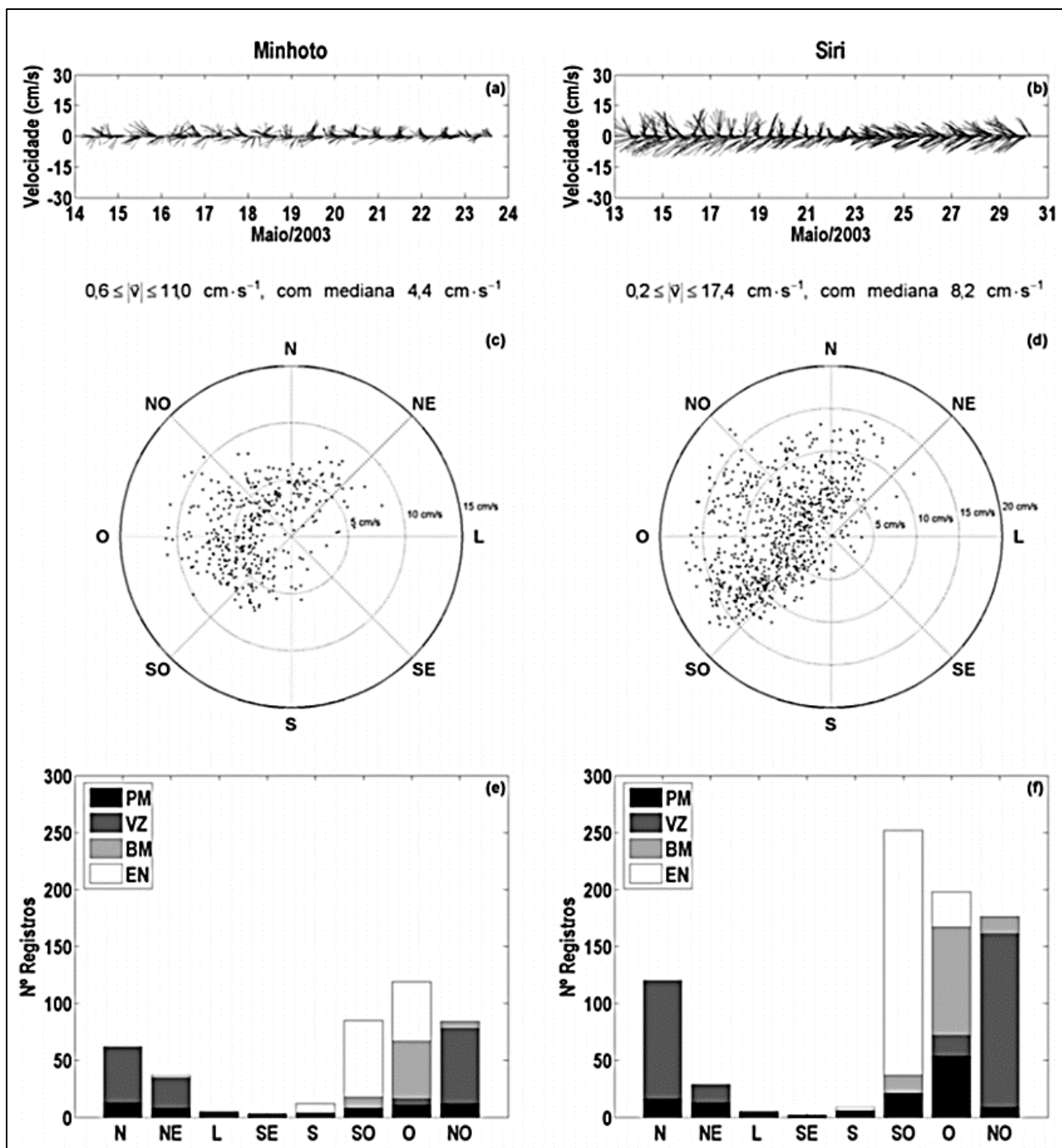


Figura V.1.2.4-4 - Diagramas de barra/direção do vetor velocidade de corrente (a, b), diagrama de dispersão (c, d), e frequência de ocorrência da direção do vetor corrente em função dos estágios de maré (PM = Preamar, VZ = Vazante, BM = Baixa-mar, e EN = Enchente) (e, f) na Baía Potiguar, durante a campanha oceanográfica C4, maio de 2004 (período chuvoso).

Fonte:(PETROBRAS, 2007).

Levantamento das Correntes 2010 a 2017

Para o levantamento das correntes no período entre 2010 e 2017, foram analisados dados das campanhas ocorridas em quatro pontos distribuídos na plataforma continental interna e intermediária, de acordo com a localização apontada na Figura V.1.2.4-5 (PETROBRAS, 2019).

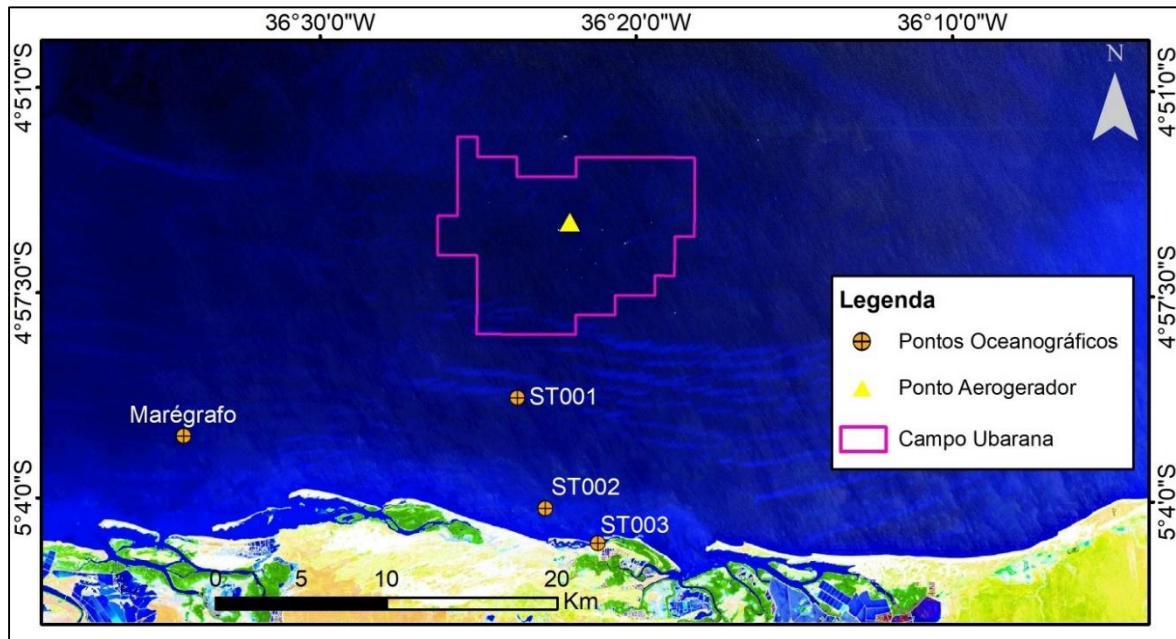


Figura V.1.2.4-5 - Localização das estações de medições para os parâmetros oceanográficos: correntes, ondas e marés da área adjacente ao projeto piloto para geração eólica offshore.

Nas Figuras V.1.2.4-6 (meia-água) e V.1.2.4-7 (fundo), referidas a estação ST001, os dados indicam dois padrões direcionais ao longo da série temporal, um sentido predominante de SE (Sudeste) para NW (Noroeste) e outro sentido predominante de NE (Nordeste) para SW (Sudoeste), ao longo de toda a coluna d'água, confirmando a influência dos ventos na circulação costeira local (PETROBRAS, 2019).

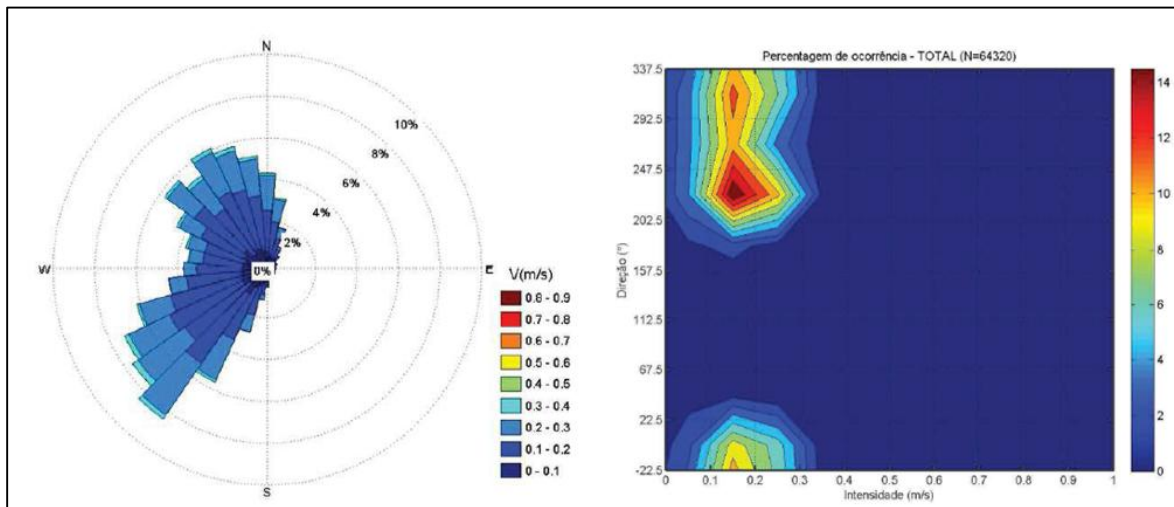


Figura V.1.2.4-6 - Rosa de correntes (dados horários) à meia água para horários sinóticos e diagrama de frequência de ocorrência, intensidade (m/s) x direção (°), em % nos horários semisinóticos das campanhas de 2010 a 2017 para a estação ST001.

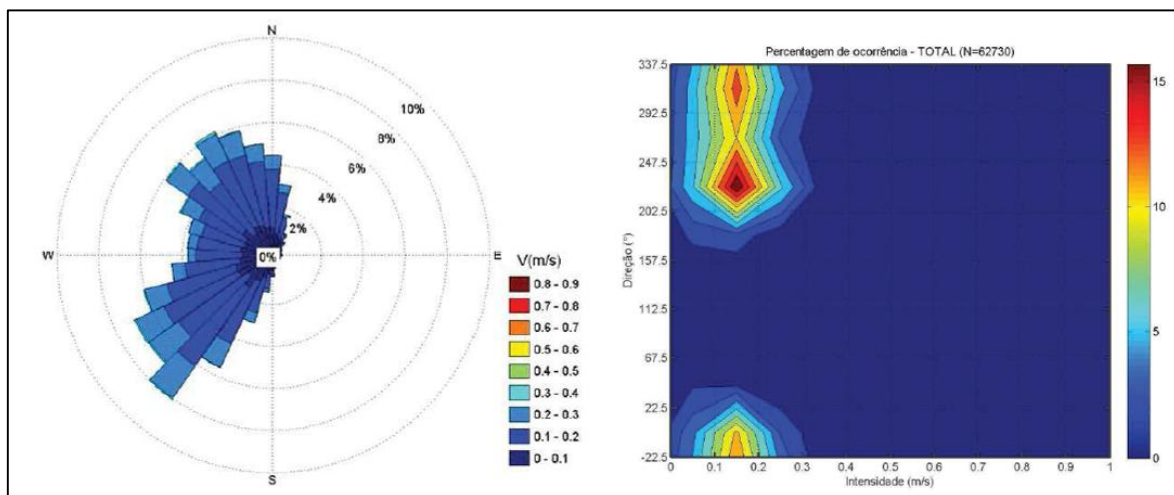


Figura V.1.2.4-7 - Rosa de correntes (dados horários) próximo ao fundo para horários sinóticos e diagrama de frequência de ocorrência, intensidade (m/s) x direção (°), em % nos horários semisinóticos das campanhas de 2010 a 2017 para a estação ST001.

Na Figura V.1.2.4-8, referidos a estação ST002, os resultados mostram uma predominância para o sentido WSW (Oeste-Sudoste) e, em seguida, para WNW (Oeste-Noroeste).

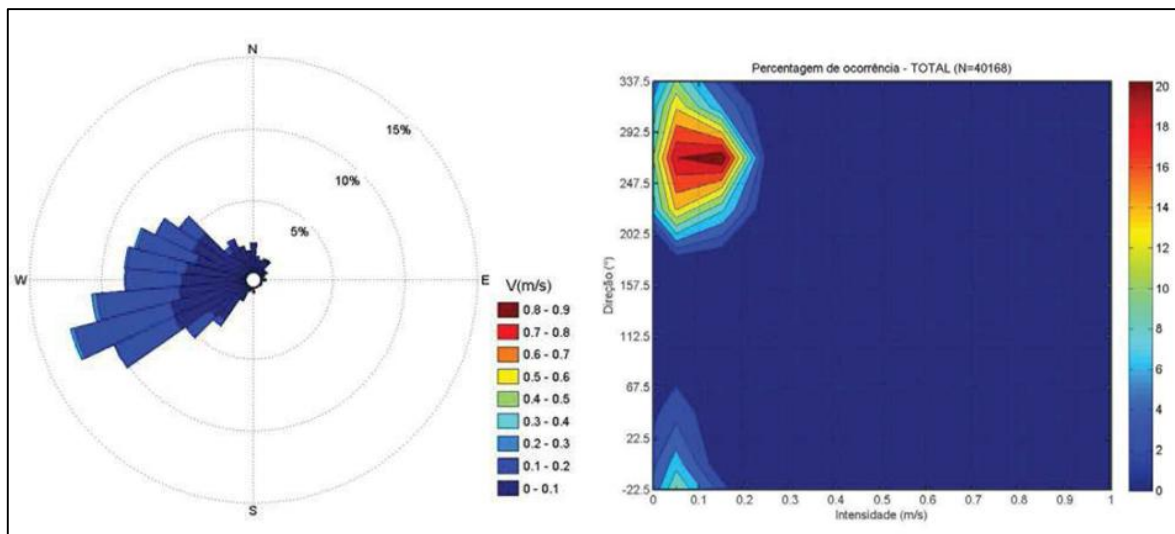


Figura V.1.2.4-8 - Rosa de correntes (dados horários) para horários sinóticos e diagrama de frequência de ocorrência, intensidade (m/s) x direção (°), em % nos horários semisinóticos das campanhas de 2011 a 2017 para a estação ST002.

Os parâmetros estatísticos derivados dos dados nas estações ST001 (Tabela V.1.2.4-2 e Tabela V.1.2.4-3 para meia-água e fundo, respectivamente) e ST002 (Tabela V.1.2.4-4) confirmam esta predominância da direção da corrente, com uma baixa variabilidade da média vetorial da direção e valor de persistência (em termos direcionais) relativamente alto (quando comparada a locais com escoamento alternante como, por exemplo, canais de maré) para as duas localidades.

A persistência (direcional) da corrente é definida aqui pela razão entre a média vetorial e a média escalar da intensidade da corrente. Os valores máximos de corrente registrados foram de 0,43 m/s e 0,39 m/s na localização ST001 em meia-água e no fundo, respectivamente, e de 0,30 m/s na localização ST002.

Tabela V.1.2.4-2 - Parâmetros estatísticos extraídos a partir dos dados de corrente para o período de setembro de 2010 a dezembro de 2017 (campanhas 4 a 14, 16 a 22, 24 a 36, 40 a 47) na locação ST001 (meia-água)

Meses	No. de Obs.	Vmax (m/s)	Vmed (m/s)	Std (m/s)	Resultante da soma vetorial: velocidade (m/s)	Resultante da soma vetorial: direção (°)	Persistência (direcional)
Janeiro	5836	0,37	0,16	0,06	0,09	284	0,57
Fevereiro	6107	0,36	0,16	0,07	0,08	282	0,51
Março	5734	0,42	0,16	0,07	0,08	281	0,48
Abril	4108	0,38	0,15	0,07	0,07	283	0,46
Mai	5134	0,36	0,15	0,06	0,08	281	0,49
Junho	4442	0,37	0,15	0,06	0,07	277	0,49
Julho	3854	0,37	0,15	0,06	0,08	278	0,49
Agosto	4234	0,42	0,17	0,07	0,11	282	0,62
Setembro	5575	0,41	0,18	0,07	0,12	283	0,67
Outubro	6427	0,43	0,19	0,07	0,14	279	0,71
Novembro	6390	0,40	0,19	0,06	0,14	278	0,72
Dezembro	6479	0,39	0,17	0,06	0,11	283	0,62
Todo o período	64320	0,43	0,17	0,07	0,10	281	0,59

Tabela V.1.2.4-3 Parâmetros estatísticos extraídos a partir dos dados de corrente para o período de setembro de 2010 a dezembro de 2017 (campanhas 4 a 14, 16 a 22, 24 a 36, 40 e 47) na locação ST001 (fundo)

Meses	No. de Obs.	Vmax (m/s)	Vmed (m/s)	Std (m/s)	Resultante da soma vetorial: velocidade (m/s)	Resultante da soma vetorial: direção (°)	Persistência (direcional)
Janeiro	5685	0,36	0,14	0,06	0,09	284	0,58
Fevereiro	5407	0,37	0,13	0,06	0,08	280	0,56
Março	5003	0,33	0,13	0,06	0,08	280	0,52
Abril	4111	0,33	0,13	0,06	0,07	281	0,47
Mai	5138	0,36	0,13	0,05	0,08	281	0,50
Junho	4438	0,3	0,13	0,05	0,07	275	0,50
Julho	3852	0,33	0,14	0,06	0,08	276	0,50
Agosto	4225	0,35	0,15	0,06	0,11	281	0,60
Setembro	5574	0,36	0,16	0,06	0,12	282	0,66
Outubro	6429	0,39	0,17	0,06	0,14	279	0,72
Novembro	6391	0,39	0,17	0,06	0,14	279	0,72
Dezembro	6477	0,36	0,15	0,06	0,11	283	0,64
Todo o período	62730	0,39	0,14	0,06	0,10	280	0,60

Tabela V.1.2.4-4 - Parâmetros estatísticos extraídos a partir dos dados horários de corrente para o período de setembro de 2010 a dezembro de 2017 (campanhas 9 a 13, 15 a 22 e 25 a 41) na locação ST002.

Meses	No. de Obs.	Vmax (m/s)	Vmed (m/s)	Std (m/s)	Resultante da soma vetorial: velocidade (m/s)	Resultante da soma vetorial: direção (°)	Persistência (direcional)
Janeiro	3710	0,24	0,08	0,04	0,06	278	0,77
Fevereiro	3397	0,23	0,09	0,04	0,07	274	0,78
Março	3609	0,28	0,08	0,04	0,06	272	0,75
Abril	3541	0,25	0,08	0,04	0,05	282	0,72
Maio	3018	0,20	0,07	0,03	0,05	278	0,70
Junho	2865	0,23	0,07	0,03	0,05	271	0,73
Julho	2458	0,20	0,08	0,04	0,06	265	0,76
Agosto	2225	0,21	0,10	0,04	0,08	260	0,88
Setembro	2724	0,25	0,11	0,04	0,10	261	0,90
Outubro	4235	0,29	0,12	0,04	0,11	268	0,90
Novembro	4208	0,30	0,12	0,05	0,11	270	0,91
Dezembro	4178	0,24	0,09	0,04	0,07	276	0,81
Todo o período	40168	0,30	0,09	0,04	0,07	271	0,81

Na estação ST003 (Figura V.1.2.4-9 e Figura V.1.2.4-10) há reversão da direção de corrente ao longo de toda a série temporal, indicando influência predominante da maré e, inclusive, intensificação da corrente em um sentido predominante, variando entre enchente e vazante, conforme localização em canal de maré.

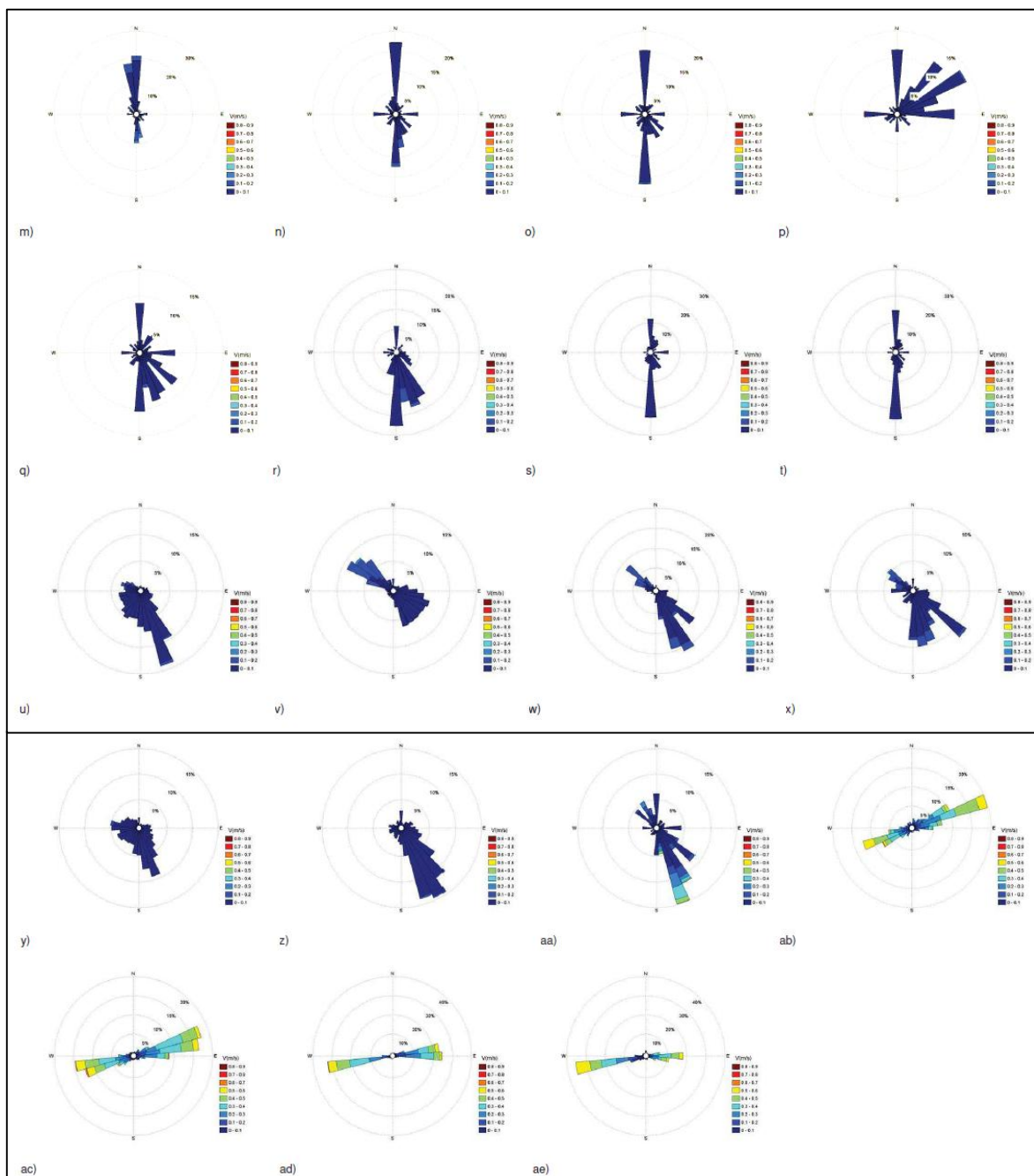
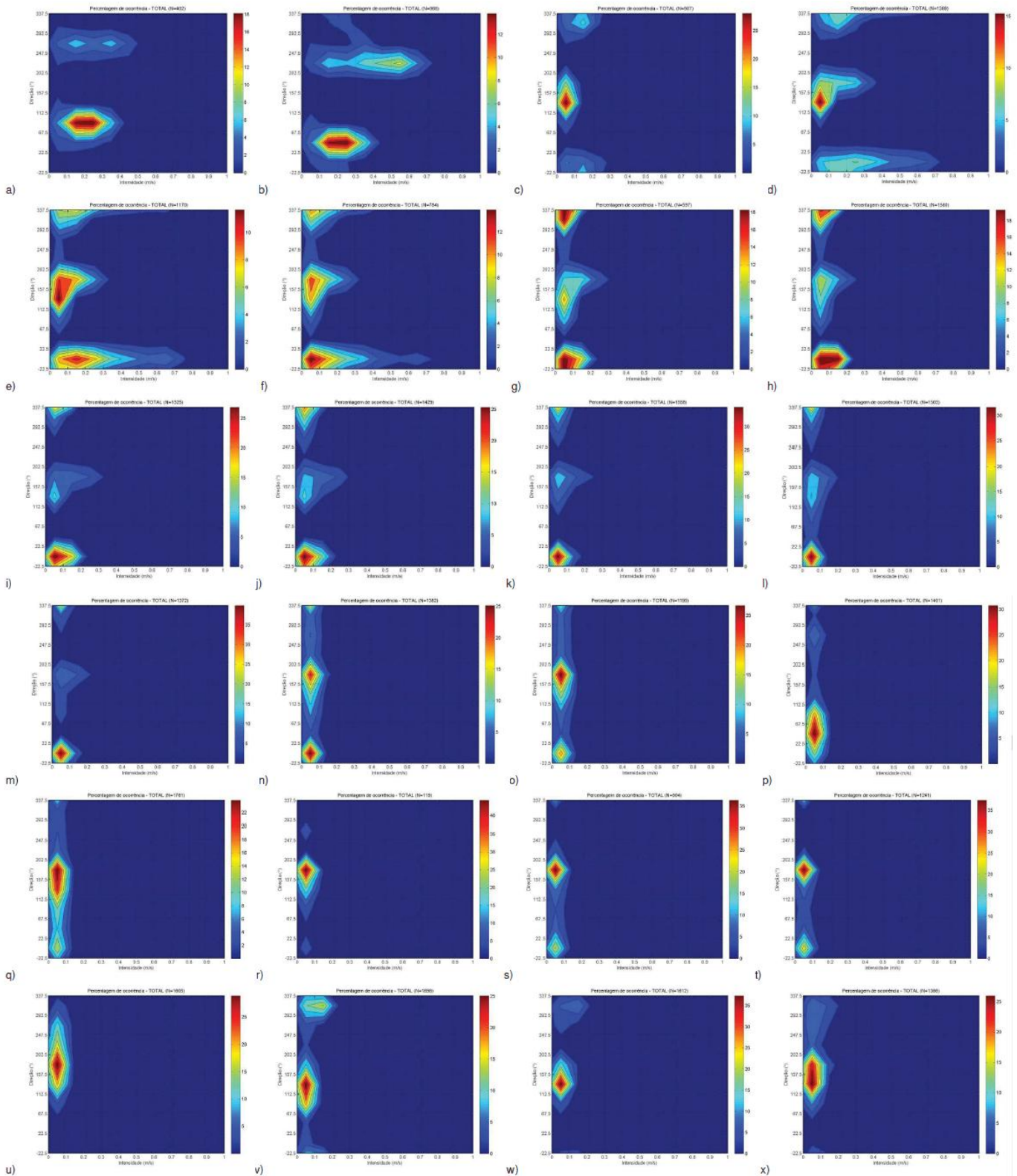


Figura V.1.2.4-9 - Rosa de correntes para valores horários da estação ST003 para todas as campanhas realizadas no período de 2011 a 2017).

Fonte: (PETROBRAS, 2019).



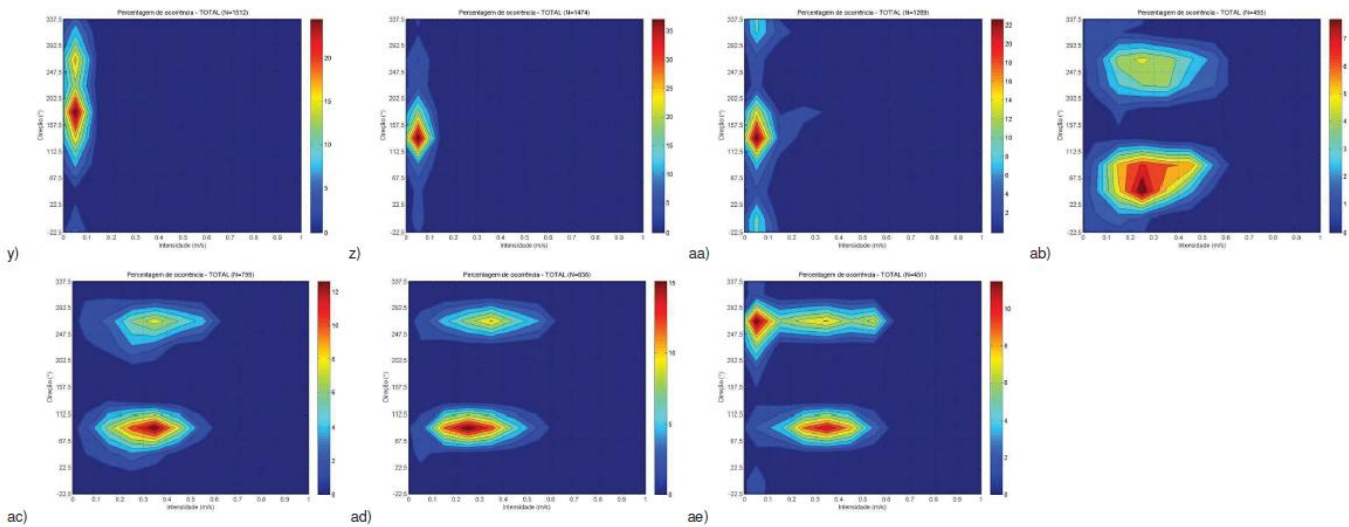


Figura V.1.2.4-10 - Diagrama de frequência de ocorrência, intensidade (m/s) x direção (°), em % para valores horários da estação ST003 para todas as campanhas realizadas no período de 2011 a 2017

Fonte: (PETROBRAS, 2019).

Os parâmetros estatísticos derivados dos dados medidos da estação ST003 (Tabela V.1.2.4-5 a Tabela V.1.2.4-9) indicam que ocorre variação das direções, velocidades médias (0,05 a 0,28 m/s) e máximas (0,37 a 0,88 m/s) registradas, conforme a localização e estágio de assoreamento do canal de maré e altura do sensor com relação ao fundo. Os valores de persistência direcional mensal também variam bastante, de 0,03 a 0,64 (PETROBRAS, 2019).

Tabela V.1.2.4-5 - Parâmetros estatísticos extraídos a partir dos dados horários de corrente para as campanhas de 2012, 2013 e 2015 na estação ST003

Meses	No. de Obs.	Vmax (m/s)	Vmed (m/s)	Std (m/s)	Resultante da soma vetorial: velocidade (m/s)	Resultante da soma vetorial: direção (°)	Persistência (direcional)
Janeiro	-	-	-	-	-	-	-
Fevereiro	-	-	-	-	-	-	-
Março	-	-	-	-	-	-	-
Abril	-	-	-	-	-	-	-
Maio	154	0,52	0,20	0,11	0,05	76	0,26
Junho	157	0,49	0,20	0,10	0,06	91	0,29
Julho	253	0,61	0,23	0,13	0,03	258	0,14
Agosto	415	0,83	0,29	0,17	0,08	244	0,30
Setembro	391	0,88	0,31	0,19	0,10	243	0,32
Outubro	-	-	-	-	-	-	-
Novembro	-	-	-	-	-	-	-
Dezembro	-	-	-	-	-	-	-
Todo o período	1370	0,88	0,26	0,16	0,05	240	0,18

Tabela V.1.2.4-6- Parâmetros estatísticos extraídos a partir dos dados horários de corrente para as campanhas de 2011 a 2012 na estação ST003

Meses	No. de Obs.	Vmax (m/s)	Vmed (m/s)	Std (m/s)	Resultante da soma vetorial: velocidade (m/s)	Resultante da soma vetorial: direção (°)	Persistência (direcional)
Janeiro	694	0,72	0,18	0,16	0,09	354	0,48
Fevereiro	583	0,73	0,18	0,16	0,10	359	0,55
Março	705	0,77	0,18	0,17	0,10	359	0,57
Abril	493	0,75	0,12	0,13	0,05	358	0,43
Maio	-	-	-	-	-	-	-
Junho	-	-	-	-	-	-	-
Julho	-	-	-	-	-	-	-
Agosto	-	-	-	-	-	-	-
Setembro	4	0,16	0,10	0,05	0,02	126	0,21
Outubro	279	0,31	0,09	0,06	0,02	341	0,29
Novembro	391	0,85	0,16	0,18	0,08	351	0,53
Dezembro	701	0,76	0,19	0,17	0,09	352	0,49
Todo o período	3850	0,85	0,16	0,16	0,08	355	0,50

Tabela V.1.2.4-7- Parâmetros estatísticos extraídos a partir dos dados horários de corrente para as campanhas de 2012, 2013 e 2015 na estação ST003.

Meses	No. de Obs.	Vmax (m/s)	Vmed (m/s)	Std (m/s)	Resultante da soma vetorial: velocidade (m/s)	Resultante da soma vetorial: direção (°)	Persistência (direcional)
Janeiro	1892	0,33	0,04	0,04	0,01	146	0,21
Fevereiro	1964	0,27	0,05	0,04	0,00	6	0,03
Março	1680	0,28	0,05	0,04	0,01	3	0,10
Abril	1367	0,37	0,06	0,05	0,01	93	0,10
Mai	1482	0,34	0,06	0,06	0,00	141	0,07
Junho	1423	0,31	0,06	0,05	0,02	41	0,26
Julho	1467	0,33	0,06	0,05	0,01	87	0,11
Agosto	1482	0,37	0,06	0,05	0,01	149	0,23
Setembro	1433	0,33	0,05	0,04	0,00	102	0,03
Outubro	1014	0,33	0,06	0,05	0,00	119	0,05
Novembro	712	0,25	0,06	0,04	0,01	3	0,10
Dezembro	1439	0,31	0,05	0,04	0,00	100	0,08
Todo o período	17355	0,37	0,05	0,05	0,00	96	0,07

Tabela V.1.2.4-8- Parâmetros estatísticos extraídos a partir dos dados horários de corrente para as campanhas de 2015 a 2016 na estação ST003.

Meses	No. de Obs.	Vmax (m/s)	Vmed (m/s)	Std (m/s)	Resultante da soma vetorial: velocidade (m/s)	Resultante da soma vetorial: direção (°)	Persistência (direcional)
Janeiro	744	0,21	0,06	0,04	0,01	293	0,16
Fevereiro	696	0,18	0,07	0,03	0,03	176	0,34
Março	744	0,23	0,07	0,04	0,02	177	0,23
Abril	720	0,24	0,08	0,04	0,02	172	0,32
Mai	743	0,17	0,04	0,03	0,02	182	0,48
Junho	720	0,13	0,04	0,02	0,01	201	0,38
Julho	743	0,12	0,04	0,02	0,02	196	0,42
Agosto	739	0,15	0,04	0,02	0,02	151	0,64
Setembro	1250	0,19	0,04	0,02	0,03	159	0,59
Outubro	1480	0,42	0,05	0,04	0,03	164	0,62
Novembro	1215	0,55	0,08	0,09	0,01	192	0,18
Dezembro	742	0,22	0,06	0,05	0,01	300	0,23
Todo o período	10536	0,55	0,06	0,05	0,02	177	0,31

Tabela V.1.2.4-9- Parâmetros estatísticos extraídos a partir dos dados horários de corrente para as campanhas de 2017 na estação ST003.

Meses	No. de Obs.	Vmax (m/s)	Vmed (m/s)	Std (m/s)	Resultante da soma vetorial: velocidade (m/s)	Resultante da soma vetorial: direção (°)	Persistência (direcional)
Janeiro	92	0,55	0,28	0,13	0,07	57	0,26
Fevereiro	233	0,60	0,28	0,14	0,05	76	0,16
Março	335	0,60	0,27	0,14	0,03	66	0,11
Abril	422	0,60	0,30	0,14	0,03	99	0,11
Mai	322	0,60	0,31	0,13	0,04	85	0,14
Junho	265	0,60	0,29	0,13	0,02	127	0,07
Julho	263	0,60	0,27	0,15	0,02	117	0,06
Agosto	-	-	-	-	-	-	-
Setembro	-	-	-	-	-	-	-
Outubro	-	-	-	-	-	-	-
Novembro	60	0,60	0,25	0,18	0,02	191	0,07
Dezembro	391	0,60	0,26	0,18	0,03	183	0,11
Todo o período	2383	0,60	0,28	0,15	0,03	97	0,09

A análise espectral das componentes Leste-Oeste (V_e) e Norte-Sul (V_n) da corrente para as estações ST001, ST002 e ST003 (Figura V.1.2.4-11, Figura V.1.2.4-12 e Figura V.1.2.4-13, respectivamente) indicou a presença do sinal de constantes harmônicas, em especial as componentes de 1 cpd (diurna) e 0,5 cpd da maré nas estações ST001 e ST002 e 1 cpd (diurna) e 2 cpd (semidiurna) no canal de maré (estação ST003).

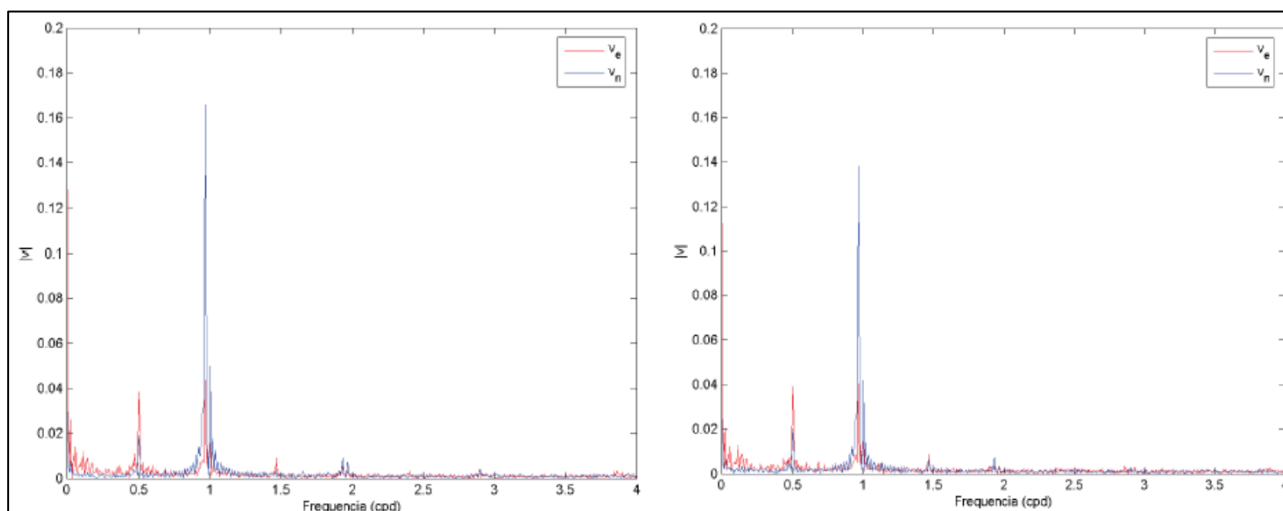


Figura V.1.2.4-11 - Espectro de frequência das componentes Leste-Oeste (V_e) e Norte-Sul (V_n) para corrente à meia água (direito) e próxima ao fundo (esquerdo) na estação ST001, com base nos dados de novembro de 2011 a janeiro de 2012.

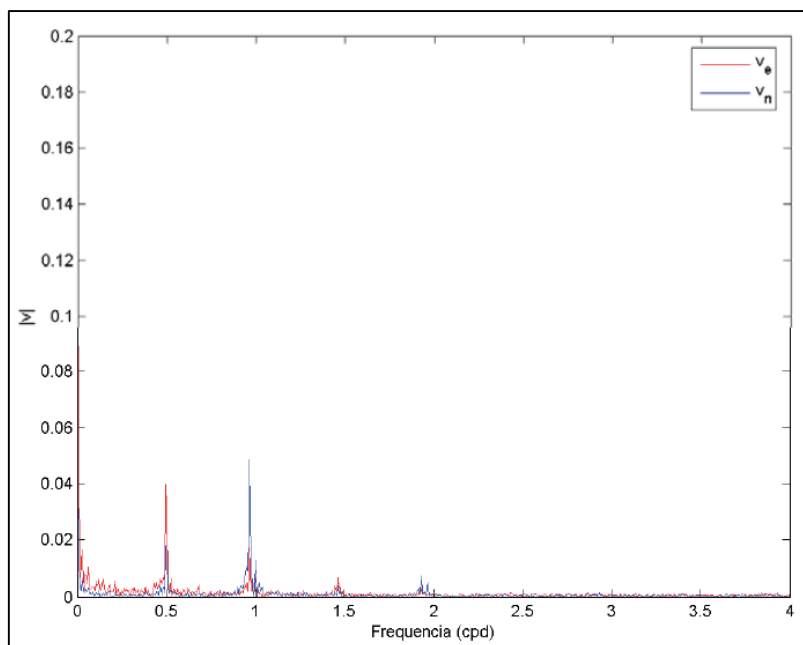


Figura V.1.2.4-12 - Espectro de frequência das componentes Leste-Oeste (V_e) e Norte-Sul (V_n) da corrente na estação ST002, com base nos dados de novembro de 2011 a janeiro de 2012.

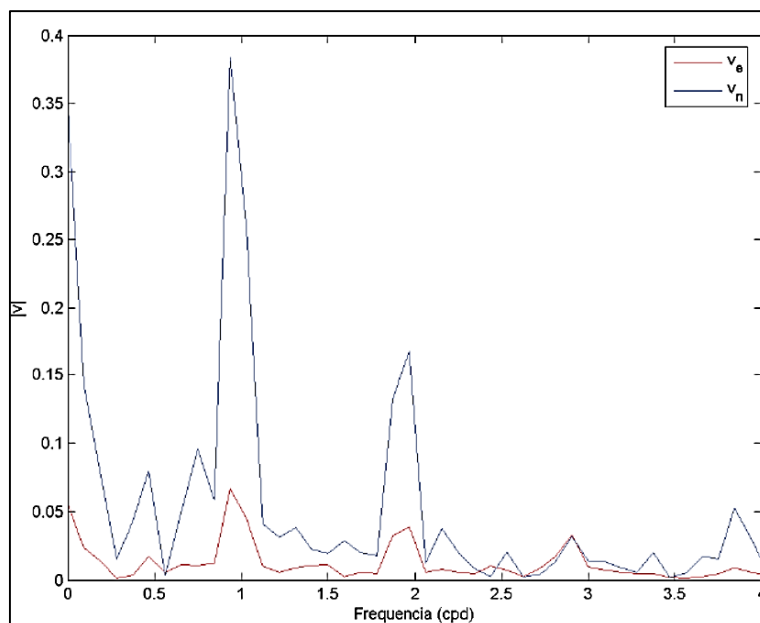


Figura V.1.2.4-13 - Espectro de frequência das componentes Leste-Oeste (V_e) e Norte-Sul (V_n) da corrente na estação ST003, com base nos dados de novembro de 2011 a janeiro de 2012.

V.1.2.5 - Regime de Ondas

Para as análises do clima de ondas, vários dados obtidos dos relatórios técnicos da PETROBRAS, tais como o Projeto de Caracterização e Monitoramento Ambiental da Bacia Potiguar (PETROBRAS, 2006), Estudo de Impacto Ambiental para Ampliação do Sistema de Injeção de água no Campo Marítimo de Ubarana (PETROBRAS, 2007), Relatório Anual de Monitoramento da Morfodinâmica Costeira da Praia do Minhoto, Guamaré-RN (PETROBRAS, 2019), foram integrados ao estudo e complementados com informações disponíveis na literatura científica para a região da plataforma setentrional do Rio Grande do Norte.

As ondas oceânicas são de grande interesse para o estabelecimento ou implantação de projetos de engenharia tanto em áreas costeiras, quanto *nearshore* e *offshore* (Teena et al., 2012). Conhecer o clima das ondas do mar é essencialmente necessário para prever desastres costeiros, inundações, assim como também, o conhecimento das mudanças nas condições das ondas próximas à costa torna-se essencial para o desenvolvimento de medidas de adaptações apropriadas para as construções e obras de engenharias que estão ou virão a ser instaladas (Dreier et al., 2015; Matos et al., 2019).

Estudos realizados no litoral do Brasil mostram que a origem, desenvolvimento e modificações de feições morfológicas costeiras ocorrem a partir da ação de processos físicos que controlam sua dinâmica, envolvendo a interação entre as ondas, as correntes, as marés e a topografia da plataforma continental (Morton, 1991; Cuchiara et al., 2006; Matos et al., 2017).

Levantamento de Dados de Ondas em 2004

Neste período, os dados foram levantados a partir das campanhas realizadas em 2004 no ponto C4, frontal à praia do Minhoto, e completadas com modelagens numéricas através do Modelo STWAVE – *Steady-state spectral Wave Model* (Smith et al., 2001), para a região da plataforma continental, obtidas através dos dados contidos no Projeto de Caracterização e Monitoramento Ambiental da Bacia Potiguar (PETROBRAS, 2006) e do EIA para Ampliação do Sistema de Injeção de água no Campo Marítimo de Ubarana (PETROBRAS, 2007).

Os resultados das simulações indicaram, para o período seco e de ventos mais intensos, que a altura de onda mediana foi da ordem de 1,3 m. O período de onda médio calculado nesta época do ano para a área de estudo foi de 7,0 s. Já para os resultados das

simulações utilizando-se as características de período chuvoso, com ventos menos intensos, obteve-se uma altura de onda média da ordem de 1,9 m, e um período de onda médio de 8,3 s.

Ao mesmo tempo, a análise dos registros de variação do nível d'água, com a aplicação da técnica de Transformada de Fourier Rápida (FFT), possibilitaram identificar para os horários matutino e vespertino os três períodos de onda (T) mais comuns e as alturas significativas das ondas de alta frequência se propagando nas proximidades da boia do Campo de Siri. As Figura V.1.2.5-1 e Figura V.1.2.5-2 apresentam exemplos de espectros de frequência de onda obtidos às 8 hrs. e às 16 hrs do dia 28/05/2004, respectivamente, nas proximidades da boia do Campo de Siri (PETROBRAS, 2007).

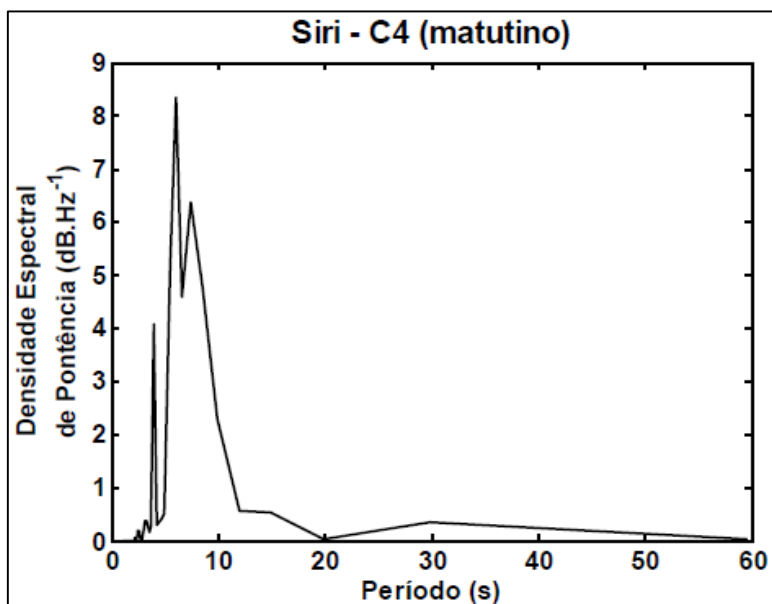


Figura V.1.2.5- 1 - Periodograma de onda matutino (8 hrs) típico da estação Siri, obtido no dia 28/05/2004, durante a campanha C4 (PETROBRAS, 2007).

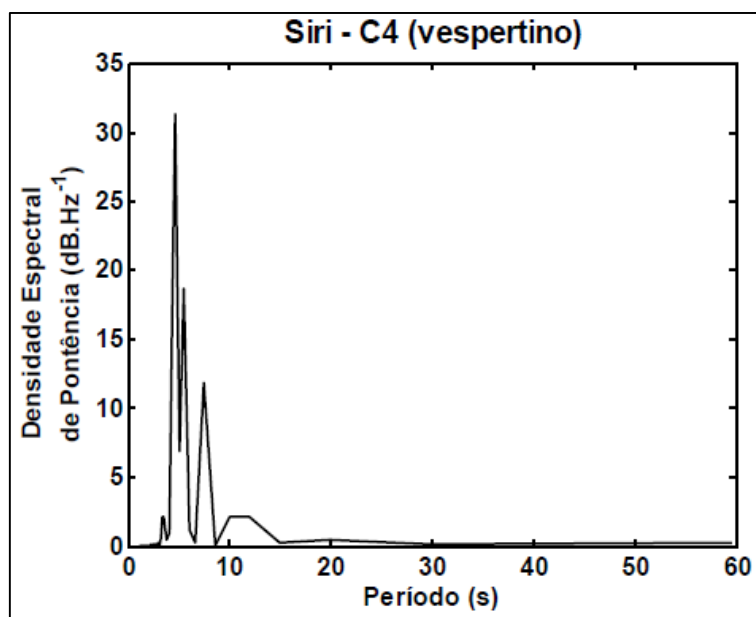


Figura V.1.2.5- 2 - Periodograma de onda vespertino (16 hrs) típico da estação Siri, obtido no dia 28/05/2004, durante a campanha C4 (PETROBRAS, 2007).

As Figura V.1.2.5-3 e Figura V.1.2.5-4 sintetizam os resultados das simulações para a região da plataforma continental obtidos por meio do Modelo STWAVE (PETROBRAS, 2006; 2007). As simulações consideraram as duas situações climatológicas típicas identificadas para a Baía Potiguar: período seco, com ventos predominantes de L-SE (campanha C3, novembro de 2003) e período chuvoso, com ventos de Leste (campanha C4, maio de 2004). Para cada situação são analisadas a evolução espacial da altura significativa da onda (H_s) e dos vetores direção de onda. Estas ondas evoluem progressivamente até o seu total espriamento na linha de costa. Os efeitos da batimetria sobre o campo de ondas podem ser sentidos pelas alterações de amplitude e orientação dos vetores direção de onda.

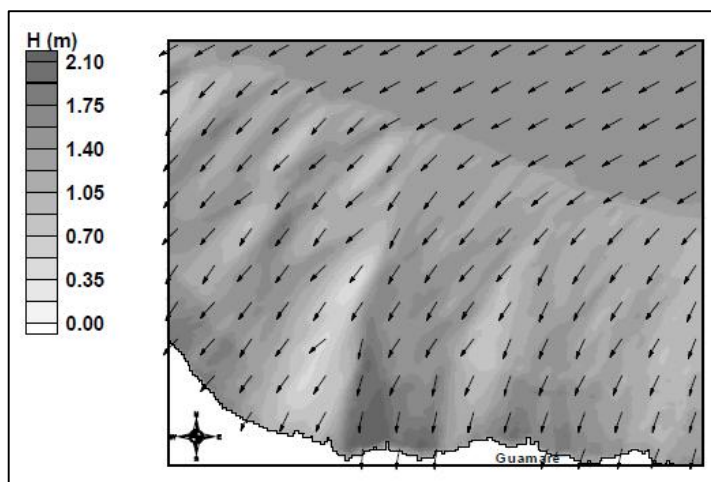


Figura V.1.2.5- 3 - Evolução espacial da altura da onda e do vetor direção de onda na Baía Potiguar – RN. Período seco, com predominância de ventos mais intensos na campanha C3, durante novembro de 2003 (PETROBRAS, 2007).

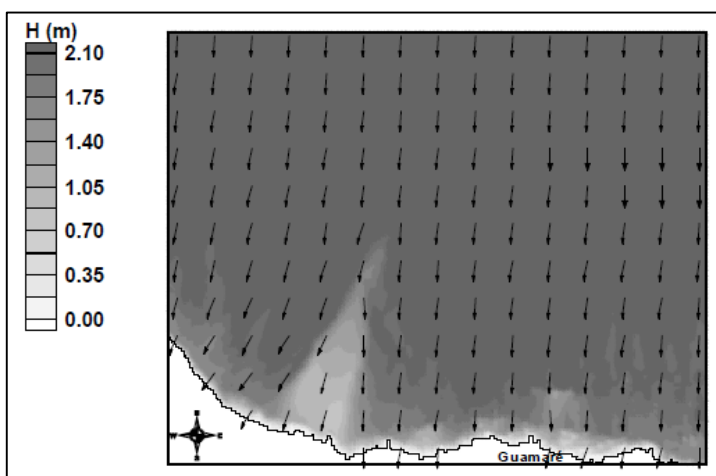


Figura V.1.2.5- 4 - Evolução espacial da altura da onda e do vetor direção de onda na Baía Potiguar – RN. Período **chuvoso**, com predominância de ventos menos intensos na campanha C4, durante maio de 2004 (PETROBRAS, 2007).

A aplicação da transformada de Fourier aos dados de variação do nível do mar, registrados durante a Campanha C4, permitiu calcular os valores medianos do período e da amplitude de onda nas proximidades da boia do Campo Siri. Estes valores são comparados

com os resultados das simulações para o mesmo local, obtidos através do modelo STWAVE.

Os resultados da Tabela V.1.2.5-1, indicam que o modelo STWAVE reproduziu satisfatoriamente as principais características das ondas determinadas a partir dos registros medidos in situ.

Tabela- V.1.2.5-1 - *Períodos e alturas significativas do clima de ondas obtidos nas proximidades da boia do Campo Siri, Baía Potiguar, experimentalmente (a partir dos dados de mar – matutino e vespertino, durante a campanha C4), e numericamente (a partir do modelo STWAVE, correspondente aos períodos chuvosos e seco).*

Resultados	Período	T (s)	Hs (m)
Experimental – In situ	Matutino – 8hrs.	7,4	0,32
	Vespertino – 16hrs.	7,0	0,46
Numérico – Modelo STWAVE	Chuvoso	7,0	0,50
	seco	7,83	0,35

Levantamento de Dados de Ondas em 2010 a 2015

Os resultados foram baseados em Matos *et al.* (2019), cuja finalidade foi realizar análises estatísticas e a avaliação da distribuição espacial das alturas significativas (Hs) das ondas ao longo de uma série temporal entre 2010 a 2015 da plataforma continental, com análise anual, sazonal e mensal dos padrões de Hs e direções médias (DIR) para três estações próximas da costa (Figura V.1.2.5-5).

A série temporal de Matos *et al.* (2019) foi baseada em bases de dados de simulações numéricas do modelo *Simulating WAves Nearshore - SWAN* (Booij *et al.*, 1999), desenvolvido pela Universidade de Delft, calibrado e validado com dados *in situ* de várias campanhas realizadas na área entre os anos de 2010 a 2012 (Matos, 2013).

Os ventos alísios, originários dos anticiclones subtropicais do Atlântico Sul (alísios de sudeste) e do Atlântico Norte (alísios de nordeste), conforme Carvalho (2010), são responsáveis pela determinação do clima de ondas em grande parte da zona costeira da região Nordeste do Brasil (Silva, 2013). Além, destes os ciclones extratropicais originários do Hemisfério Norte (HN) são fundamentais para a geração de *swell* nesta região (Innocentini *et al.*, 2001).

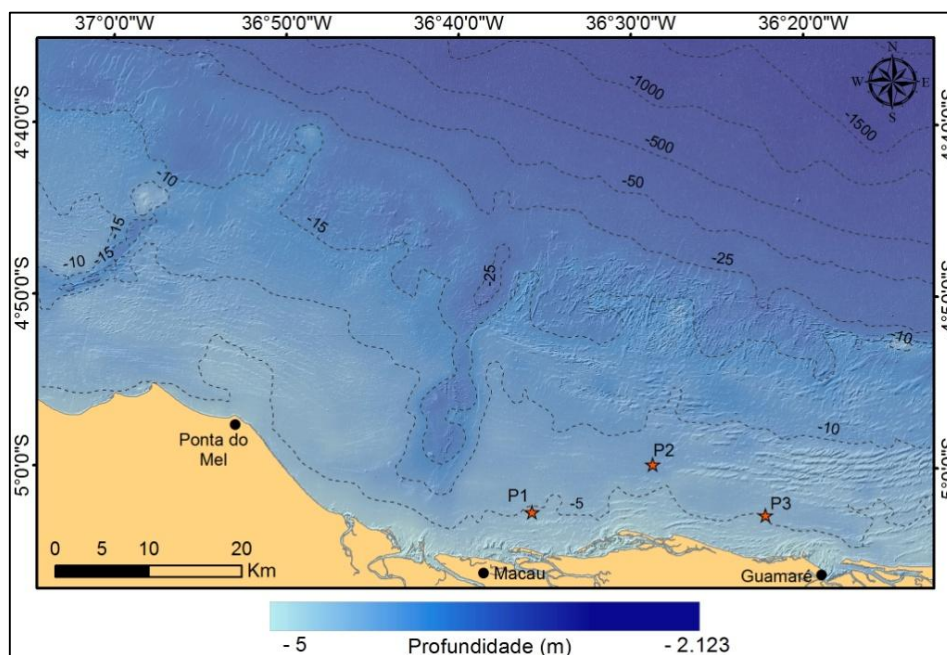


Figura V.1.2.5- 5 - Mapa batimétrico da região usada para o modelo computacional com as isolinhas (Matos et al., 2019).

Os resultados das alturas significativas das ondas (H_s), período médio (T_{med}) e direções médias (DIR) provenientes das simulações hindcast SWAN transferidas para as três estações in situ: PT_1, PT_2 e PT_3 estão representados nas Figuras V.1.2.5-6 a V.1.2.5-11.

Como se pode observar, há dois compartimentos sazonais bem definidos ao longo do ano. Embora, o clima de ondas da região norte do litoral do Rio Grande do Norte, possa ser considerado, na escala global, de pouca variabilidade sazonal para H_s (Young, 1999; Chu et al., 2010; Salcedo-Castro et al., 2017), regionalmente, verifica-se uma variação de 1,95 m entre as ondas mais elevadas (2,05 m) e as ondas mais baixas (0,1 m), ao longo do ano.

Entre os meses de dezembro a março, que coincidem sazonalmente com o verão e início do outono no HS (Hemisfério Sul), são observadas as maiores alturas significativas das ondas no litoral setentrional do RN, sobretudo quando se avalia o PT_2 (05 m a 2,05 m). As menores alturas (0,1 m a 0,5 m), são observadas entre os meses de junho a setembro, que caracteriza o período do inverno e início da primavera neste litoral (Matos et al., 2019).

Em termos de períodos médios (T_{med}), verificou-se que as ondas mais longas, com períodos de 7 s a 8,5 s, ocorrem nos meses que caracterizam o verão (DJF), reduzindo

para ondas mais curtas, com períodos variando entre 3,06 s e 2,6 s, durante o inverno na região (Matos et al., 2019).

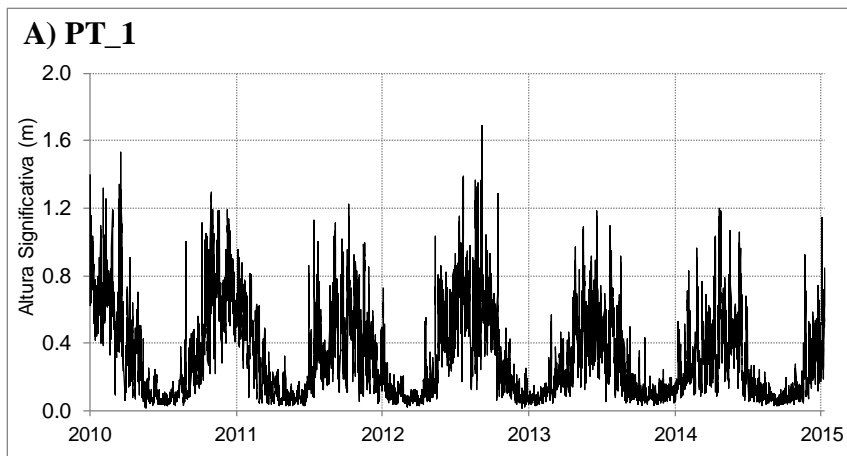


Figura V.1.2.5-6 - Distribuição anual da altura significativa (H_s) do clima de ondas do PT_1 entre 2010 a 2015 (Matos et al., 2019).

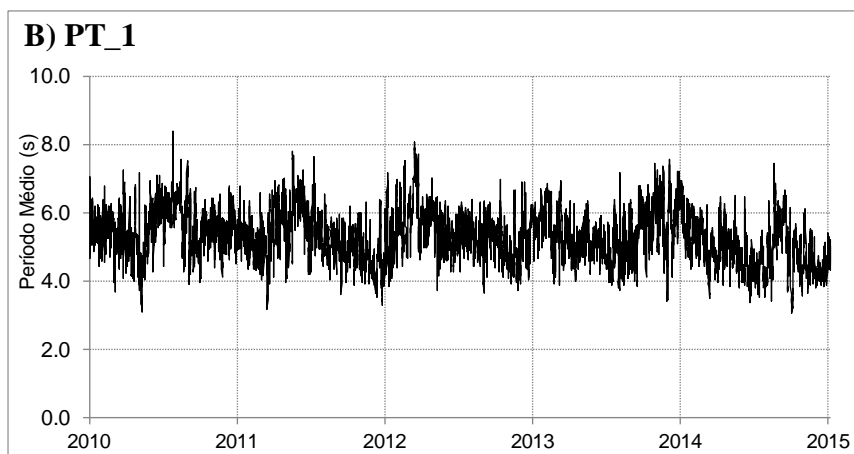


Figura V.1.2.5-7 - Caracterização anual do período médio (T_{med}) do clima de ondas do PT_1 entre 2010 a 2015 (Matos et al., 2019).

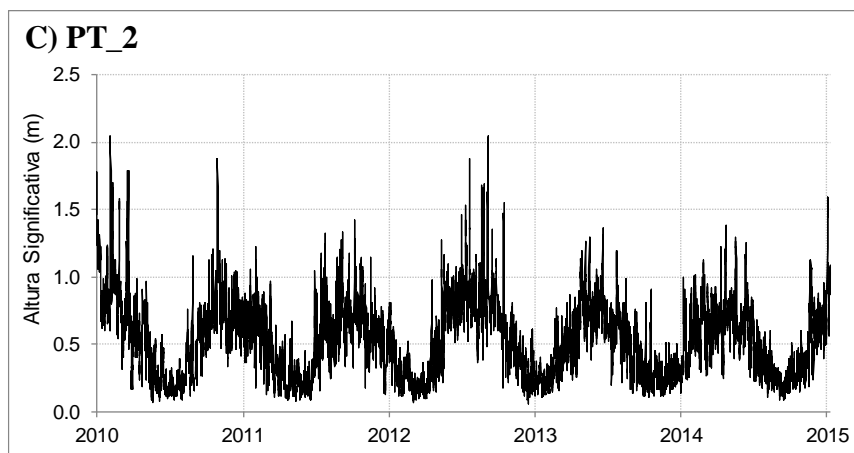


Figura V.1.2.5-8 - Distribuição anual da altura significativa (H_s) do clima de ondas do PT_2 entre 2010 a 2015 (Matos et al., 2019).

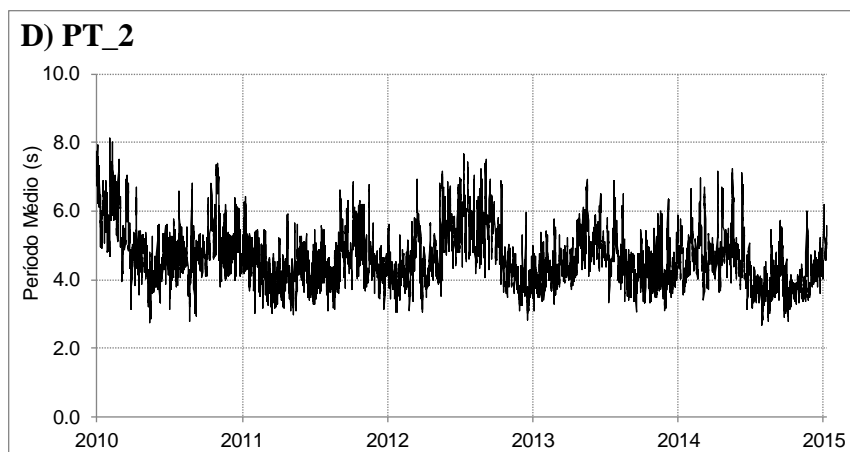


Figura V.1.2.5-9 - Caracterização anual do período médio (T_{med}) do clima de ondas do PT_2 entre 2010 a 2015 (Matos et al., 2019).

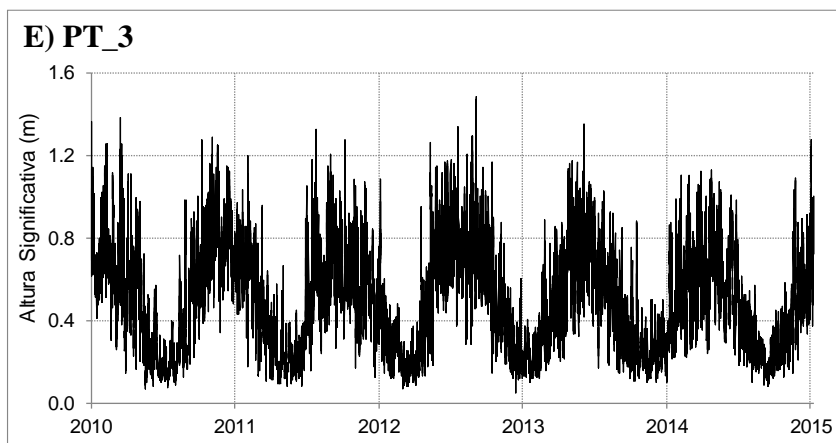


Figura V.1.2.5- 10 - Distribuição anual da altura significativa (H_s) do clima de ondas do PT_3 entre 2010 a 2015 (Matos et al., 2019).

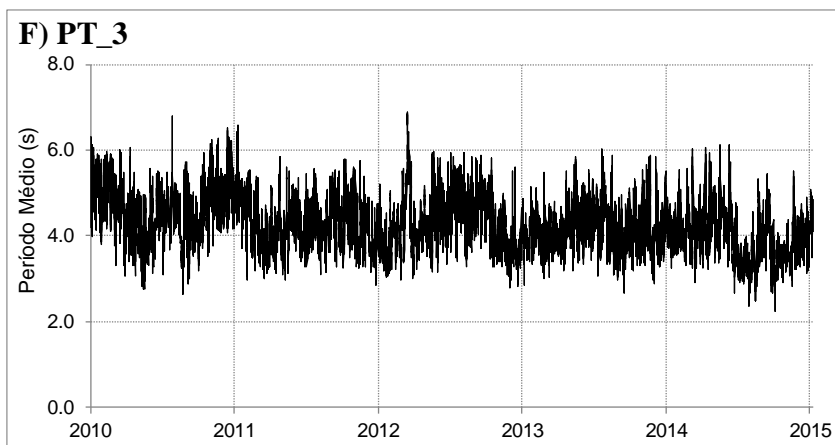


Figura V.1.2.5-11 - Caracterização anual do período médio (T_{med}) do clima de ondas do PT_3 entre 2010 a 2015 (Matos et al., 2019).

Embora, a região tenha a tendência a ser afetada por ventos fracos de leste durante todo o ano (Young, 1999; Salcedo-Castro et al., 2017), os padrões das direções médias (Figura V.1.2.5-12) mostram que a região é dominada por ondas de NE (Nordeste) e ENE (Leste-Nordeste), com padrões de NNW (Norte-Noroeste) nas três estações costeiras (Matos et al., 2019).

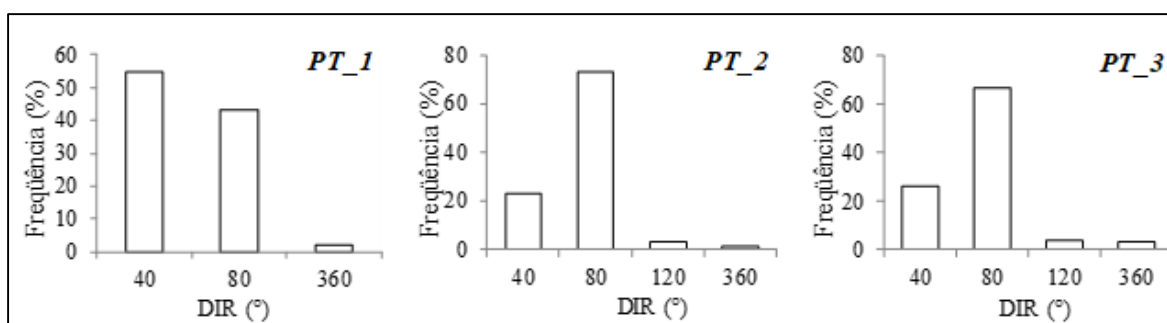


Figura V.1.2.5-12 - Frequência de ocorrência das principais direções das estações costeiras: PT_1, PT_2 e PT_3 entre os anos de 2010 a 2015 (Matos et al., 2019).

Levantamento de Dados de Ondas em 2010 a 2019

Este estudo foi baseado nas campanhas de medições da estação ST001, nas proximidades do Campo Siri no período de 2010 a 2019, contidas no Relatório Anual – Monitoramento da Morfodinâmica Costeira da Praia do Minhoto, Guamaré-RN (PETROBRAS, 2019).

Com base nestes dados, as rosas de ondas para altura significativa (H_s) e período de pico (T_p), conforme a direção principal na frequência de pico ($DirT_p$) (Figura V.1.2.5-13) mostram os dois tipos de ondulações características da área: mar local (*sea*) de E/ENE e ondas mais longas de NE a N, que incluem *swell* chegando do hemisfério norte (PETROBRAS, 2019).

O diagrama de frequência de ocorrência (Figura V.1.2.5-14) mostra que o setor NE é o de maior ocorrência (cerca de 57% quando considerados 8 direções cardeais e colaterais), pois soma observações de parte do mar local e parte do *swell*, sendo seguido pelos setores E (30%) e N (12%), em função do mar local e *swell*, respectivamente.

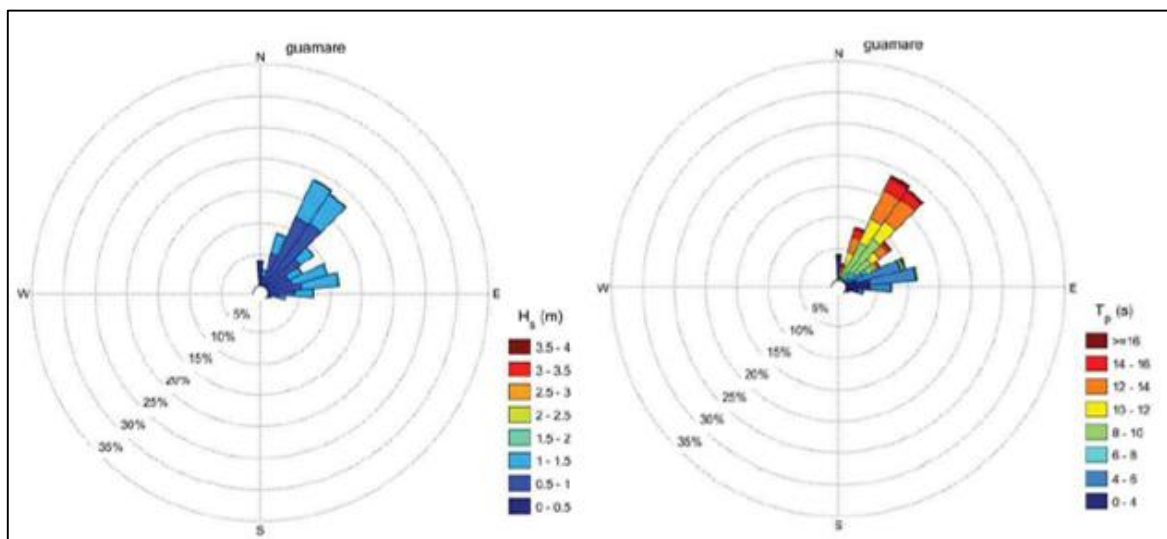


Figura V.1.2.5- 13 - Rosas de onda para o período de 09/2010 a 12/2018 com altura significativa (H_s) (superior) período de pico (T_p) (inferior). A direção utilizada é direção na frequência de pico ($DirTp$). Dados para horário semisinótico.

Fonte: PETROBRAS, 2019

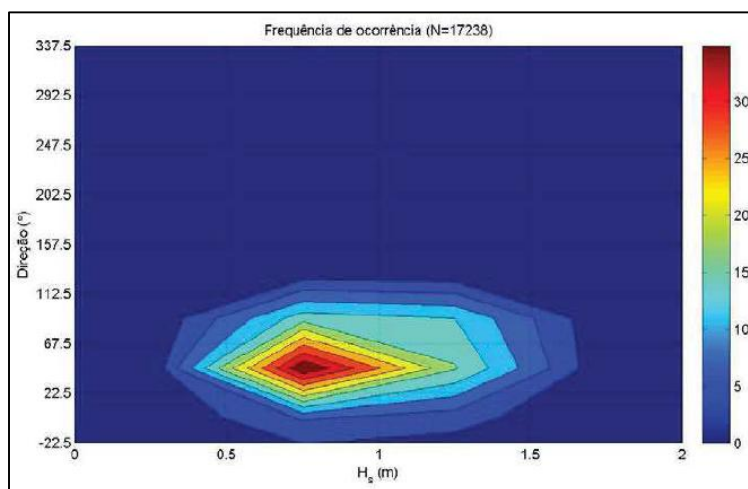


Figura V.1.2.5- 14 - Frequência de ocorrência em porcentagem para H_s x $DirTp$ para ondas de 09/2010 a 12/2018 em horários sinóticos.

Fonte: PETROBRAS, 2019

Nas Figura V.1.2.5-15 e Figura V.1.2.5-16 é possível distinguir grupos de sea de E/ENE: ondas com T_p de 2 a 4 s e H_s de 0,5 a 1m e ondas com T_p de 4 a 6 s e H_s ligeiramente maiores (1 a 1,5 m). É possível observar também um “quase swell” de 8 a 10 s com $DirTp$ predominante no setor NE e H_s de 0,5 a 1 m, enquanto o swell apresenta dois grupos principais com $DirTp$ predominante no setor NE: ondas com T_p de 10 a 12 s e altura

de 0,5 a 1 m e ondas com T_p de 12 a 16 s e H_s de 1 a 1,5 m. 61% dos valores de H_s são menores do que 1 m, 99 % menores do que 1,5 m e não ultrapassaram 2 m (PETROBRAS, 2019).

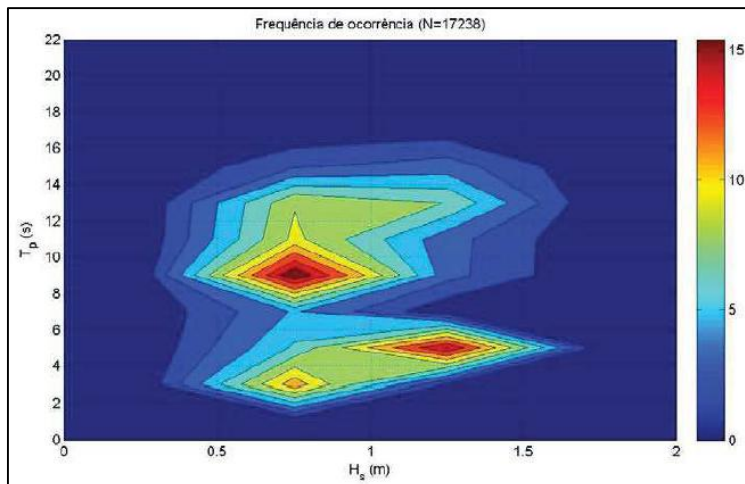


Figura V.1.2.5-15 - Frequência de ocorrência em porcentagem para $H_s \times T_p$ para ondas de 09/2010 a 12/2018 em horários sinóticos.

Fonte: PETROBRAS, 2019

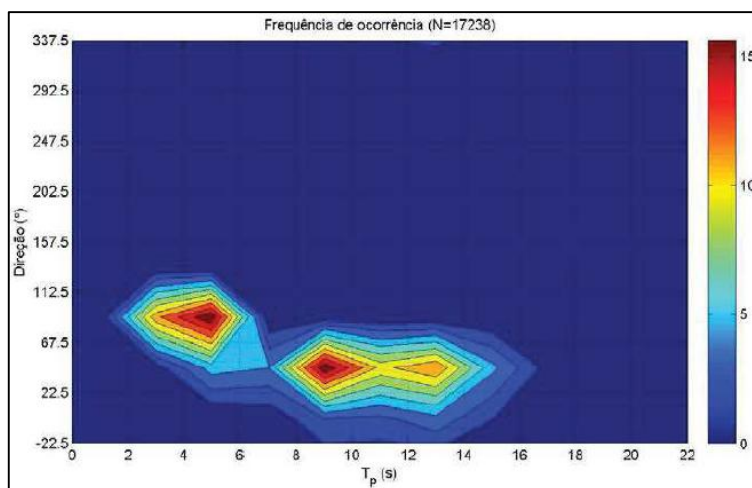


Figura V.1.2.5-16 - Frequência de ocorrência em porcentagem para $T_p \times DirTp$ para ondas de 09/2010 a 12/2018 em horários sinóticos.

Fonte: PETROBRAS, 2019

As Figura V.1.2.5-17 e Figura V.1.2.5-18 apresentam espectros típicos para *swell* e *sea* medidos na locação ST001. Entretanto, na maioria das vezes as duas condições (*sea* e *swell*) ocorrem em conjunto e um espectro bimodal é medido, conforme retratado na Figura V.1.2.5-19.

Vale ressaltar que o mar local pode ser mais energético que o *swell*, como demonstrado na Figura V.1.2.5-20, em função da grande distância de propagação deste último, e pela constância e intensidade dos ventos alísios, geradores do mar local.

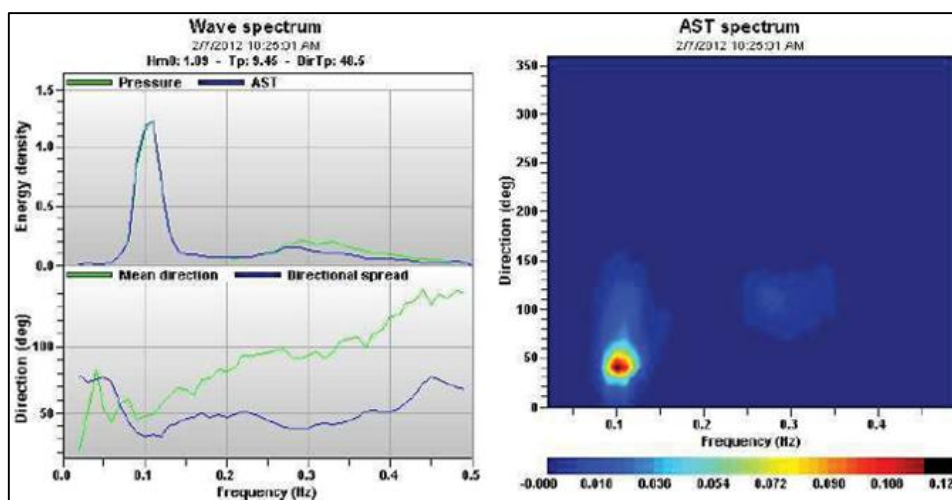


Figura V.1.2.5-17 - Exemplo de espectro de *swell* em frente à praia do Minhoto (PETROBRAS, 2019).

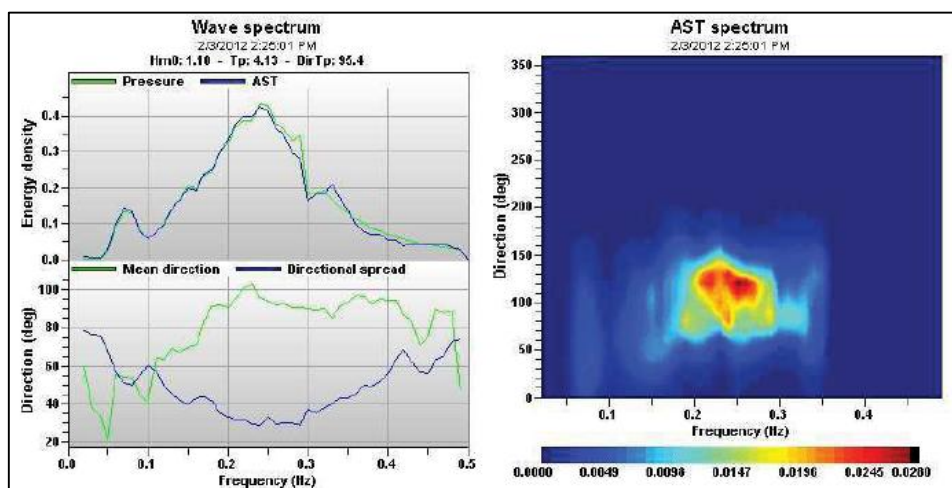


Figura V.1.2.5-18 - Exemplo de espectro de *sea* em frente à praia do Minhoto (PETROBRAS, 2019).

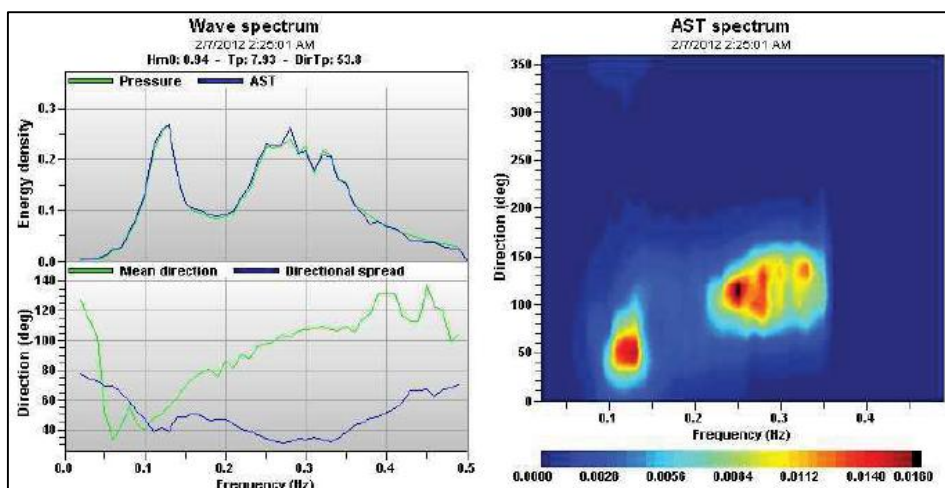


Figura V.1.2.5-19 - Exemplo de espectro bimodal em frente à praia do Minhoto (PETROBRAS, 2019).

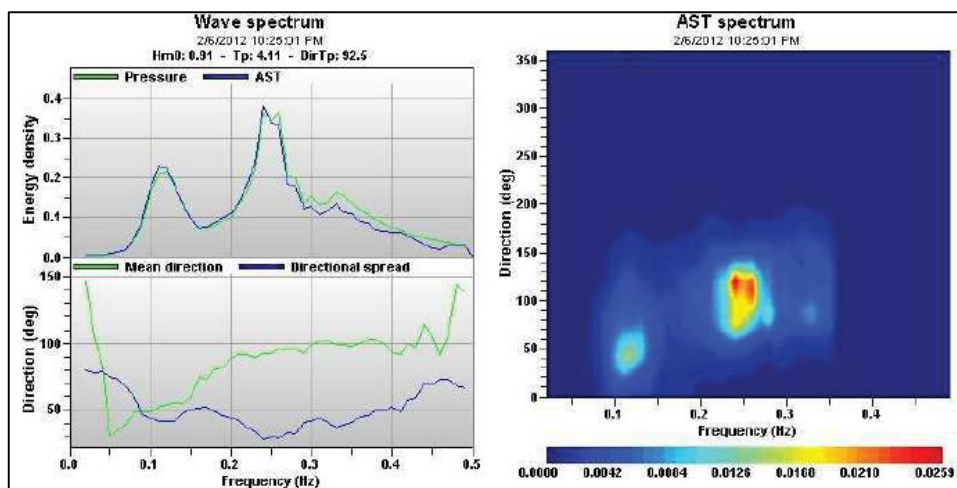


Figura V.1.2.5-20 - Exemplo de espectro bimodal em frente à praia do Minhoto com pico principal de sea (PETROBRAS, 2019).

Também foram medidas condições onde o *swell* domina, conforme figura Figura V.1.2.5-21, e condições onde os dois mares tem mesma frequência, mas direções diferentes como pode ser observado na Figura V.1.2.5-22.

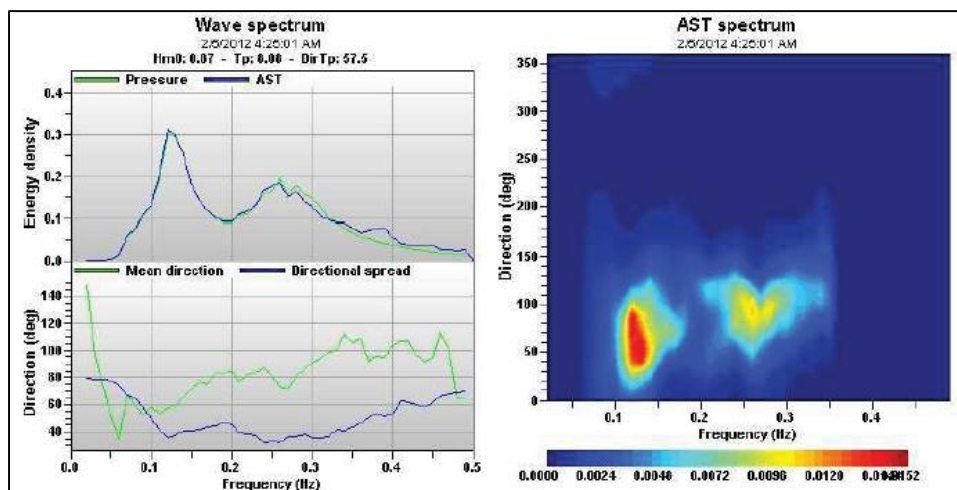


Figura V.1.2.5-21 - Exemplo de espectro bimodal em frente à praia do Minhoto com pico principal de swell (PETROBRAS, 2019).

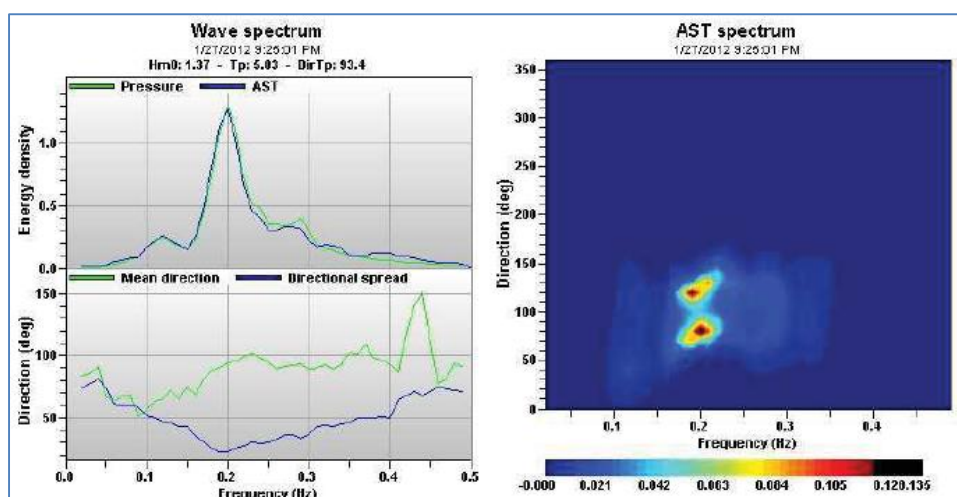


Figura V.1.2.5-22 - Exemplo de espectro bimodal em frente à praia do Minhoto onde os dois picos estão na mesma frequência, mas com direção predominante diferentes (PETROBRAS, 2019).

Na Figura V.1.2.5-23 é possível observar episódios de chegada de swell longo, com ondas de maior período chegando primeiro e o período diminuindo gradativamente, mostrando característica típica de ondas dispersivas que se propagaram por grandes distâncias (PETROBRAS, 2019).

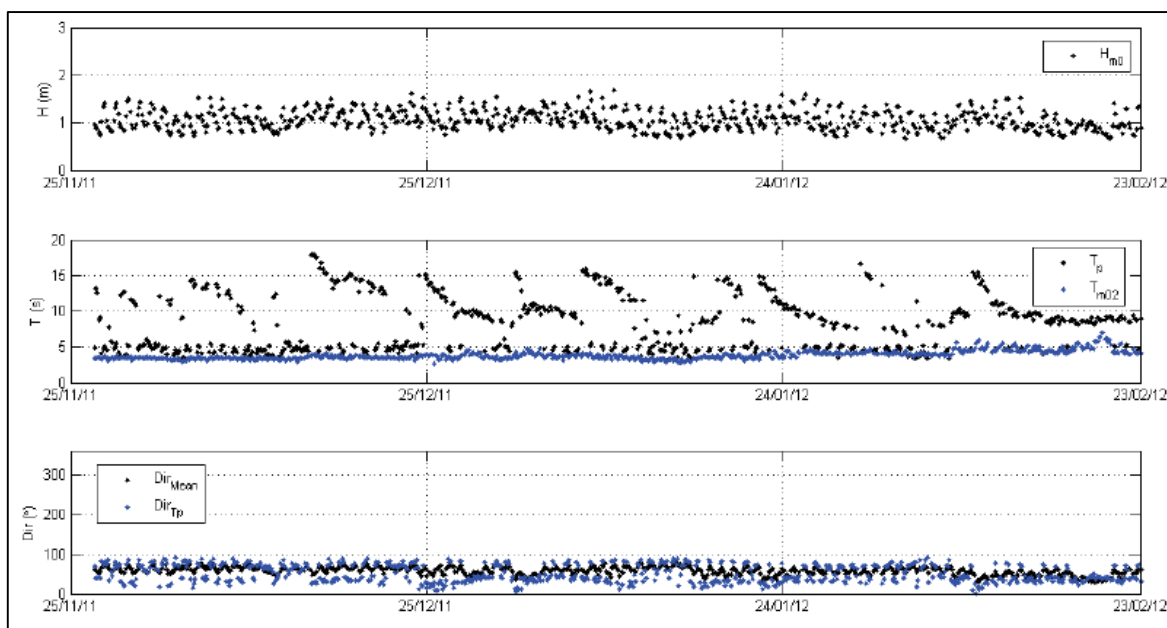


Figura V.1.2.5-23 - Painel superior: altura significativa (H_{m0}). Meio: período de pico (T_p) e período médio (T_{m02}). Painel inferior: direção média (Dir_{Mean}) e direção predominante na frequência de pico (Dir_{Tp}) (PETROBRAS, 2019).

V.1.2.6 - Regime de Marés

Ao longo da região de estudo localiza-se a estação maregráfica posicionada no interior do estuário, na região do Porto de Guamaré. A cada ciclo de 24 horas, ocorrem duas marés altas ou preamares e duas marés baixas ou baixa-mares, caracterizando uma maré do tipo semidiurna com desigualdade diária e a amplitude da ordem de 2,84 m (Figura V.1.2.6-1).

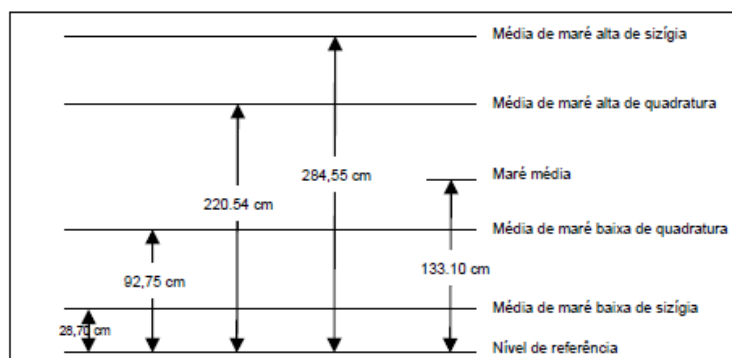


Figura V.1.2.6-1 - Variação do nível da maré. Onde o Nível de Referência (NR), é o existente na Carta Náutica N°702. DHN - Porto de Macau.

As principais características da maré na região estão apontadas na Tabela V.1.2.6-1:

Tabela V.1.2.6-1 - Características da maré da estação maregráfica de Macau.

Características	Macau
Latitude	05°06,2'S
Longitude	36°36,1'W
Maré Média	133,10 cm
Média da Maré Alta de Sizígia	284,55 cm
Média da Maré Alta de Quadratura	220,54 cm
Média da Maré Baixa de Sizígia	28,70 cm
Média da Maré Baixa de Quadratura	92,75 cm

Com base nos dados da série temporal da estação maregráfica do Porto de Guamaré, foi adquirido períodos de marés da última década (2007 a 2018) para compor um cenário atual das condições do nível médio relativo do mar.

A Figura V.1.2.6-2 apresenta os gráficos anuais das marés de 2007 a 2018. Nesse período, os anos de 2011, 2014 e 2015 registraram as variações máximas da maré acima de 2,80 m (atingindo o valor máximo de 2,83 m em fevereiro de 2013), ocorridas no mês de fevereiro em condições de maré de sizígia. A mais baixa cota de nível da maré ocorreu em novembro de 2016 (-0,05 m).

Combinando as variações máximas das marés com as do clima de ondas apresentado por Matos et al. (2019), que mostrou fevereiro dentre os meses das maiores alturas significativas de ondas, percebe-se que os elevados picos de agitação marítima e das marés nesta região, são influenciados pelos ciclones tropicais e extratropicais que se intensificam no HN (Hemisfério Norte) durante os meses de verão no HS (Hemisfério Sul), conforme Semedo et al. (2011), além da influência da ZCIT mais ao sul neste período (Cavalcanti et al., 2009), influenciando assim, em condições de mar mais agitado e induzindo a um nível médio da maré mais elevado na costa norte do Rio Grande do Norte.

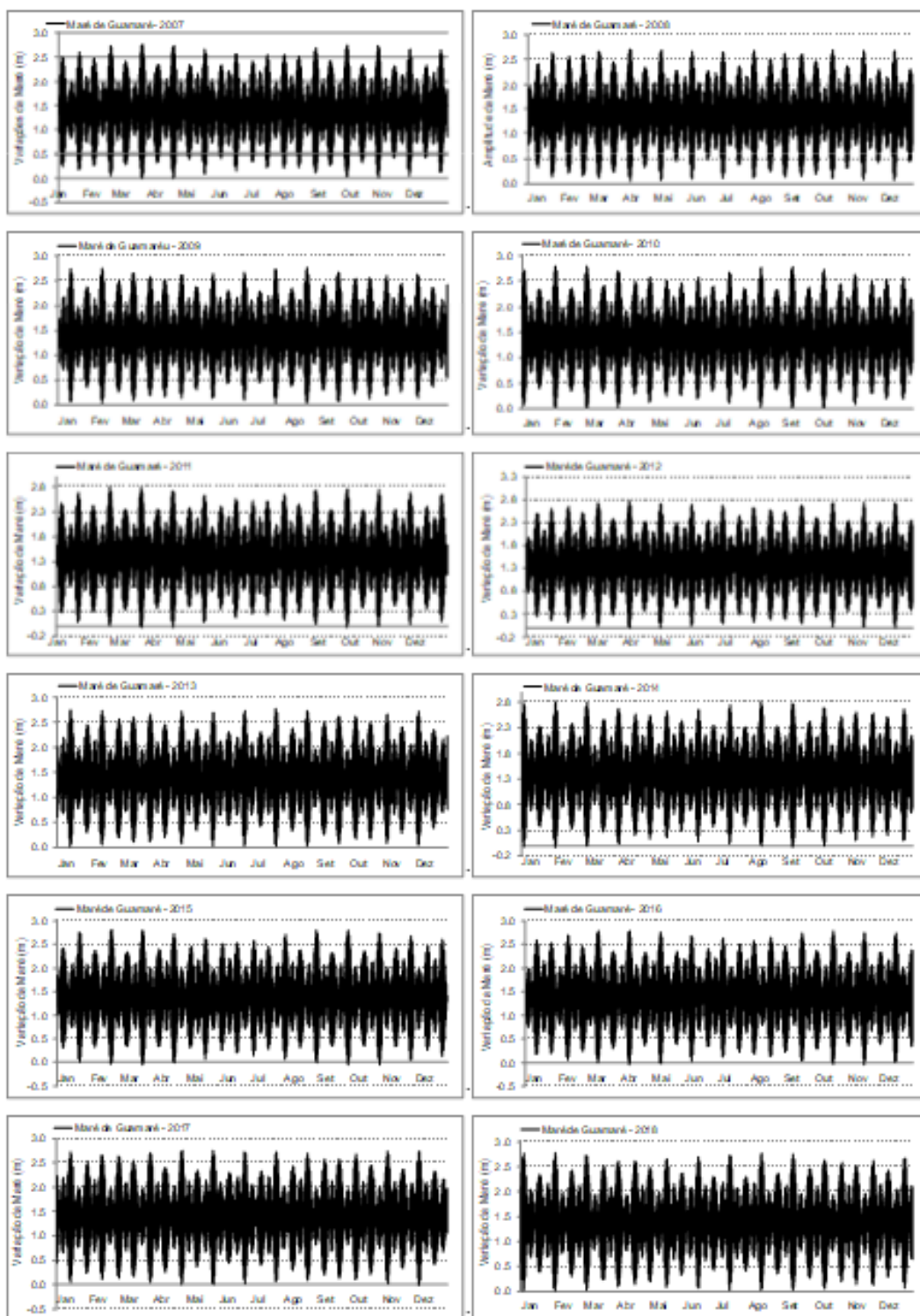


Figura V.1.2.6-2 - Variações anuais da maré (2007 a 2018) para a estação maregráfica do Porto de Guamaré-RN (DHN, 2019)

Dados de maré foram coletados pela PETROBRAS entre os anos de 2012 a 2017, na estação maregráfica posicionada frontalmente a Guamaré, com as campanhas de medições ocorrendo em: dezembro/2012 a janeiro/2013; março a agosto/2013; fevereiro/2014 a março/2015; novembro/2015 a março/2016; julho/2016 a janeiro/2017; maio a dezembro/2017; fevereiro/2018 a janeiro de 2019.

Nas Figuras V.1.2.6-3 e V.1.2.6-4 são apresentados os maregramas obtidos como resultados das medições. De acordo com as figuras, verifica-se que o nível variou significativamente entre as campanhas, sendo que as médias de 2013 estiveram abaixo das médias de 2014, que se mostrou o período com níveis de maré mais elevados de todas as campanhas, muito similar aos encontrados para os dados da DHN para Guamaré.

A Figura V.1.2.6-4 (resultado em vermelho) evidencia que o nível médio entre agosto e outubro de 2017 se mostrou claramente mais baixo do que nas outras campanhas, uma vez que a variação do nível está correta.

A partir de fevereiro de 2018, são apresentados os dados de elevação da superfície retirados a partir do perfilador acústico da estação ST001. Destas campanhas são retiradas as médias, em torno das quais são plotadas as variações.

As amplitudes da maré variam de cerca de 1,5 a 3 m, que é a mesma faixa de amplitude da maré prevista para o Porto de Guamaré. Segundo a faixa de classificação proposta por Davies (1964), a que melhor corresponde ao local seria a de mesomarés, com amplitudes de 2,0 a 4,0 m.

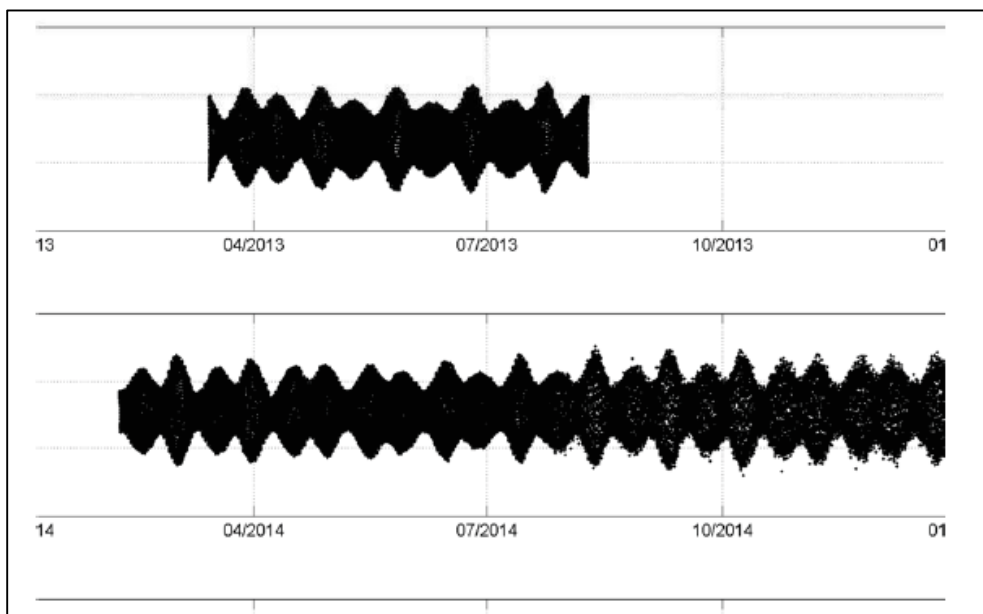


Figura V.1.2.6-3 - Nível d'água medido pelo marégrafo de 04/2013 a 12/2016 na estação frontal a Guamaré (PETROBRAS, 2019).

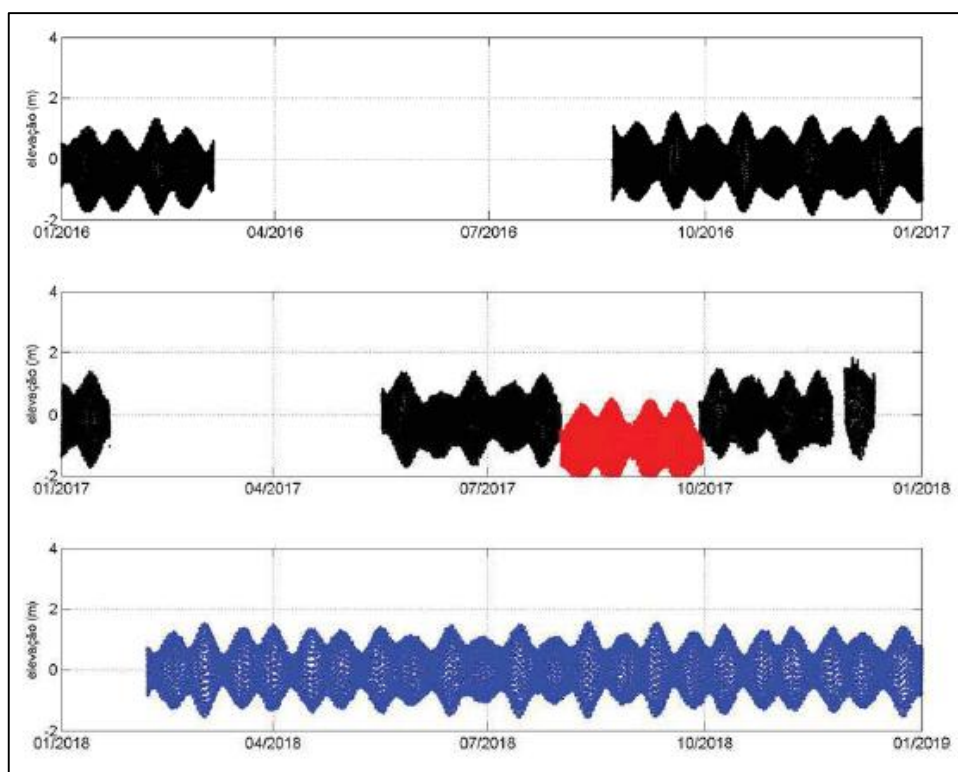


Figura V.1.2.6-4 - Nível d'água medido pelo marégrafo de 01/2016 a 12/2019 na estação frontal a Guamaré (PETROBRAS, 2019).

V.1.3 - Geologia

O Planta Piloto de Geração Eólica Offshore na Baía Potiguar proposto pela PETROBRAS será instalado a cerca de 800 m de distância com relação à Plataforma de Ubarana 3 (PUB-3), localizada no Campo de Ubarana a cerca de 20 km da costa do Município de Guararé, em setor da plataforma continental que possui lâmina d'água entre 12 m e 16 m. Em decorrência desta localização, os principais dados utilizados nesse diagnóstico sobre os aspectos geológicos e a evolução tectonoestratigráfica da região foram baseados em dados prévios oriundos de relatórios da PETROBRAS e complementados com outros documentos e artigos científicos de domínio público e livre acesso.

O Campo de Ubarana situa-se na plataforma continental do Estado do Rio Grande do Norte (RN), na Baía Potiguar (Figura V.1.3-1), extremo leste da Margem Equatorial Brasileira.

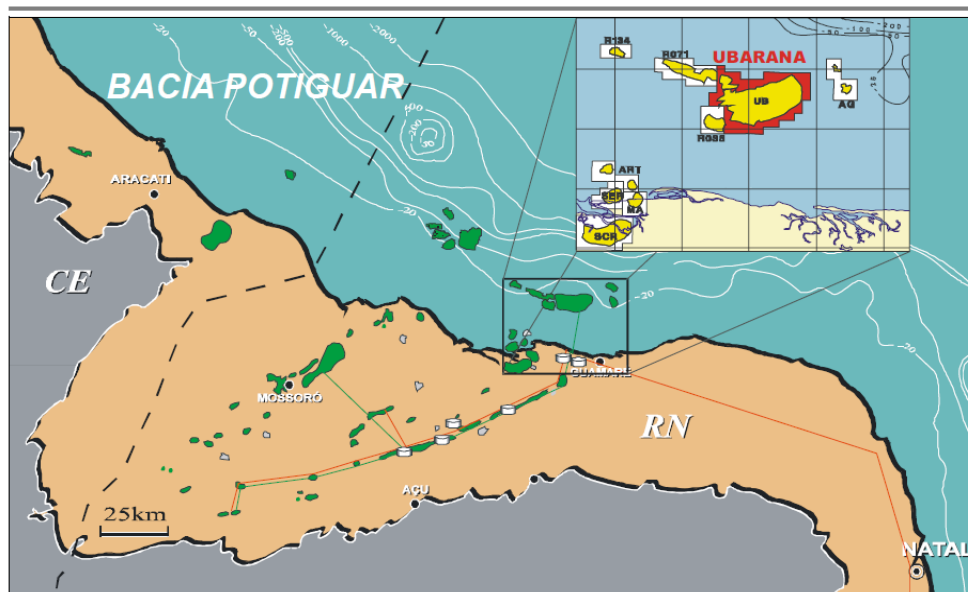


Figura V.1.3-1- Localização do Campo de Ubarana no contexto do ambiente tectônico Bacia Potiguar no Nordeste do Brasil.

A Bacia Potiguar faz parte do Sistema de Riftes Cretáceos do Nordeste Brasileiro, cuja formação relaciona-se ao processo de estiramento crustal que resultou no rompimento do Supercontinente Gondwana, a partir do Mesozoico, e que culminou com a separação das placas Sul-Americana e Africana e consequente desenvolvimento do Oceano Atlântico (Soares et al., 2003).

A porção emersa do, assim sendo, Rifte Potiguar alonga-se segundo uma calha de direção geral ENE-WSW e é limitado a leste e a oeste pelos sistemas de falhas de Carnaubais e de Areia Branca, respectivamente. A borda sul-sudoeste da bacia é limitada pela Falha de Apodi, que demarca o graben de mesmo nome. Os limites ao norte e nordeste encontram-se em águas profundas. Portanto, tal estruturação geral compreende as seguintes unidades tectônicas básicas: os sistemas escalonados de horsts e grabens, orientados segundo o trend estrutural NE-SW, e a plataforma do embasamento, conforme ilustrado na Figura V.1.3-2 (Bertani et al., 1990).

A calha central é estruturada por grabens assimétricos denominados Grabens do Apodi, Umbuzeiro, Guamaré e Boa Vista que correspondem a feições lineares de direção geral NE-SW (Bertani et al., 1990), separados entre si por altos do embasamento (Figura V.1.3-2). Estes conjuntos de grabens assimétricos são limitados na porção sudeste e sudoeste por falhas que podem ultrapassar 5.000 m de rejeito. Os altos internos, representados pelos Altos de Quixaba, Serra do Carmo e Macau, correspondem às cristas alongadas do embasamento que se apresentam dispostas paralelamente à direção geral do eixo principal do rifte e separam os principais grabens. As plataformas rasas do embasamento, Aracati e Touros, bordejam as porções a oeste e leste, respectivamente, do Rifte Potiguar. Nessas porções, o embasamento é pouco afetado por falhas e é geralmente recoberto por sedimentos do Aptiano e Cretáceo Superior.

O embasamento da Bacia Potiguar é formado por unidades litológicas pré-cambrianas que pertencem à Província Borborema (Almeida et al. 1977), constituída pelo amalgamento de blocos crustais arqueanos e proterozóicos compostos por sequências litoestratigráficas de rochas ígneas e metamórficas (Pedrosa Junior et al., 2010).

A porção emersa da Bacia Potiguar representa cerca de 45% (21.500 km²) de sua área total, enquanto que a submersa compõe os demais 55% (26.500 km²), considerando-se como limite submerso a isóbata de 2.000 m (Cremonini, 1993). Esta porção submersa é acatada como constituída por grabens assimétricos, com eixos orientados segundo a direção geral WNW-ESE, e estão basculados no sentido sul (Bertani et al., 1990). Desse modo, essa porção da Bacia Potiguar foi compartimentada em diversos compartimentos, como altos do embasamento cristalino e depressões, que foram resultantes da rotação e rearranjo estrutural entre os blocos. A Figura V.1.3-3 mostra alguns exemplos dessa subdivisão, como os altos do embasamento de Boa Vista e Macau, além dos blocos rotacionados de Pescada, Gangorra e Oeste de Ubarana (Cremonini, 1993).

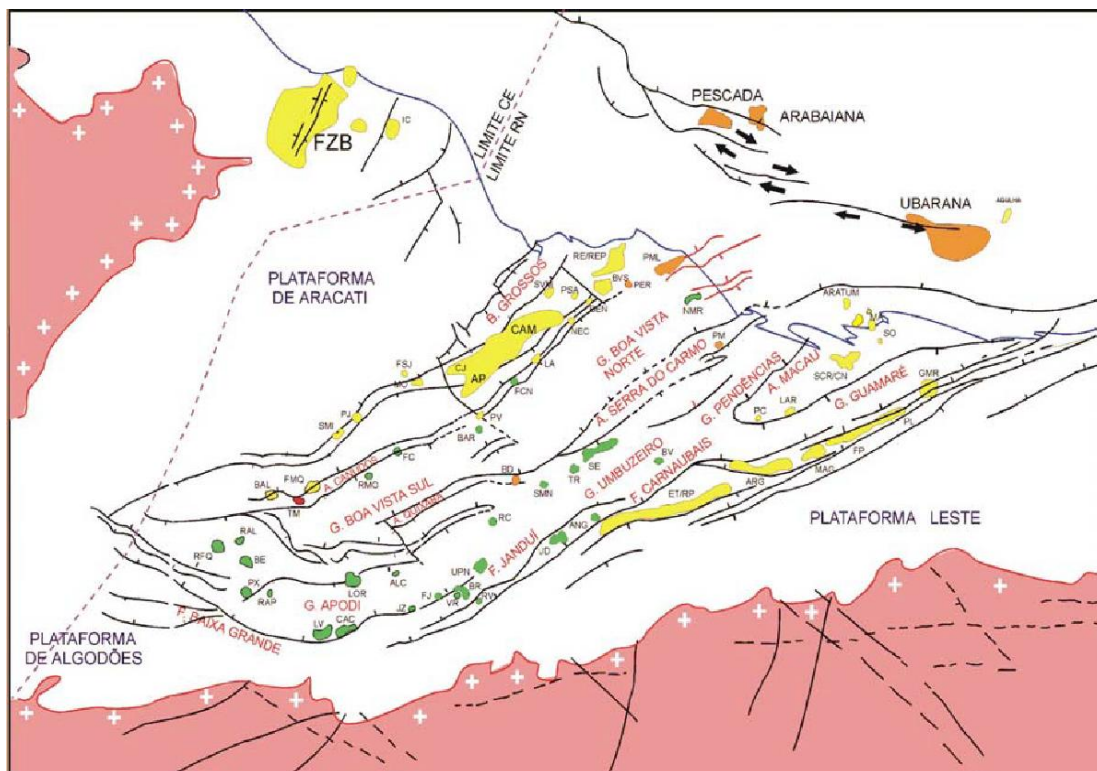


Figura V.1.3-2- Mapa esquemático do arcabouço estrutural da Bacia Potiguar.
Fonte: PETROBRAS (2006)

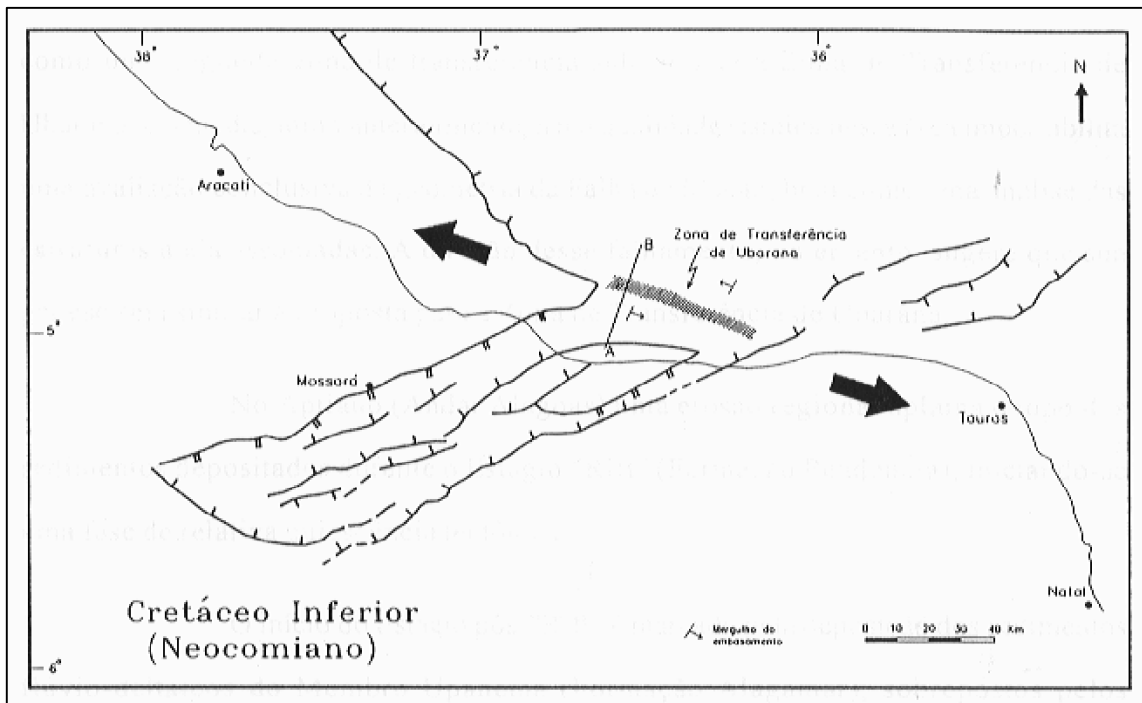


Figura V.1.3-3- Arcabouço tectônico da Bacia Potiguar no Neocomiano. As setas indicam a direção geral dos esforços de extensão principal de abertura do Rifte Potiguar (Cremonini, 1993).

O arranjo tectono-estrutural dos terrenos envolvendo a Bacia Potiguar foi iniciado por esforços distensivos de direção aproximada WNW-ESE, no Neocomiano (Figura V.1.3-4). Logo, o estágio rifte com tal orientação geral acarretou o desenvolvimento de sistemas de falhamentos normais de direção NE-SW e falhas de transferência subparalelas ao esforço distensivo máximo (Cremonini, 1993). Assim, no contexto da Bacia Potiguar foi estabelecida a Zona de Transferência de Ubarana, associada a um alto do embasamento cristalino, que compartimenta o Rifte Potiguar em dois blocos, com mergulhos opostos ao embasamento: o bloco norte, com caimento no sentido WNW, e o bloco sul, com mergulho no sentido ESE.

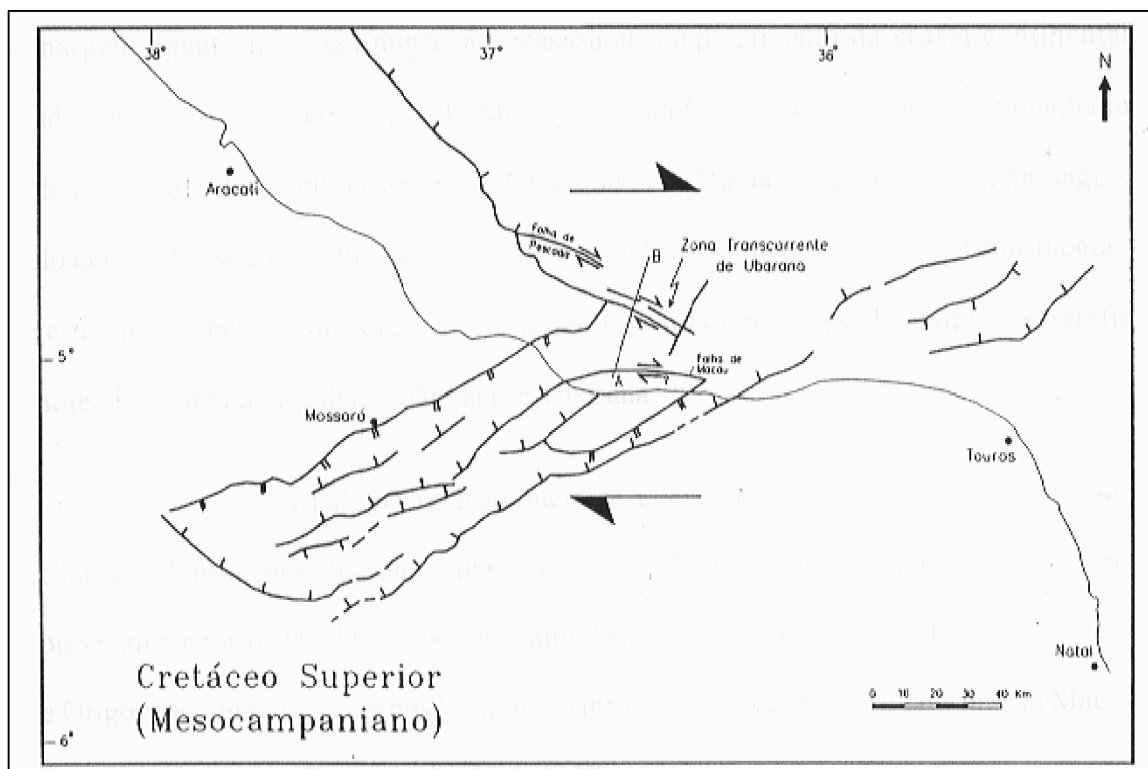


Figura V.1.3-4 - Arcabouço tectônico da Bacia Potiguar no Mesocampaniano. As setas indicam a direção geral do movimento transcorrente (Cremonini, 1993).

No Mesocampaniano, a Bacia Potiguar foi submetida a importantes eventos tectônicos, quando foi gerada a Zona Transcorrente de Ubarana, aproveitando a descontinuidade devido à zona de transferência (Figura V.1.3-5). O sentido do movimento ao longo da transcorrência foi dextral, com pequenos rejeitos direcionais. A Zona Transcorrente de Ubarana é constituída por falhamentos sintéticos (direção geral N55-80°W), antitéticos (direção geral NW5-30°E) e dobramentos em échelon (direção geral N60-70°E). Em sua terminação leste ocorrem falhamentos normais de direção geral N30-40°W, associados ao evento transcorrente e, paralelamente à zona de transcorrência, formam-se dobramentos de direção geral N55-85°W (Cremonini, 1993).

Em decorrência de um centro de espalhamento ao longo da margem equatorial, devido à movimentação das placas Sul-americana e Africana, no Cretáceo Superior, na Baía Potiguar ocorreu um grande evento erosivo denominado Discordância Pré-Ubarana.

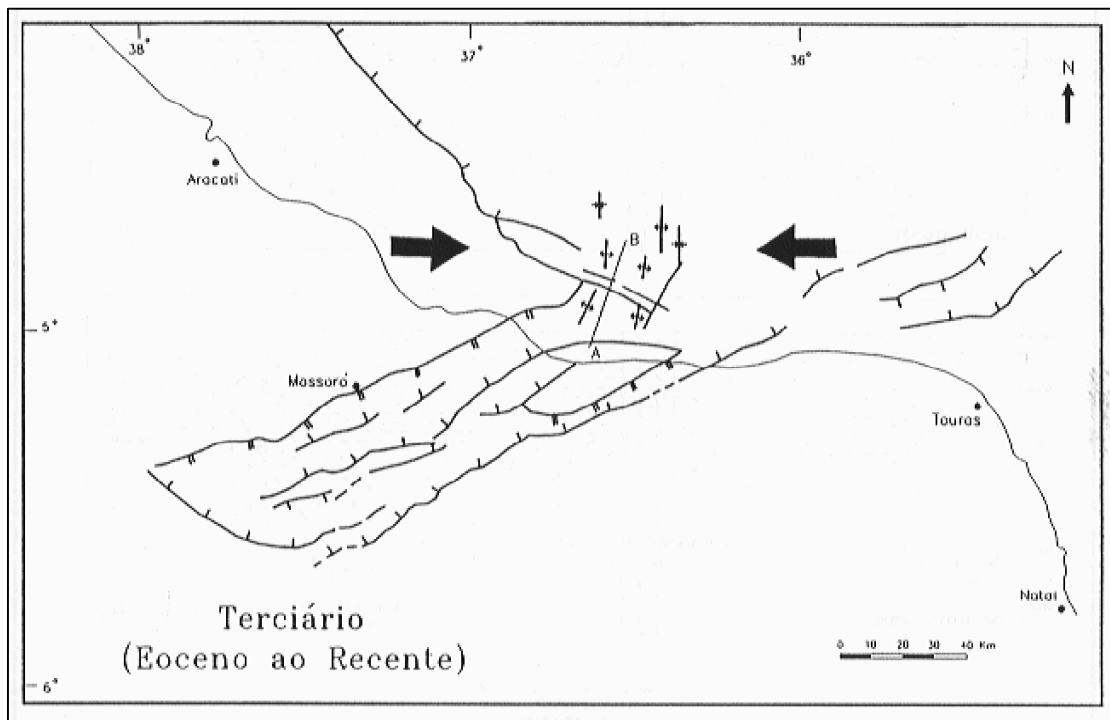


Figura V.1.3-5 - Arcabouço tectônico da Bacia Potiguar no Terciário. As setas indicam a direção geral dos esforços de compressão principal (Cremonini, 1993).

Durante o Terciário, um pulso tectônico causa deformações dúcteis na bacia, quando foram gerados dobramentos de grande comprimento de onda, orientados segundo a direção geral N05-20°E, causados por esforços compressivos de direção E-W, promovidos pelos movimentos divergentes entre as placas Sul-americana e Africana a partir da Cadeia Meso-Oceânica (Cremonini, 1993).

Localmente, a região do entorno do Campo de Ubarana é bem compartimentada, exibindo estruturas como o Graben de Ubarana, ao norte do campo, Graben de Pescada, a noroeste, Graben de Macau a sudoeste, Alto de Macau, ao sul e Graben São Bento do Norte, a sudeste (Figura V.1.3-6). Os diversos falhamentos da região ocorrem nas direções preferenciais WNW-ESSE, como indicam as falhas de Ubarana e de Pescada; e na direção geral NNE-SSW, caso da Falha Oeste de Ubarana; e também ENE-WNW.

O Campo de Ubarana diferencia-se em dois contextos geológicos distintos: o bloco leste (principal) e o bloco oeste. O bloco leste pode ser definido como um homoclinal com mergulho suave para noroeste, interceptado por falhas de pequeno rejeito e truncado pela

discordância erosiva do Canyon de Ubarana, nas porções leste e sul, e limitado na porção oeste por falhamentos de direções gerais NE e NW. No bloco oeste, o estilo estrutural altera-se para uma série de blocos delimitados por falhas de caráter transcorrente, correspondentes à fase rifte, reativadas a partir do Mesocampaniano, com componentes de rejeito direcional, gerando o acondicionamento de estruturas em flor negativa arranjadas en échelon (Bertani et al., 1990). O sentido do movimento ao longo da transcorrência foi dextral, com pequenos rejeitos direcionais.

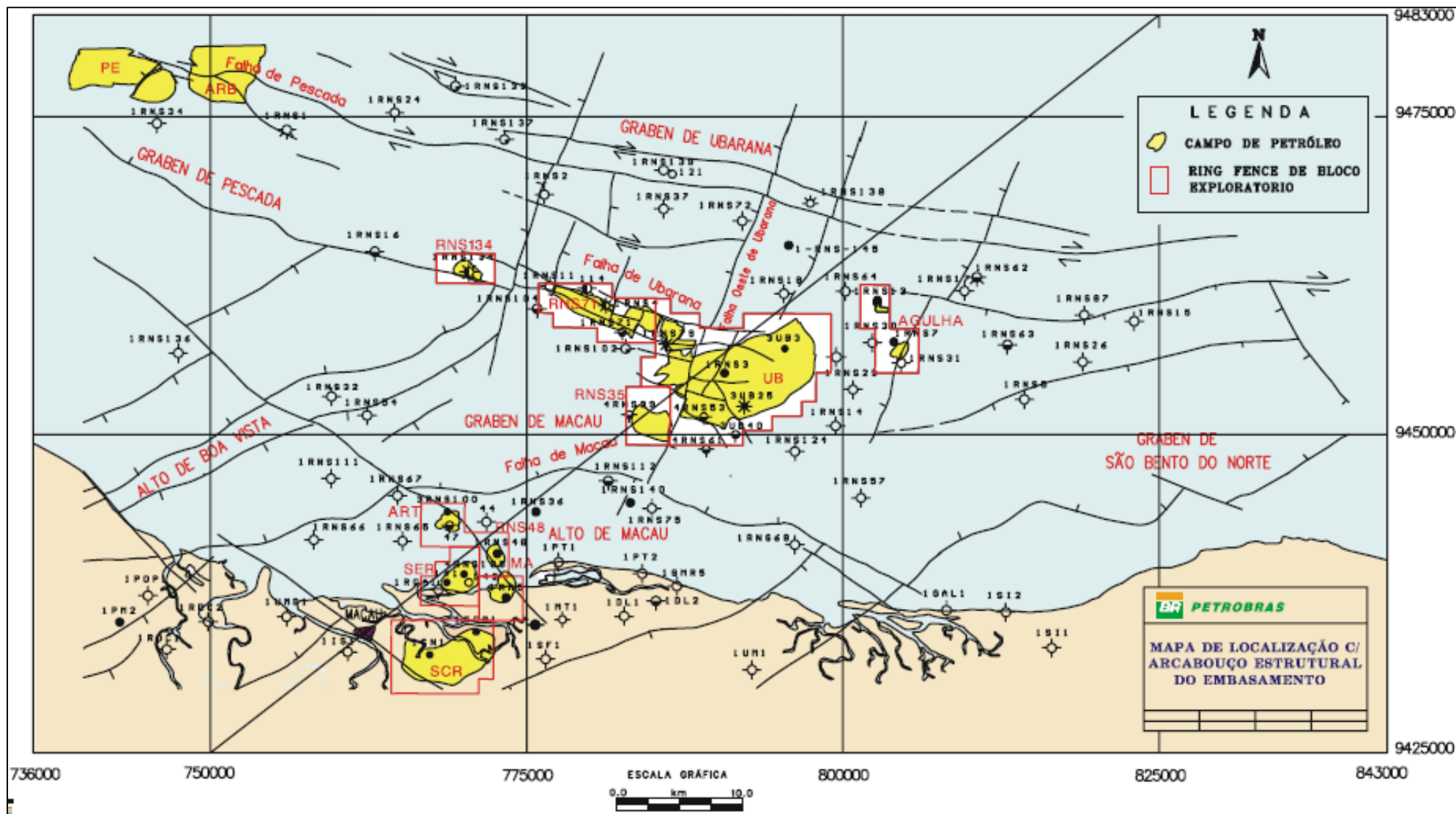


Figura V.1.3-6 - Arcabouço tectônico da porção norte da Bacia Potiguar, parte submersa, exibindo os principais falhamentos, altos e grabens da região.

Fonte: (PETROBRAS, 2006)

De acordo com Araripe e Feijó (1994), as rochas sedimentares da Bacia Potiguar estão organizadas em três grupos: Areia Branca, Apodi e Agulha. A maior parte destas unidades litoestratigráficas foi definida com base na interpretação de dados de poço e de sísmica, uma vez que a exposição em afloramentos contempla somente as rochas das formações Açú, Jandaíra, Tibau e Barreiras.

O preenchimento da bacia desenvolveu-se de acordo com cada uma das diferentes fases de sua evolução tectônica: fase rifte I, fase rifte II, fase pós-rifte e fase termal, correspondendo a três supersequências propostas por Pessoa Neto et al. (2007), conforme ilustrado na carta estratigráfica da Figura V.1.3-7.

A primeira supersequência estratigráfica, denominada de Supersequência Rifte, corresponde às fases rifte I e rifte II. A fase rifte I se estende do Neoberriasiense ao Eobarremiano e caracteriza-se por um regime tectônico de estiramento crustal, com desenvolvimento de falhas normais de grande rejeito que definem hemi-grabens assimétricos e altos internos de direção geral NE-SW. Tais grabens foram preenchidos pelos sedimentos lacustrinos, flúvio-deltaicos e fandeltaicos da Formação Pendência, conforme ilustrado no perfil esquemático (Pessoa Neto, 2007) apresentado na Figura V.1.3-8. Na fase rifte II, que se estende do Neobarremiano ao Eo-Aptiano, implanta-se um regime transcorrente-transformante ao longo da futura margem equatorial, ocasionando mudança na cinemática do rifte e provocando um deslocamento do eixo de rifteamento para a porção submersa da Bacia Potiguar. O registro sedimentar da fase rifte II na bacia é restrito à sua porção submersa e é representado pela parte superior da Formação Pendência e pela Formação Pescada.

A Supersequência Pós-Rifte, que corresponde à fase de mesmo nome, é caracterizada por um regime tectônico de relativa quietude e pela passagem gradativa de sistemas deposicionais continentais para marinhos. O registro sedimentar compreende os sedimentos transicionais da Formação Alagamar de idade Aptiana até Albiana Inferior. Esta sequência é constituída por sedimentos fandeltaicos e flúvio-deltaicos (Membros Canto do Amaro e Upanema) e por folhelhos transicionais (Membro Galinhos). Nesta sequência francamente transgressiva ocorre um evento de máxima transgressão, constituída por folhelhos pretos e calcilitos ostracoidais com ampla distribuição pela bacia, chamada de Camada Ponta do Tubarão.

A Supersequência Drifte, depositada entre o Albiano e o Recente, durante a fase subsidência termal, é constituída por uma seqüência flúvio-marinha transgressiva recoberta por uma seqüência clástica e carbonática regressiva. A fase transgressiva é representada pelos sedimentos siliciclásticos proximal da Formação Açu, marinhos distais da Formação Quebradas, e pelo desenvolvimento de uma plataforma carbonática marinha rasa denominada de Formação Ponta do Mel.

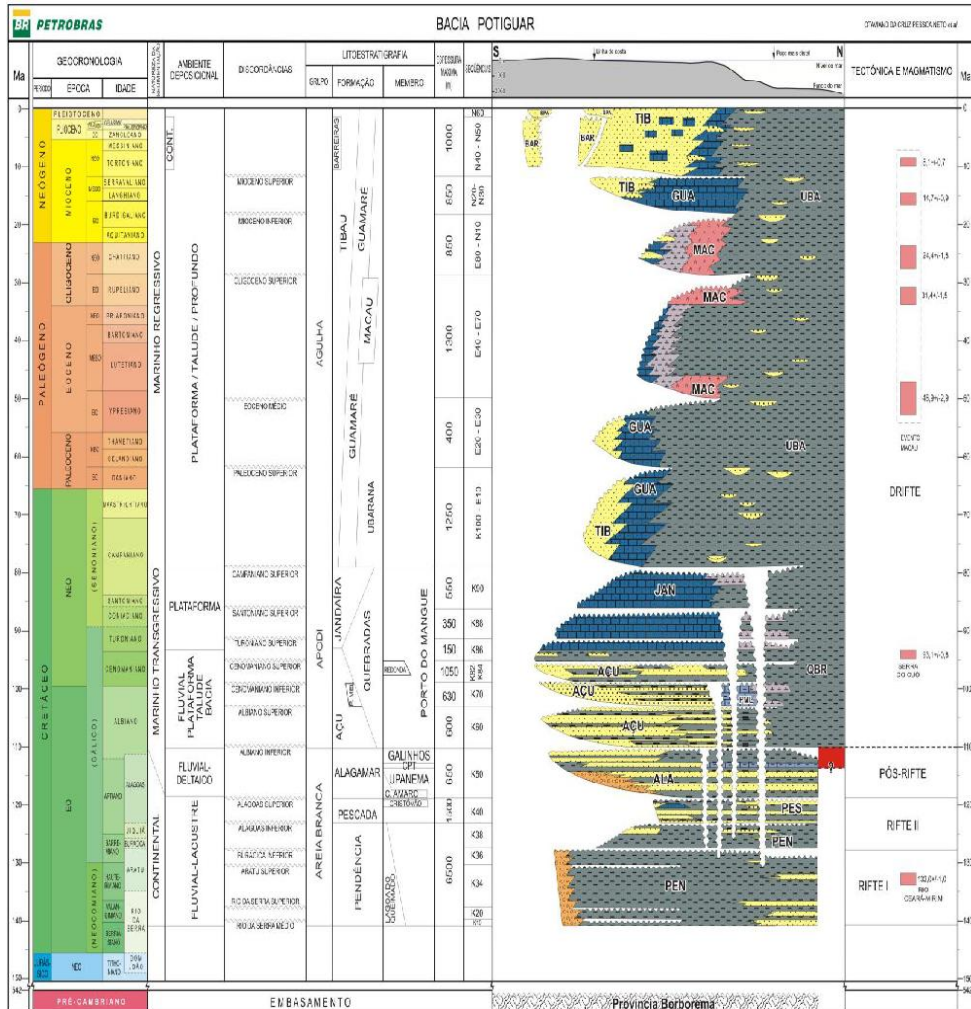


Figura V.1.3-7 - Diagrama do perfil estratigráfico da Bacia Potiguar (Pessoa Neto et al., 2007).

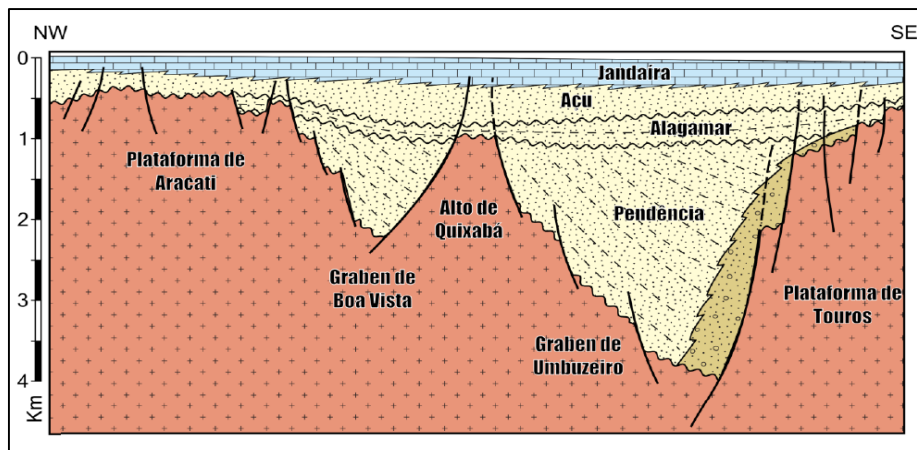


Figura V.1.3-8- Perfil esquemático representando a parte emersa da Bacia Potiguar (Bertani et al., 1990).

A transgressão máxima é caracterizada pela deposição de folhelhos na porção submersa e pelo afogamento dos sistemas fluviais e estuarinos na porção emersa da bacia, seguidos pela implantação de uma plataforma carbonática denominada de Formação Jandaíra. As sequências marinhas regressivas correspondem a sistemas mistos compostos por leques costeiros, sistemas de plataformas rasas com borda carbonática e sistemas de talude/bacia e são representadas pelos sedimentos das formações Barreiras, Tibau, Guamaré e Ubarana.

Cabe mencionar a ocorrência de eventos magmáticos representados pelas formações Rio Ceará Mirim (relacionado à gênese do rifte), Serra do Cuó (Turoniense) e Macau, com pulsos do Eoceno ao Mioceno.

Pessoa Neto (2003) propõe um modelo deposicional para a evolução da Bacia (Figura V.1.3-9). O primeiro evento ocorreu no Mioceno Inferior/Médio, quando o ambiente deposicional foi dominado por plataforma carbonática em profundidade de 30 – 40 m (Pessoa Neto, 1999). Em sequência, no Mioceno Médio ocorreram as primeiras deposições terrígenas na Bacia. Esses sedimentos foram oriundos do retrabalhamento na plataforma interna e do transporte, durante os períodos de queda do nível do mar, para a plataforma externa. Os recifes se estabeleceram nas regiões mais distais e aos poucos foram substituídos por algas vermelhas. Por fim, no Mioceno Superior/Pleistoceno houve um aumento significativo de siliciclásticos na Bacia.

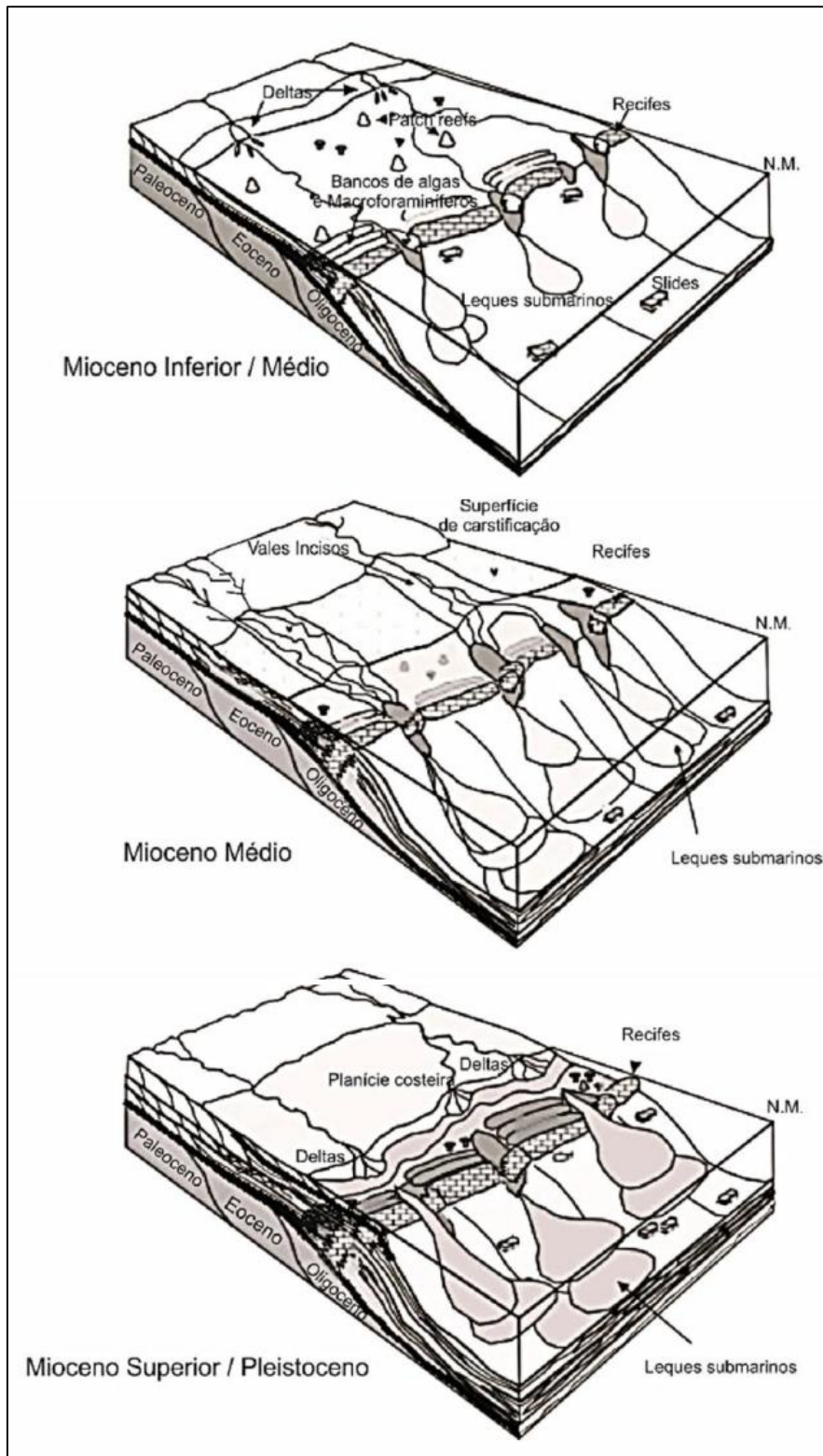


Figura V.1.3-9- Cenários deposicionais do Mioceno Inferior/Médio, Mioceno Médio e Mioceno Superior/Pleistoceno da Baía Potiguar (Compilado de Pessoa Neto, 2003).

Na Figura V.1.3-10 é apresentado uma projeção das formações e litologias de locais propostos para perfurações no Campo de Ubarana. Ressalta-se que o conhecimento acumulado pela PETROBRAS, em relação ao contexto geológico da Bacia Potiguar, permite com isso a proximidade das projeções com a situação real, definida predominantemente com execução de poços profundos.

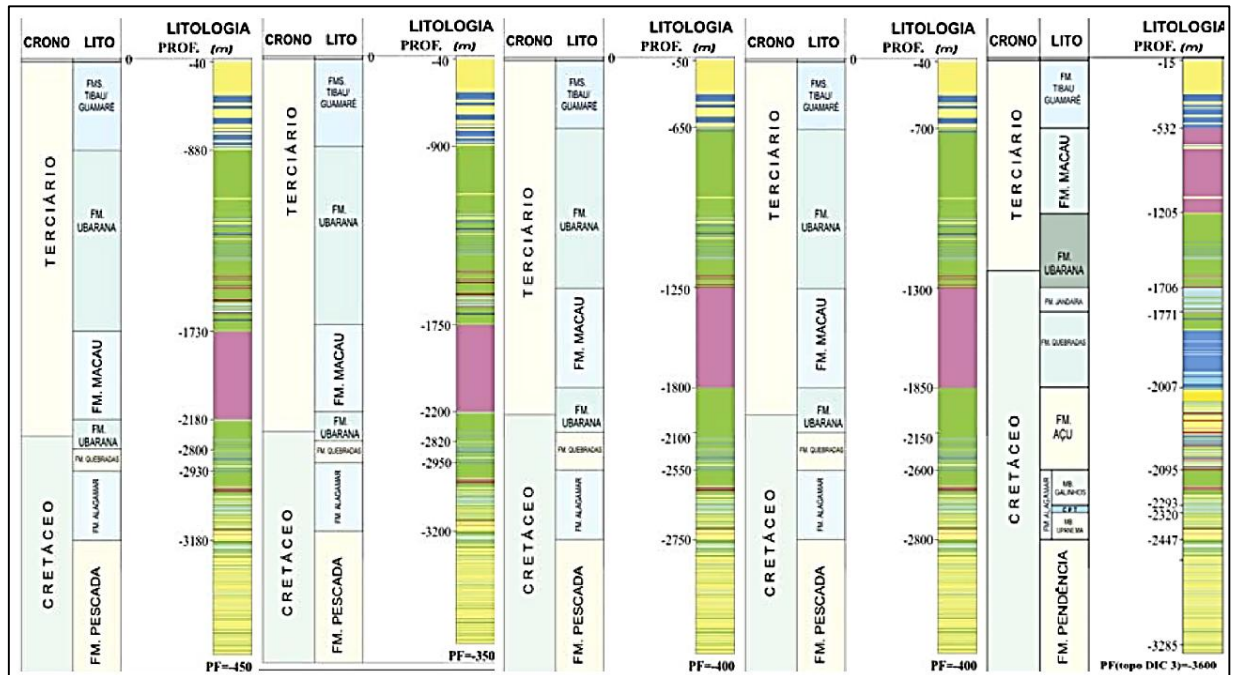


Figura V.1.3-10 - Colunas estratigráficas dos prospectos com locação no Campo de Ubarana (7-UB-119D, 7-UB-120D e 7-UB-121D) (ver Seção II.2). Legenda: verde escuro – folhelho; verde claro – argilito; amarelo arenito; azul - calcarenito; azul claro – calclutito; marrom – siltito; roxo - basalto e diabásio.

Fonte: PETROBRAS-UNRNCE (2006).

Em relação à estratigrafia específica da região do Campo de Ubarana, as formações abaixo foram identificadas:

- ✓ Formação Tibau/Guamaré (entre as cotas de -30 e -900 m);
- ✓ Formação Ubarana (entre as cotas de -650 a -1750 m e -1800 a -2820m);
- ✓ Formação Jandaíra (entre as cotas de -1706 e -1771 m);
- ✓ Formação Macau (entre as cotas de -532 e -2200 m)
- ✓ Formação Quebradas (entre as cotas de -1771 e -2930 m);
- ✓ Formação Açú (entre as cotas de -2007 e -2095 m);
- ✓ Formação Alagamar (entre as cotas de -2095 e -3200 m);
- ✓ Formação Pescada (entre as cotas de -2750 e -4500 m);
- ✓ Formação Pendência (entre as cotas de -2447 e -3285 m).

As formações Pendência, Pescada e Alagamar compõem o Grupo Areia Branca. A Formação Pendência (Souza, 1982) é caracterizada pela presença de arenitos com granulometria areia fina, média e grossa, de coloração cinza esbranquiçada, com camadas de folhelho e siltito cinzento, com idades Neo-Rio da Serra a Jiquiá. Essa unidade se sobrepõe de forma discordante ao embasamento e está sotoposta também de forma discordante às seções terrígenas e carbonáticas da Formação Alagamar (Dino, 1992).

A Formação Pescada corresponde a uma cunha clástica sintectônica constituída por intercalações de arenitos e folhelhos, e seus contatos inferior e superior são discordantes com as Formações Pendência e Alagamar. Tem idade Eo-Alagoas, com depósitos espessos e uniformes.

A Formação Alagamar tem contato inferior discordante sobre as formações Pendência e Pescada, e às vezes sobre o embasamento cristalino. É uma seção terrígeno-carbonática sotoposta de forma discordante à Formação Açú (Grupo Apodi). Tem idade Eo-Alagoas e é formada pelos membros Upanema (basal) e Galinhos, com o primeiro sendo constituído de arenitos com granulometria areia fina a grossa, cinzentos, e folhelho cinza esverdeado. Os membros Upanema e Galinhos são separados por uma seção carbonática denominada Camadas Ponta do Tubarão.

O Grupo Apodi engloba as formações Açú, Quebradas, Ponta do Mel e Jandaíra. A Formação Açú, que recobre o embasamento cristalino na porção emersa da bacia, é caracterizada por camadas espessas de arenito com granulometria areia média a muito grossa, de cor esbranquiçada, com intercalações de folhelhos e argilitos verde claro e siltitos castanho-avermelhado. Ocorre interdigitada com as formações Ponta do Mel e Quebradas, estando sotoposta de forma concordante à Formação Jandaíra e tem contato inferior discordante com a Formação Alagamar. A Formação Ponta do Mel, de idade Neoalbiana, recobre de forma concordante a Formação Açú e está recoberta também concordantemente pela Formação Quebradas. Apresenta calcarenito oolítico, doloespatito castanho-claro, calcilutito branco e camadas de folhelho verde-claro e é.

A Formação Quebradas tem contato inferior discordante com a Formação Ponta do Mel e contato superior concordante com a Formação Jandaíra. Apresenta os membros Redonda, formado por arenito, folhelho e siltito, e Porto do Mangue, com folhelho e arenito, e é de idade Cenomaniana.

A Formação Jandaíra representa a seção carbonática sobreposta aos arenitos da Formação Açú. Apresenta calcarenito bioclástico, com foraminíferos bentônicos. Interdigita-se com a parte inferior da Formação Ubarana. Seu contato inferior é concordante com a Formação Açú, e é de idade Turoniana a Mesocampaniana.

O Grupo Agulha engloba as formações Guamaré, Ubarana e Tibau. A Formação Tibau caracteriza-se por arenito com granulometria areia grossa, hialino, interdigitando-se com as formações Guamaré e Barreiras. O ambiente deposicional é de leques costeiros. A Formação Guamaré tem idade do Neocampaniano ao Holoceno, caracterizando-se pela presença de calcarenitos bioclásticos creme e calcilutito, depositados em talude e plataforma carbonáticos. A Formação Ubarana caracteriza-se por espessa camada de folhelhos e argilitos cinzentos, intercalada com camadas finas de arenito com granulometria areia grossa a muito grossa. Essas rochas estão interdigitadas com as do Grupo Apodi (em direção ao continente) e com a Formação Guamaré, com idades do Albiano ao Holoceno.

Além desses Grupos estratigráficos de origem sedimentar, a área de interesse também apresenta rochas de origem magmática, que fazem parte da Formação Macau. Essa formação, com idades entre 45 e 25 Ma (Oliveira, 1998), é caracterizada pela presença de olivina-basaltos afaníticos Eocênicos e Oligocênicos, intercalados com rochas sedimentares das formações Guamaré, Tibau e Ubarana.

V.1.3.1 Sedimentologia da Plataforma Continental

A plataforma continental, que representa a porção imersa da Baía Potiguar, é caracterizada como uma plataforma mista apresentando a transição de um sistema predominantemente siliciclástico na plataforma interna, carbonato-siliciclásticos na plataforma média, para predominantemente carbonáticos na plataforma externa (Pessoa Neto, 2003; Vital 2014; Gomes et al. 2015), como mostra a Figura V.1.3.1-1.

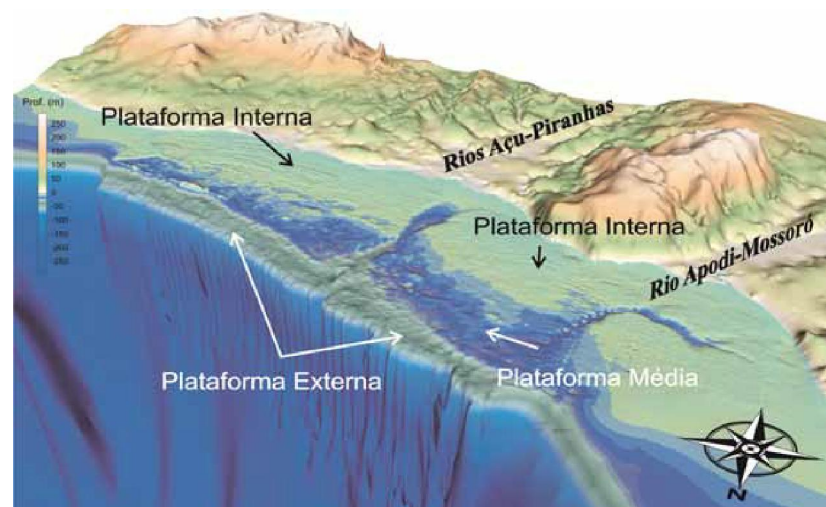


Figura V.1.3.1-1 - Subdivisões da plataforma continental do Rio Grande do Norte (Gomes e Vital, 2010).

Este sistema de alta energia influenciado por ondas e marés, associado à sedimentação mista, é controlado na sua porção externa pela circulação oceânica, enquanto a porção interna encontra-se exposta a ação contínua dos ventos alísios predominantemente de NNE, que impulsionam a ação de ondas sobre a linha de praia, à corrente de deriva litorânea, predominantemente para W-NW, o que acarreta o transporte acentuado de sedimentos costeiros no sentido de E para W-NW (Vital et al., 2010b).

A porção imersa da Baía Potiguar tem seu atual relevo comumente relacionado à processos sedimentares e hidrodinâmicos de alta energia (Vital et al. 2008; Gomes e Vital, 2010). Bezerra et al. (2003) aponta que outros fatores associados à morfogênese dessa plataforma e da zona costeira estão relacionados a variações do nível do mar.

Os sedimentos siliciclásticos da plataforma interna apresentam granulometria variando de areia média a grossa, os grãos são moderadamente a pobremente

selecionados, variando de subangulosos a arredondados com grau de esfericidade predominando nas classes esférica a muito esférica. Os sedimentos carbonáticos apresentam-se preferencialmente na granulometria grossa, grânulo e cascalho, embora seus fragmentos sejam observados em grãos menores. As lamias estão concentradas próximo a foz dos rios e no interior dos vales incisos, sendo de composição terrígena próximo à costa, gradando para lamias carbonáticas em direção a costa afora (Vital et al., 2005b; PETROBRAS, 2006).

Vital et al. (2005b) descreveram a distribuição de fácies sedimentológicas ao longo da porção interna da plataforma continental setentrional do Rio Grande do Norte, no trecho adjacente aos municípios de Guamaré e Macau, reconhecendo 16 fácies distintas, sendo as 10 principais fácies representáveis em mapa, conforme a carta sedimentológica apresentada na Figura V.1.3.1-2.

A fácies areia siliciclástica ocorre ao longo da costa, na região entre Guamaré e foz do rio Açú (Macau), em áreas de fundo submarino onde as formas são bem desenvolvidas, com uma boa visibilidade e representadas pelas dunas longitudinais com 2 a 3,5 m de altura. As dunas longitudinais tendem a concentrar areia siliciclástica nas cristas; enquanto areias silici-bioclásticas com grânulo e cascalho e areias biosiliciclásticas com grânulo e cascalho concentram-se nas partes mais profundas entre as dunas de areia (calhas). Entretanto, devido à escala utilizada na carta sedimentológica da Figura V.1.3.1-2, estas três fácies não foram diferenciadas, sendo representadas apenas pela fácies areia siliciclástica. Os sedimentos constituintes desta fácies apresentam granulometria variando de areia média a grossa, os grãos são moderadamente a pobremente selecionados, variando de subangulosos a arredondados com grau de esfericidade predominando nas classes esférica a muito esférica.

A fácies lama terrígena está limitada às áreas próximas a desembocadura dos rios e / ou braços de mar existentes na região, sendo mais proeminente na porção a E do rio Açú, cujos sedimentos em suspensão são levados pela deriva litorânea ao atingirem o mar. A fácies marga arenosa, lama calcária e marga calcária ocorrem preenchendo o canyon submerso, resquício do antigo vale do rio Açú, aumentando o conteúdo de carbonato à medida que se distancia da costa. A margem leste do canal é relativamente íngreme e pronunciada, tendendo a concentrar lama calcária, enquanto a margem oeste consiste apenas de um declive suave onde há uma maior concentração de marga calcária.

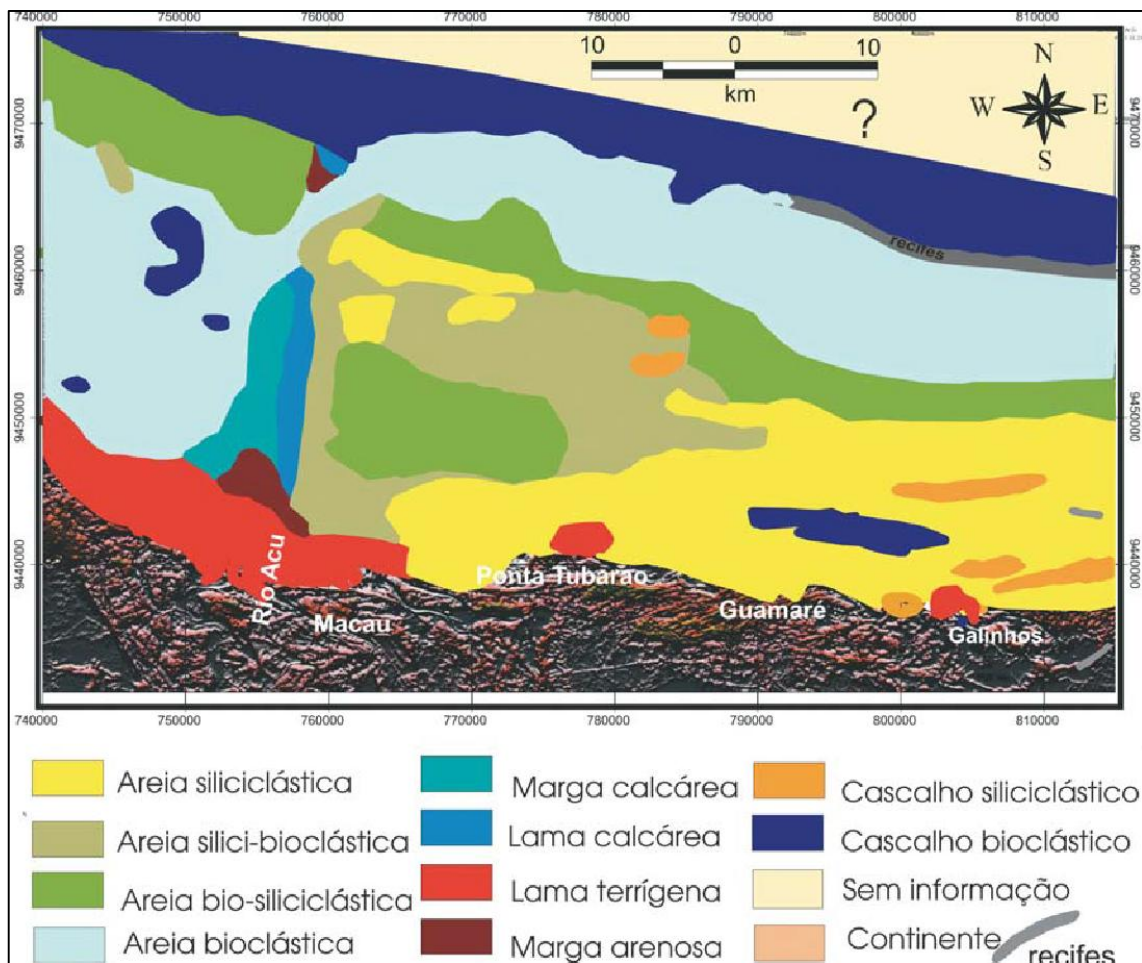


Figura V.1.3.1-2 - Carta sedimentológica para a plataforma continental da Baía Potiguar adjacente aos municípios de Guamaré e Macau do Nordeste do Brasil (Adaptado de Vital et al., 2005b).

A fácies areia biosiliciclástica ocorre entre o a foz do rio Açu e a Ponta do Tubarão em fundo plano. Esta fácies ocorre ainda na forma de uma faixa contínua acompanhando a isóbara de 10 metros, após o término das areias siliciclásticas. Neste caso, as formas de fundo apresentam menor dimensão que as desenvolvidas nas areias siliciclásticas e estão orientados preferencialmente na direção NE-SW (dunas transversais), evidenciando diferentes regimes hidrodinâmicos.

A fácies areia silicibioclástica ocorre circundando a fácies areia biosiliciclástica, próximo à foz do rio Açu, apresentando formas de fundo menos desenvolvidas que a fácies areia siliciclástica, embora com a mesma direção.

As areias bioclásticas ocorrem preferencialmente como uma faixa contínua após a areia biosiliciclástica, diferenciando-se da mesma apenas pela maior profundidade; ocorrem ainda após a foz do rio Açu, onde desenvolvem formas de fundo aproximadamente paralelas a costa (dunas longitudinais). Estas formas de fundo

apresentam entre 1,5 m a 2,0m de altura e tendem a concentrar areia bioclástica nas cristas; enquanto areias bioclásticas com grânulos e cascalhos concentram-se nas partes mais profundas entre as formas de fundo.

O cascalho bioclástico ocorre preferencialmente em profundidades maiores de 25 metros, acompanhando está isóbata. O cascalho siliciclástico e em menor proporção o cascalho bioclástico, ocorre na forma de bolsões em áreas mais rasas, onde o fundo submarino é plano. Neste último caso poderiam estar associados a depósitos residuais formados por correntes de marés de alta velocidade.

Devido à experiência da PETROBRAS em instalar plataformas de petróleo e gás no Campo de Ubarana, e outras áreas nesse setor offshore, algumas características principais da formação do leito marinho são bem conhecidas e podem ser compartilhadas agora de forma qualitativa.

No local do empreendimento o fundo marinho é constituído por areia carbonática, areia siliciclástica e predomínio de laje com ocorrência de alga calcária, conforme Figura V.1.3.1-3 (PETROBRAS, 2018). Segue uma breve descrição de cada uma das fácies:

- ✓ Areia carbonática: constituída por grãos do tamanho areia fina a grossa de composição carbonática. É a faciologia predominante na área;
- ✓ Areia siliciclástica: constituída por grãos do tamanho areia de composição siliciclástica. Ocorre restritamente em uma faixa à nordeste do local da Torre Anemométrica;
- ✓ Predomínio de laje com ocorrência de alga calcária: esta faciologia é constituída por lajes, morfologia relativamente plana, de composição carbonática e por fragmentos de conchas e algas calcárias. Ocorre disseminada na região3). A ocorrência de camadas de rochas varia de profundidades muito rasas a profundidades maiores.

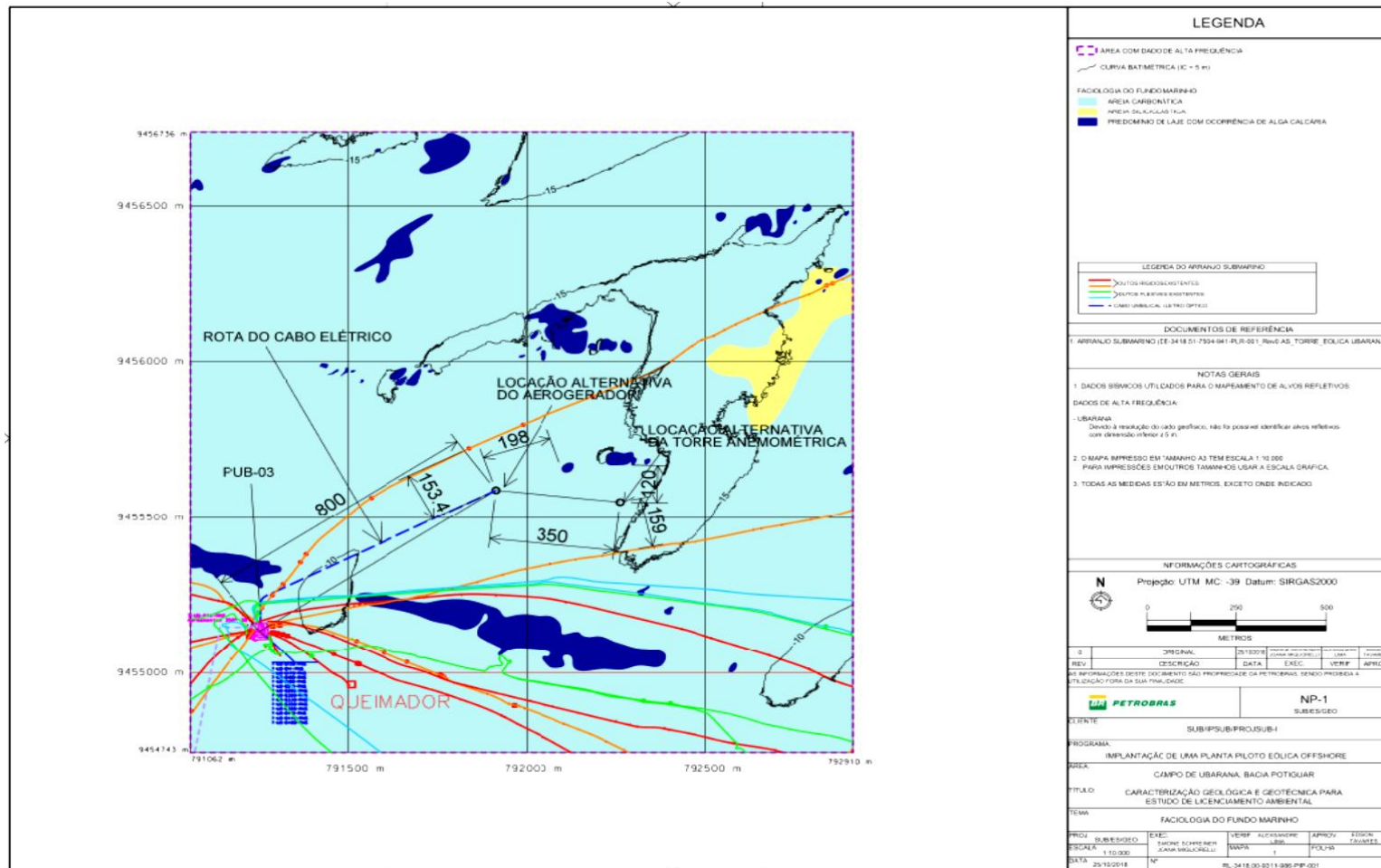


Figura V.1.3.1-3 - Mapa faciológico batimétrico do Campo de Ubarana na Baía Potiguar.

Fonte: ICF INTERNACIONAL/PETROBRAS, 2007

V.1.4 - Geomorfologia

As duas porções que configuram a Baía Potiguar, a porção emersa e a porção submersa, são morfologicamente diferenciadas e serão descritas separadamente.

V.1.4.1 Geomorfologia da Porção Emersa

As principais características geomorfológicas, ancoradas na distribuição dos ambientes de sedimentação e, portanto, das fácies sedimentares, e nas interações com o intemperismo são as funções modeladoras do relevo (clima, ventos, correntes, ondas e marés) e a paleotopografia que corresponde à estruturação do embasamento cristalino. Por estar contida na zona costeira, esses setores tiveram um papel fundamental na evolução do relevo costeiro e nas variações do nível do mar ocorridas durante o Quaternário e, principalmente, dos últimos 120.000 e 10.000 anos.

Em termos de classificação da orla marítima, em função das principais características geomorfológicas, a área se encontra na região classificada como litoral nordeste por Silveira (1964). Esse litoral se estende desde as proximidades da Baía de São Marcos (MA) até a Baía de Todos os Santos (BA). Esta imensa extensão de linha de costa pode ser ainda dividida em dois grandes macro-compartimentos: a Costa Semi-Árida, a noroeste do Cabo Calcanhar e a Costa Nordeste Oriental, também chamada de Costa dos Tabuleiros (PETROBRAS, 2006).

Toda a região é caracterizada por uma acentuada instabilidade morfológica ocasionada pela intensa ação de processos costeiros que, ao longo do Holoceno, modelaram e continuam modelando a costa. A dinâmica costeira está constantemente agindo e modificando a linha de costa através da construção e erosão de pontais arenosos e ilhas-barreira, migração de canais de maré e migração de campos de dunas sobre antigas planícies costeiras, entre outros processos (PETROBRAS, 2006).

Na paisagem costeira do Rio Grande do Norte (Figura V.1.4.1-1), o modelamento das formas de relevo é resultante da ação constante dos processos do meio físico, das condições climáticas, das variações do nível do mar, da natureza das

seqüências geológicas, das atividades neotectônicas e do suprimento de sedimentos carreados pelos rios e pela deriva litorânea. Este contexto dinâmico tem favorecido o desenvolvimento na faixa litorânea de feições erosivas, em sua maioria, e construtivas. Tais instabilidades morfológicas são amplamente detectadas na retração e progradação da linha de costa, com formação de esporões arenosos, planícies marinhas e estuarinas relacionadas às zonas de inframaré, intermaré e supramaré, bancos arenosos e areno-argilosos, barras arenosas, ilhas barreiras e dunas costeiras (ECOPLAN/NATRONTEC, 1997).

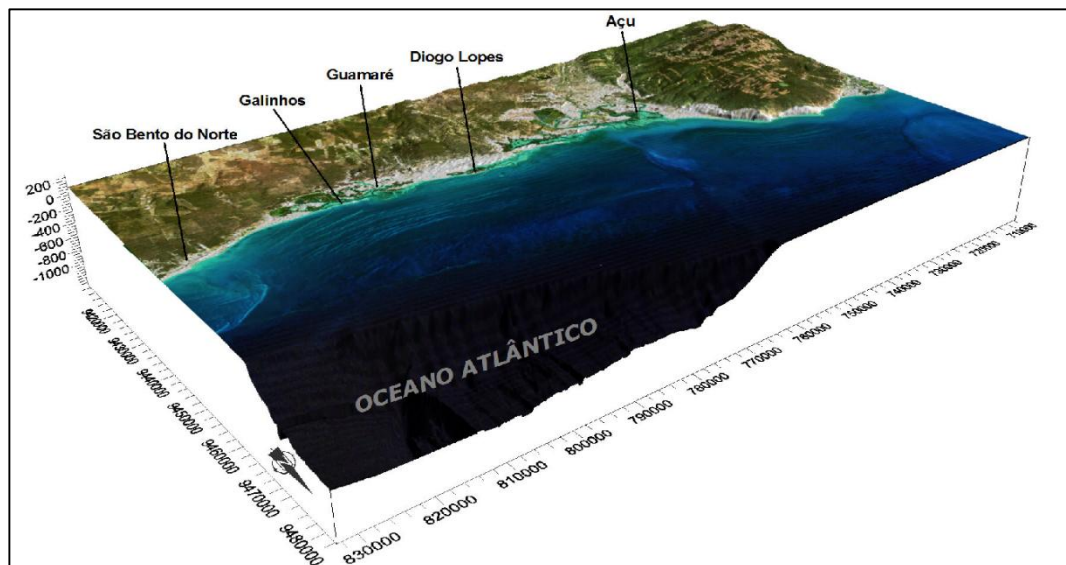


Figura V.1.4.1-1 - Modelo Digital de Terreno (MDE), mostrando a geomorfologia ao longo do litoral setentrional do Rio Grande do Norte.

Fonte: PETROBRAS, 2006

No aspecto geomorfológico, o litoral setentrional está incluído na Região Nordeste ou Litoral das Barreiras de Silveira (1964), definida pela presença acentuada dos depósitos sedimentares da Formação Barreiras, que descrevem uma superfície plana (o Tabuleiro Costeiro), suavemente inclinada em direção ao oceano. Nas regiões estuarinas como aquelas dos rios Piranhas-Açu e Apodi-Mossoró, foram identificados dois grandes domínios geomorfológicos comuns: (i) o Domínio Interior e (ii) o Domínio Estuarino-Litorâneo. A região interior ocupada pela Formação das barreiras constitui um domínio geomorfológico de distribuição contínua ao longo da costa, marcada por relevo tabular de baixa inclinação para o litoral, cotas baixas e dissecadas pelos vales fluviais. Na zona entre os tabuleiros e a faixa lito-

rânea, a confluência anastomosada do sistema de drenagem favorece o desenvolvimento da extensa planície de inundação flúvio-estuarina formada por depósitos arenosos a pelíticos comumente colonizados por algas, intercalados com depósitos de canais de maré e de transbordamento (Silveira, 2002; Amaro et al., 2002)

Portanto, a análise dos aspectos geológico e geomorfológico permite a compartimentação da paisagem costeira e estuarina do litoral setentrional nas seguintes feições: a Superfície de Aplainamento ou Superfície de Tabuleiro Costeiro; as Planícies de Inundação Flúvio-Estuarinas, onde estão os terraços flúvio-marinhos e estuarinos; as Planícies de Maré; os Campos de Dunas; as Planícies de Deflação, marcadas por intensa deflação e depressões com lagoas interdunares; e, as Praias Arenosas (Zonas de Intermaré), onde se desenvolvem os sistemas de ilhas barreiras e barras arenosas (Figura V.1.4.1-2). A seguir é apresentada a compartimentação do relevo, segundo os dados disponíveis em PETROBRAS (2006), baseada nas características morfológicas do terreno, envolvendo a análise da origem, do estágio evolutivo e da geometria do conjunto de formas presentes na região.

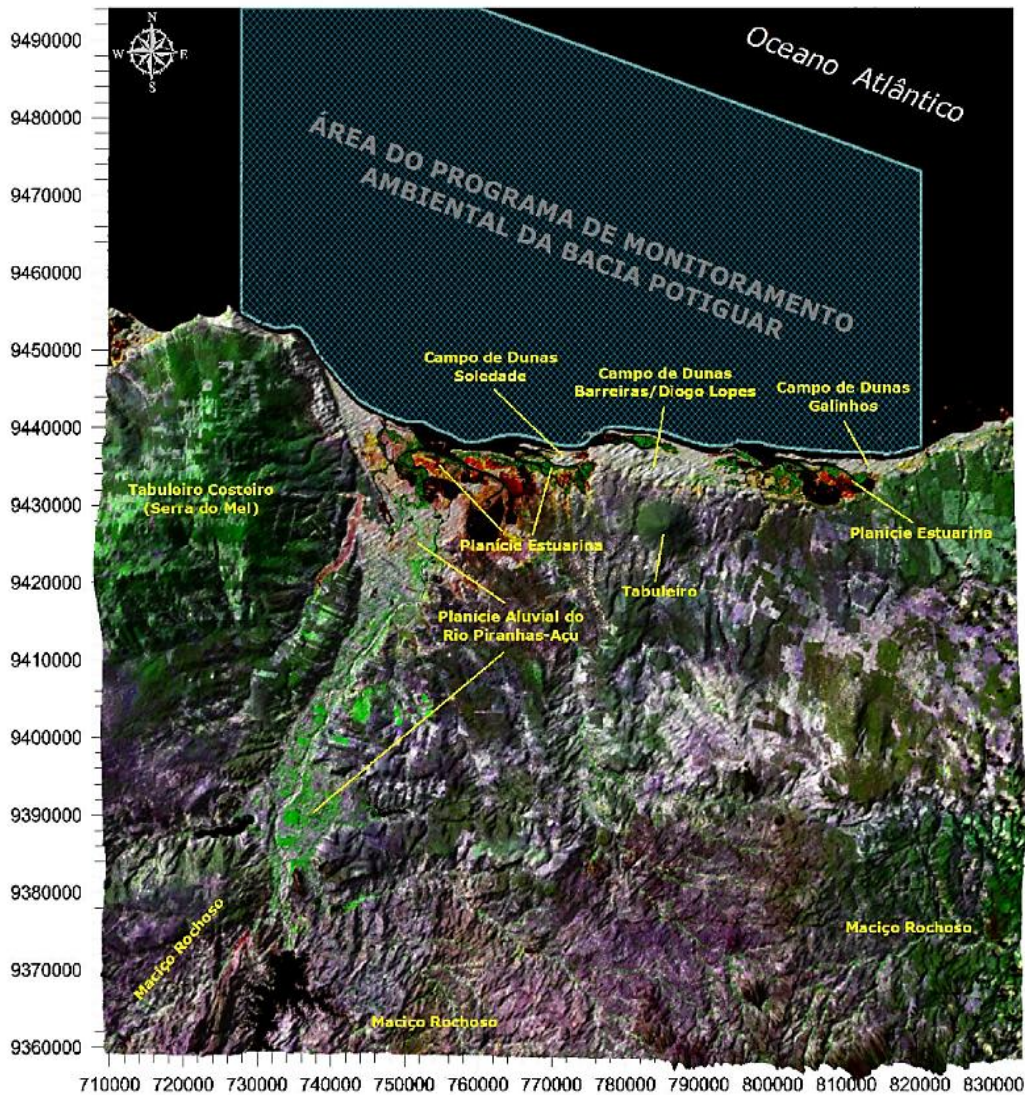


Figura V.1.4.1-2 - Modelo Digital de Terreno (MDE) combinado à uma imagem Landsat 7 ETM+, composição RGB-345, mostrando as principais feições geomorfológicas da Baía Potiguar.

Fonte: PETROBRAS, 2006

V.1.4.2 Superfície de Aplainamento ou de Tabuleiro

A Superfície de Aplainamento ou de Tabuleiro é resultante da atuação de processos dinâmicos que estão relacionados aos ciclos de espriamento de detritos marinhos, estuarinos, fluviais e lacustres. De acordo com Vilaça (1985) esta feição está relacionada à justaposição de sequências sedimentares do Terciário ao Quaternário, evidenciadas por inconformidade erosiva e paleossolos, correspondentes à Formação Barreiras e aos sedimentos arenosos de cobertura recente. Trata-se de relevo plano a suavemente ondulado, com cotas altimétricas

variando de 15 a 30 m. Esta forma de relevo é geralmente sustentada por uma crosta laterítica, frequentemente interrompida por drenagens e ravinamentos. Na região estuarina encontra-se ocupada por vegetação de caatinga densa a rala sobre o relevo plano a suavemente ondulado, alcançando variações altimétricas da ordem de 20 a 70 m.

Na porção entre o Distrito de Galos, próximo a Galinhos, e a Serra do Mel há a formação de falésias com até 30 m, resultantes do retrabalhamento do mar sobre a superfície de Tabuleiro Costeiro, que se dá pelo solapamento da base. Na região, as principais feições morfológicas de falésia são encontradas em frente à Ponta do Tubarão, na praia de Chico Martins e na Serra do Mel. Estas superfícies de aplainamento apresentam feições abruptas e escarpadas, com aproximadamente 30 a 60 m de altura e origem relacionada à abrasão das ondas sobre as sequências Tercio-Quaternárias da Formação Barreiras (Figura V.1.4.2-1).



Figura V.1.4.2-1 - A imagem da esquerda diz respeito as falésias entre a Serra do Mel; enquanto aquela da direita são as Bermas entre Porto do Mangue e Areia Branca/RN, mostrando feições abruptas e escarpadas.

Fonte: PETROBRAS (2006)

V.1.4.3 Planície de Inundação Flúvio-Estuarina

Este compartimento é descrito ao longo dos rios onde formam superfícies planas e suavemente inclinadas, poucos metros acima do nível médio das águas fluviais ou estuarinas, inundáveis em períodos de sizígias. A origem das planícies

de inundação fluvial está relacionada às antigas áreas de planície de maré estuarina, atualmente sujeitas à dinâmica fluvial e transbordamentos dos canais durante as cheias (PETROBRAS, 2006).

No interior dos estuários são comuns os terraços estuarinos que constituem superfícies horizontais, ou levemente inclinadas, com altitude de 0 a 2,0 m em relação ao nível médio das águas. Tais terraços, às margens dos leitos atuais e/ou no interior em forma de ilha, são vestígios de assoreamento de planícies estuarinas antigas em níveis mais elevados, caracterizadas principalmente por depósitos aluviais. A Figura V.1.4.3-1 mostra áreas de planícies de inundação ocupadas por atividades econômicas, tais como as salinas no rio das Conchas e na desembocadura do rio Açu, localizados nos municípios de Porto de Mangue e Macau, respectivamente.



Figura V.1.4.3-1 - A vista aérea da esquerda registra a planície de inundação estuarina e terraços estuarinos da região da Ponta do Tubarão, Município de Macau/RN; Enquanto aquela da direita apresenta o aspecto geral das planícies flúvio-estuarinas ocupadas por extensas salinas, Município de Macau.

Fonte: PETROBRAS (2006)

V.1.4.4 Planície de Maré

Esta feição geomorfológica corresponde às áreas de baixo gradiente próximas à linha de costa, com declividade baixa em direção ao mar e/ou canais principais de drenagem (Figura V.1.4.4-1). Trata-se de feição caracterizada como área mista coberta durante as marés estuarinas enchentes e descobertas durante as vazantes e composta por três zonas: supramaré, intermaré e inframaré. A planície

de maré é frequentemente recortada por canais de maré acentuadamente curvilíneos e que apresenta cotas máximas de cerca de 03 m. Nessa feição estão presentes depósitos do ecossistema manguezal, definidos pelas características sedimentológicas e composições florística e faunística. Como em outros locais em todo o país encontram-se como principais espécies florísticas: a *Rhizophora mangle* (Mangue Vermelho), a *Avicennia germinans* (Mangue Preto), a *Laguncularia racemosa* (Mangue Branco) e a *Conocarpus erectus* (Mangue-de-Botão) (PETROBRAS, 2006; Amaro e Costa, 2102).

A zona de supramaré situa-se num nível superior ao alcançado pelas marés médias de quadratura sendo, portanto, somente atingida durante as preamares de sizígia. Na parte superior da zona de supramarés, são observados tapetes algais, enquanto que na porção inferior são observadas poucas tocas de caranguejos e quase total ausência de vegetação. A zona intermarés situa-se entre as cotas de 0,6 - 2,6 m, estando sujeita constantemente a inundação/exposição pelas águas. Na zona intermaré, ocorre o desenvolvimento da vegetação de mangue, constituindo um importante ecossistema local, servindo com área de criadouro natural de diversas espécies importantes na economia local. A zona de inframaré está constantemente submersa, salvo em baixamares excepcionais de sizígia (PETROBRAS, 2006).



Figura V.1.4.4-1 - Vista aérea da planície de maré, Município de Diogo Lopes, com destaque para os bancos lamosos emersos na baixamar.

Fonte: PETROBRAS (2006)

V.1.4.5 Barras Arenosas Emersas

As barras arenosas emersas, também referidas como feições de restinga, correspondem a depósitos de areias de origem estuarinas e marinhas acrescidos à zona de praia (Figura V.1.4.5-1A), com relevo plano a suavemente ondulado, de grande instabilidade dinâmica. Por vezes formam ilhas alongadas paralelas à costa (Figura V.1.4.5-1B). A origem destas feições está associada à colmatação dos depósitos de areias bem superior aos efeitos de erosão marinha, resultando em progradação da linha de costa. Estas feições estão sujeitas à ação das correntes de deriva litorânea, de sentido para W nesta região, à ação dos ventos dominantes de sentido para SW e das correntes de marés, além da interferência de fatores como a submergência do estuário.



Figura V.1.4.5-1 - A imagem da esquerda (A) apresenta o aspecto geral da barra arenosa emersa do Amaro; enquanto que aquela da direita (B) diz respeito a Ilha barreira da Barra do Corta Cachorro, entre o mar e o rio Casqueira.

Fonte: PETROBRAS (2006)

V.1.4.6 Campos de Dunas Móveis e Dunas Fixas

O campo de dunas móveis está representado por depósitos de areia média a muito fina inconsolidadas, bem selecionadas, com coloração variando de cinza clara (superfície) a esbranquiçada (subsuperfície), desprovidas de cobertura vegetal, sujeitas à dissipação pelos ventos, formando bacias de deflação na base a sotavento caracterizando formas de meia lua, nominadas dunas barcanas (Figura V.1.4.6-1). Vários estágios destas feições podem ser observados, desde os depósitos praias que remobilizados pela ação eólica dão forma aos feixes de cordões litorâneos, que retrabalhados pelo vento dão origem às dunas típicas. As bacias de deflação são feições do relevo em forma de depressão semicircular, por vezes acumuladoras de água pluvial, escavadas nos declives das dunas móveis. A origem está relacionada à formação de redemoinhos de ventos que dissipam as areias em todas as direções (Vilaça, 1985).



Figura V.1.4.6-1- A imagem da esquerda ilustra o aspecto geral do campo de dunas móveis recentes e a formação de pequenas barcanas no pós-praia; enquanto que aquela da direita evidencia os campos de dunas móveis no Município de Guararé.

Fonte: PETROBRAS (2006) e Prefeitura de Guararé (2006)

A região de dunas eólicas e pontais arenosos de Galinhos/RN e da Ponta do Tubarão/RN caracterizam-se pela presença de cordões dessas dunas posicionados no sentido NE-E (conforme descrito como Barras Arenosas), apresentando pequenas lagoas nas zonas mais baixas. Pontais arenosos entrecortados por canais moldam a configuração da linha de costa, sendo controlados pela ação da maré e da deriva litorânea no sentido E-W. A região de dunas eólicas da Ponta do Mel e

do Ponta do Cristóvão/RN apresenta uma linha de costa sem a presença de canais ou áreas acrecionais de grande porte, como ocorre na Ponta do Tubarão, com as dunas orientadas nas direções NE-W na porção oriental, e NNE-W na porção ocidental. Ao longo da zona intermaré há formações de arenitos de praia, às vezes expostos na maré baixa. A região das dunas eólicas de Tibau/RN apresenta uma linha de costa orientada no sentido SE-NW, sem a presença de canais ou esporões. As dunas existentes apresentam uma orientação E-SW (ICF International/PETROBRAS, 2007).

Em algumas áreas se observa as dunas parcialmente fixadas por vegetação esparsa e, portanto, sujeitas a dissipação de areia menos intensa do que as dunas móveis. Trata-se de feições em forma de cordões longitudinais isolados em forma de grampo de cabelo, com flancos convexos e cotas altimétricas médias de até 30m. Por vezes, ocorre sobreposição dos cordões dando origem à forma de língua. A origem das dunas fixas está relacionada provavelmente a processos de regressão marinha, coincidentes com períodos de clima árido a semiárido, que deixaram expostas os depósitos de areias. Estes depósitos constituíram reservas de areias que foram remobilizados pela ação eólica em direção ao continente (PETROBRAS, 2006).

Como citado anteriormente, esta porção da costa é afetada intensamente por processos hidrodinâmicos. A dinâmica do vento, ondas, marés e correntes impedem o crescimento dos esporões arenosos para oeste. Além disso, ocorre também a formação e migração de inúmeros bancos de areia submersos. Nas desembocaduras dos canais de maré, deltas de maré vazante são formados, sendo paulatinamente incorporados ao continente. As areias, quando atingem a linha de costa e são expostas sub-aereamente, retrabalhadas pelos ventos predominantes, e levando ao desenvolvimento do campo de dunas (PETROBRAS, 2006). O Modelo Digital de Elevação (MDE) da Figura V.1.4.6-2 destaca o campo de dunas e a planície litorânea, existente entre a praia e as dunas compreendido entre Guamaré e Diogo Lopes.

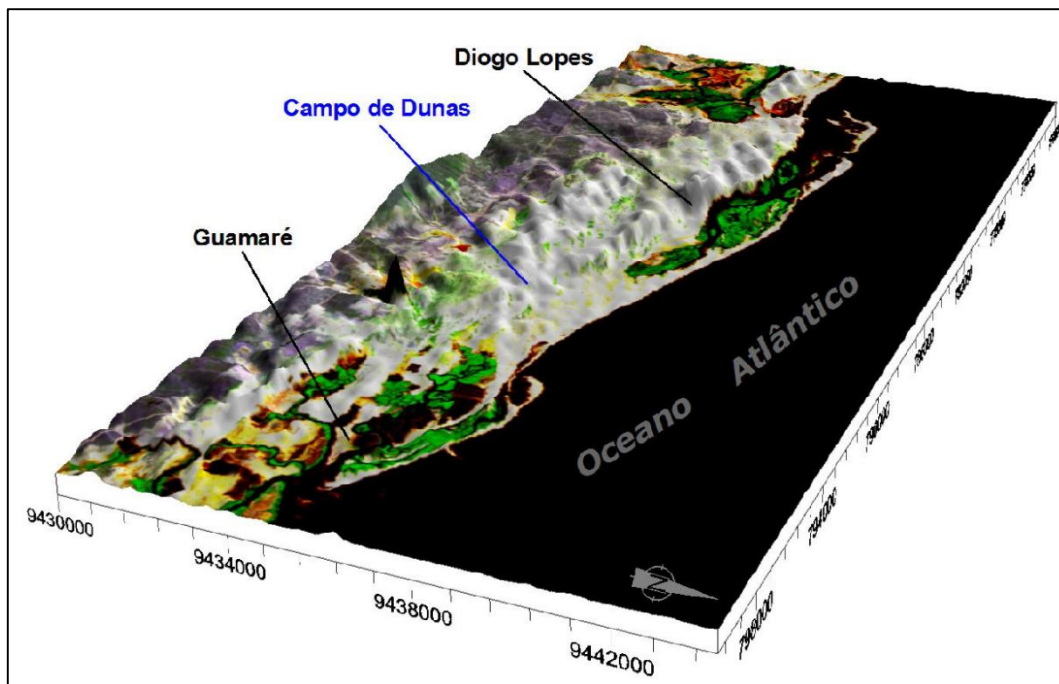


Figura V.1.4.6-2 - Modelo Digital de Elevação (MDE) combinado com a imagem Landsat 7 ETM+RGB 321, mostrando o campo de dunas entre Guararé e Diogo Lopes.

Fonte: (PETROBRAS 2006)

V.1.4.7 Planície de Deflação

Este compartimento do relevo compreende comumente área entre a zona de praia e o campo de dunas móveis e/ou fixas, com relevo plano com ondulações suaves e declividade predominantemente para o oceano, e cotas altimétricas entre 2 a 5 m (Figura V.1.4.7-1). A origem desta feição está relacionada a processos de remoção e transporte de sedimentos médios a finos pela ação do vento, resultando na formação de depressões extensas, definindo esta planície como uma faixa de transição de areias e, portanto, sujeita às intensas modificações temporais. Por vezes, os terraços flúvio-estuarinos e/ou marinhos presentes nesta área encontram-se mascarados pela dinâmica dos depósitos areia eólica. Estes sedimentos são provenientes da zona de praia, de onde são remobilizados na direção do continente pela ação eólica, e realimentam o campo de dunas móveis.



Figura V.1.4.7-1 - Retirada da areia de praia do pós-praia pelo vento para formação dos campos de dunas.

Fonte: PETROBRAS (2006).

V.1.4.8 Geomorfologia da Porção Submersa

Estudos recentes fornecem uma nova revisão sobre a geomorfologia do ambiente plataformal e implicações neotectônicas do arcabouço tectono-sedimentar na Baía Potiguar imersa (Gomes et al., 2014). A evidência primária no relevo plataformal é a coincidência entre a morfologia da plataforma e estruturas do arcabouço tectônico da bacia. As falhas na zona costeira, Ubarana, Pescada e de borda da bacia compartimentam a porção leste da plataforma em três ambientes. Essas falhas são paralelas a costa com trend aproximadamente ENE-WSW, emergem do embasamento, geram feições incomuns e isoladas, e o campo de tensões atual da bacia sugere uma reativação com cinemática normal dessas falhas. Os resultados obtidos indicam claramente a correlação entre a geometria da margem, o atual relevo da plataforma e as falhas da fase rifte, que sofreram reativação tectônica.

Gomes et al., (2014) constataram o alto grau de correlação entre a configuração de relevo plataformal da Baía Potiguar e seu arcabouço estrutural. A compartimentação da plataforma em três ambientes, proposta na literatura (Gomes e Vital, 2010), baseada na distribuição de fácies sedimentares e formas de fundo, é corroborada pela segmentação estrutural e pelas anomalias de relevo observadas por Gomes et al (2014). Os limites apresentados para plataforma continental interna, média e externa (que correspondem a limites de 12 m, 25 m e 60 m) são os mais coerentes para a região central dessa plataforma continental, ao se considerar

a integração dos dados analisados. Algumas feições estudadas, como a Coroa das Lavadeiras e a Coroa Branca, revelam que esses depósitos arenosos isolados não são formados apenas por processos hidrodinâmicos, mas sua disposição espacial indica que estruturas pretéritas servem como trapa deposicional. Outro forte indício de controle tectônico na evolução morfológica da plataforma continental são as incisões submersas dos vales do rio Açú e do rio Apodi em períodos de mar baixo. A variação morfológica desses vales incisos é claramente relacionada com os falhamentos pré-existentes, o que sugere a reativação desses sistemas de falhamentos no Quaternário, bem como a associação entre os degraus na plataforma externa com as falhas paralelas a Falha de Pescada (Figura V.1.4.8-1), o que sugere que esses falhamentos atingiram a superfície.

O ambiente marinho da Bacia Potiguar imersa apresenta fisiografia de plataforma continental e talude, limitada pela linha de costa e estendendo-se em direção ao talude, com transição em profundidades entre de 40 m e 60 m. A plataforma pode ser dividida em plataforma interna, média e externa (Gomes e Vital, 2010), com base na revisão da caracterização geomorfológica e sedimentológica (Figura V.1.4.8-2).

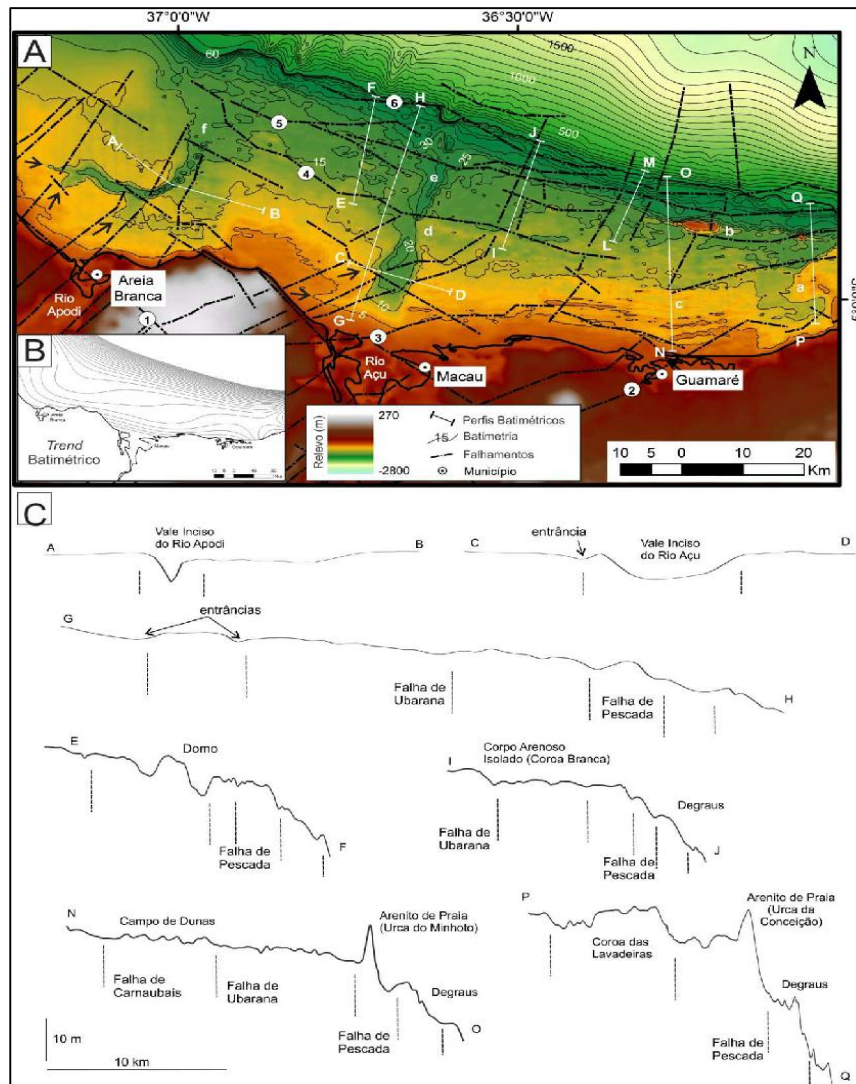


Figura V.1.4.8-1 - A) Mapa batimétrico da Baía Potiguar imersa, destacando em: a, Coroa das Lavadeiras; b, Urca do Minhoto; c, Campo de dunas subaquosas; d, Coroa Branca; e, vale inciso do Rio Açú; f, vale inciso do Rio Apodi. Setas indicam entrâncias nas bordas do vale. (B) Superfície de tendência batimétrica regional da plataforma continental. (C) Perfis batimétricos (A-B, C-D, E-F, G-H, I-J, L-M, N-O, P-Q) indicam mudanças no relevo sob ocorrência de falhas. O sistema de falhas foi compilado de Angelim (2006): (1) Afonso Bezerra; (2) Carnaubais; (3) Macau; (4) Ubarana; (5) Pescada; (6) Borda da Baía.

Fonte: Gomes et al. (2014)

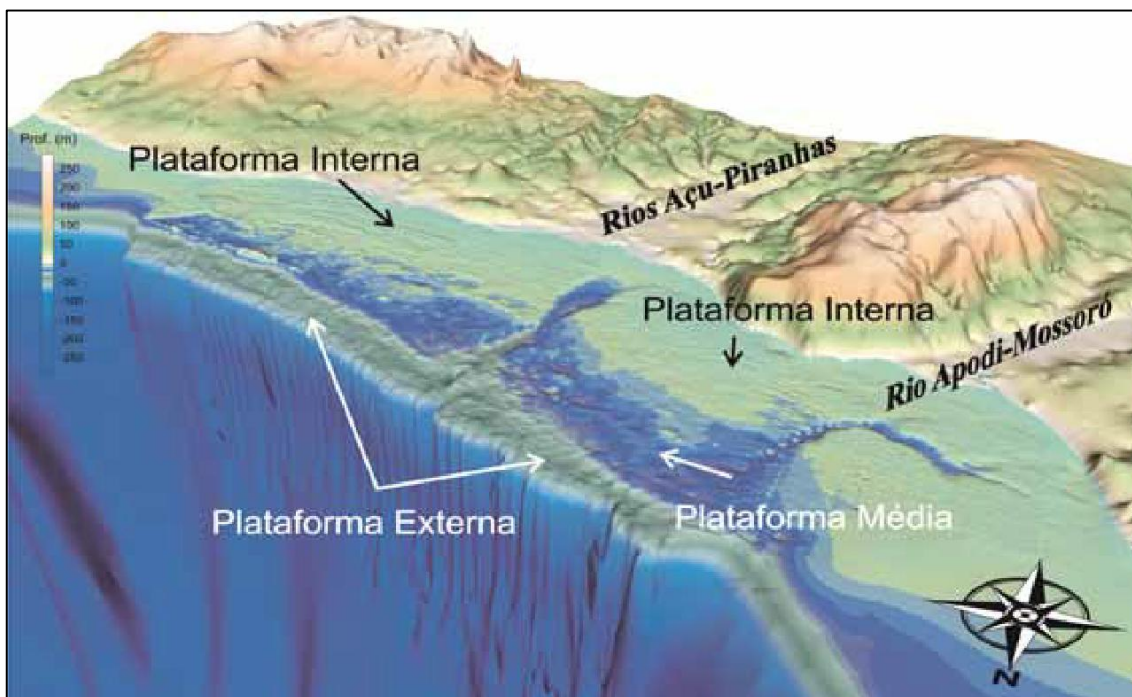


Figura V.1.4.8-2- Modelo Digital do Terreno destacando a delimitação da plataforma continental em suas divisões em plataforma interna, média e externa (Gomes e Vital 2010).

A plataforma continental interna é limitada pela isóbata de 12 m com relevo suave envolvendo extensos campos de dunas longitudinais, com predominância de sedimentos siliciclásticos; a plataforma média está limitada entre as isóbatas de 12 m e 25 m, caracterizada pela ocorrência mista de sedimentos e dunas transversais; a plataforma externa é estreita com declividade superior à da plataforma média e limita-se entre as isóbatas de 25 até 60 m de profundidade. O limite entre a plataforma média e externa é bem marcado, na porção central desta plataforma, por uma extensa linha de antigas rochas praias. Essa região de plataforma externa apresenta predominância de sedimentos bioclásticos e proeminentes desníveis batimétricos. Do limite externo da plataforma ao início da planície abissal, ocorre um desnível superior a 2000 m sobre o talude e o sopé continental.

Ainda segundo Gomes e Vital (2010), as principais feições submarinas observadas sobre a plataforma continental são: região de dunas subaquáticas; campo de dunas longitudinais na plataforma interna; os vales incisos do Rio Açú e do Rio Apodi-Mossoró; dunas transversais na plataforma média; arenitos praias (beachrocks); e, corpo arenoso marinho raso isolado (Coroa das Lavadeiras na porção leste da área) (Figura V.1.4.8-3).

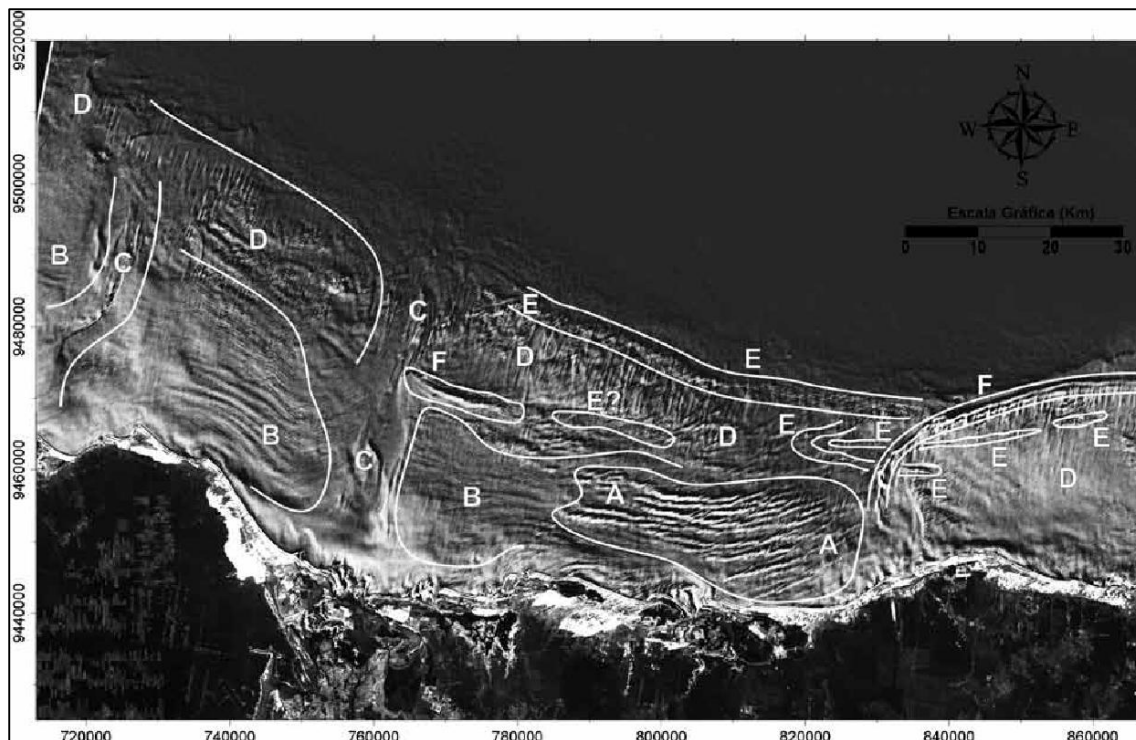


Figura V.1.4.8-3 - Imagem Landsat 7-ETM+ destacando as principais feições geomorfológicas (Modificado de Vital et al. 2008) sobre a plataforma continental setentrional do Rio Grande do Norte. A) Campos de Dunas longitudinais simétricas e assimétricas; B) Dunas subaquáticas longitudinais paralelas à costa; C) Paleocanais do Rio Açu (leste) e Rio Mossoró (oeste); D) Campos de Dunas transversais; E) Linhas de rochas praias (beachrocks); F) Corpos arenosos marinho raso isolados.

Fonte: Gomes e Vital, 2010

Arenitos Praiais (Beachrocks)

A identificação das rochas praias (beachrocks) na plataforma continental tem grande importância na correlação entre a variação do nível do mar e a incisão do paleovale, pois representam antigas linhas de costa. A cimentação desses arenitos praias é gerada por carbonato de cálcio e ocorre num processo rápido em períodos de 10 a 15 anos, preservando a evidência da posição do nível relativo do mar para a sua formação.

As linhas de rochas praias identificadas estão geralmente dispostas na direção E-W. Alguns destes afloramentos submarinos são interceptados e cobertos pela formação de corpos arenosos isolados na região ao longo da Coroa das Lava-deiras (Figura V.1.4.8-4) e seguem em direção ao Alto de Touros. Alguns corpos similares são identificados em frente a Diogo Lopes. O lineamento mais extenso

localiza-se próximo à quebra da plataforma, com expressão contínua entre a Coroa das Lavadeiras, em frente à região de São Bento do Norte, e o vale submerso do rio Açú. Este lineamento representa um desnível batimétrico na porção leste, próximo à Coroa das Lavadeiras (Praia do Minhoto), podendo ser de origem tectônica, alcançando posições acima do nível relativo do mar atual.

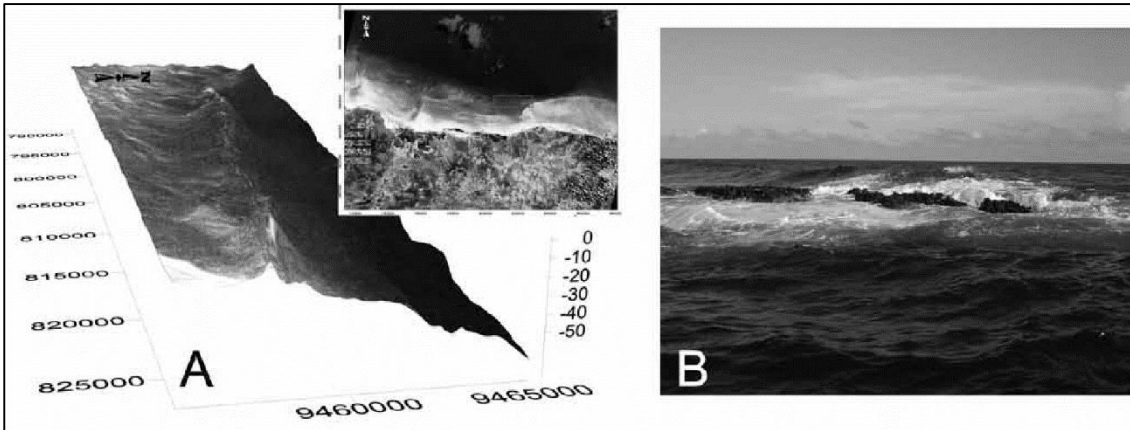


Figura V.1.4.8-4 - A) Modelo Digital de Terreno e imagem da linha dos arenitos praias (beachrocks) localizadas próximo à quebra da plataforma. B) Rochas praias acima do atual nível do mar.

Fonte: Cabral Neto e Gomes e Vital 2010

Corpo Arenoso Marinho Raso Isolado e Dunas Subaquáticas

Trata-se de feição geomorfológica caracterizada como um corpo arenoso marinho raso isolado (Vital et al., 2008). Apresenta-se como um alto em forma curva posicionado paralelamente à linha da costa com mudança de direção do seu contorno para sudoeste, por vezes se sobrepondo a linhas de rochas praias.

As estruturas sedimentares observáveis em imagens de satélite são interpretadas como o retrabalhamento dos sedimentos por correntes, provocando deposição ou erosão, deixando a água turva. As diversas formas de feições submarinas são modeladas pela ação de correntes indicando que os tipos de feições e suas formas (transversais e longitudinais) dependem da velocidade do fluxo e do tipo de sedimento recobrimo a plataforma. No entanto, a Coroa das Lavadeiras, formada na extremidade oeste do Alto de Touros, constitui uma barreira para o transporte sedimentar (Tabosa e Vital 2006).

O campo de dunas subaquáticas que se desenvolvem a oeste da Coroa das Lavadeiras, em menor amplitude batimétrica (Figura V.1.4.8-5). Essas dunas apresentam-se orientadas longitudinalmente na direção NE-SW, sendo formas de leito

simétricas e assimétricas de grande comprimento de onda, que indicariam sentido das correntes sobre a plataforma para NW (Vital et al., 2008). Observadas em menor escala, esse conjunto de dunas tem-se o alinhamento aproximado na direção EW que se estende por toda área identificada na Figura V.1.4.8-5A. As dunas simétricas apresentam comprimento variando de 100 m a 500 m e altura entre 0,5 m a 6 m, as assimétricas apresentam comprimento variando de 60 m a 190 m de altura entre 0,5 m a 1 m, e distância máxima entre cristas é de 1,5 km (Gomes et al., 2007a).

Lateralmente a esse campo de dunas subaquáticas, a margem leste e oeste do vale submerso do rio Açu, na extensão da plataforma interna, ocorrem dunas longitudinais, que apresentam uma extensão contínua e paralela à linha de costa, estendendo-se desde a profundidade de cerca de 2,0 m até o início da plataforma média. A morfologia de cristas e cavas apresenta larguras variando 300 e 800 m, alturas entre 1,0m e 3,0 m e comprimento entre 300 m e 1500 m.

Na plataforma média observa-se um padrão de dunas transversais perpendiculares à linha de costa, diferindo dos outros padrões. Essas dunas também podem ser observadas nas imagens de satélite sobre a plataforma adjacente, a Plataforma de Aracati (Oliveira et al. 2008), e sobre o Alto de Touros (Viana et al. 1991; Testa e Bosence 1998). Sua origem ainda é pouco discutida, mas pode estar ligada a correntes mais profundas que atingem a borda da plataforma continental.

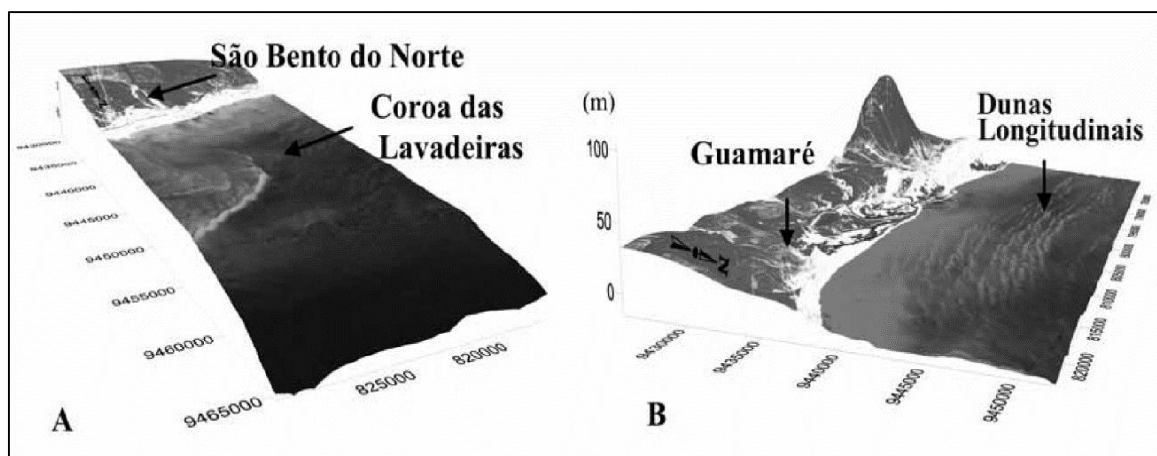


Figura V.1.4.8-5 - A) Corpo arenoso submerso isolado – Coroa das Lavadeiras; B) Campo de dunas.

Fonte: Gomes e Vital, 2010)

Sistema de Vales Incisos

Sobre a plataforma continental da Baía Potiguar são identificados dois expressivos vales incisos, antigos vales atualmente submersos ou nominados também de paleovales, que recebem o nome dos dois principais rios do arcabouço hidrográfico da planície costeira setentrional do Rio Grande do Norte: o rio Piranhas-Açu e o rio Apodi-Mossoró. Estão situados aproximadamente perpendiculares à linha de costa, em setores de baixo gradiente em direção ao mar, onde formam superfícies de inundação planas a suavemente inclinadas (planície de maré e flúvio/estuarina).

O paleovale do rio Apodi-Mossoró esteve ligado, em situação de nível de mar baixo, a pelo menos três outros rios. Provavelmente, o arrasamento das isóbatas nas extremidades desses canais foi causado por aumento de espaço de acomodação e, conseqüentemente, deposição de sedimentos fluviais. Lima e Vital (2006) descrevem as características morfológicas do paleovale, as quais indicam duas direções gerais para o canal principal NW-SE e NE-SE e profundidades máximas de 30 m. Segundo os dados de batimetria e altimetria integrados na confecção do Modelo Digital de Terreno (Figura V.1.4.8-6), pode-se reconhecer direções das principais feições estruturais que interligam o paleovale aos rios correspondentes no continente.

A depressão do grande rio atual, o rio Açu, estende-se desde a foz até a borda do talude continental, atingindo profundidades máximas de 32 m na plataforma continental, que se estende como vales submersos até o talude, nesse ponto distando 35 km da foz e com mesma orientação NNE do atual (Figura V.1.4.8-7).

Esses dois grandes rios são interpretados como vales incisos formados em situação de queda do nível do mar, e posteriormente preenchidos por sedimentos pleistocênicos e holocênicos (Vital et al., 2008), que na superfície do interior do vale do rio Açu são compostos por lama terrígena nas porções proximais e que se alternam para lamas carbonáticas nas porções mais distais (Vital et al., 2005b, 2008).

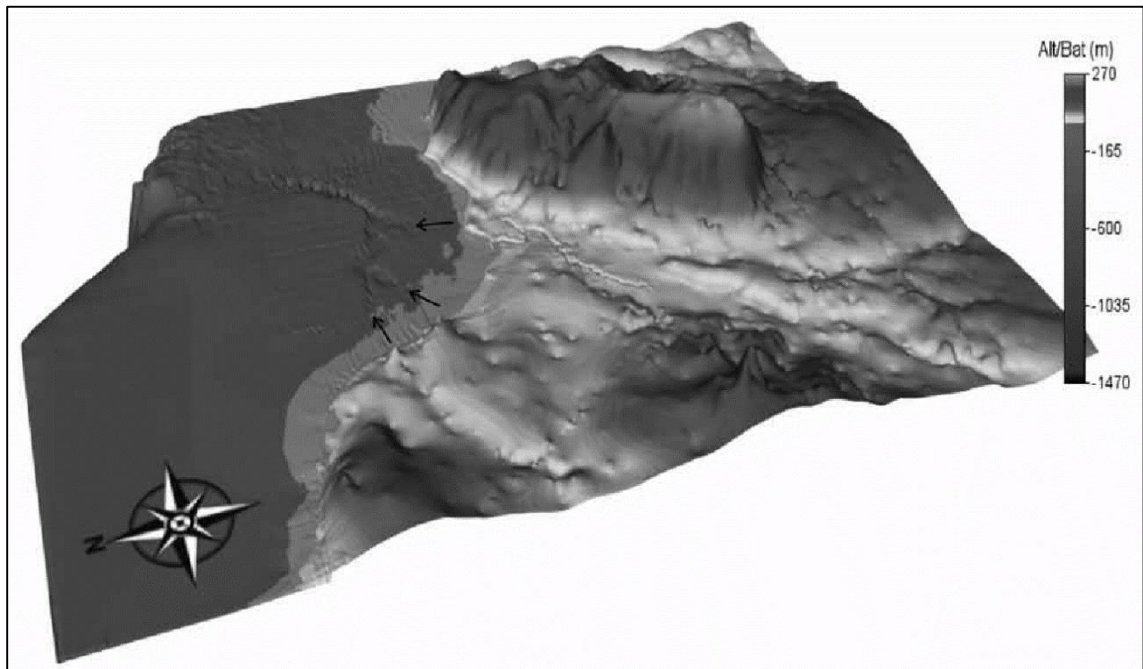


Figura V.1.4.8-6- Modelo Digital de Terreno na região do rio Apodi e do seu paleovale sobre a plataforma continental (Gomes e Vital 2010).

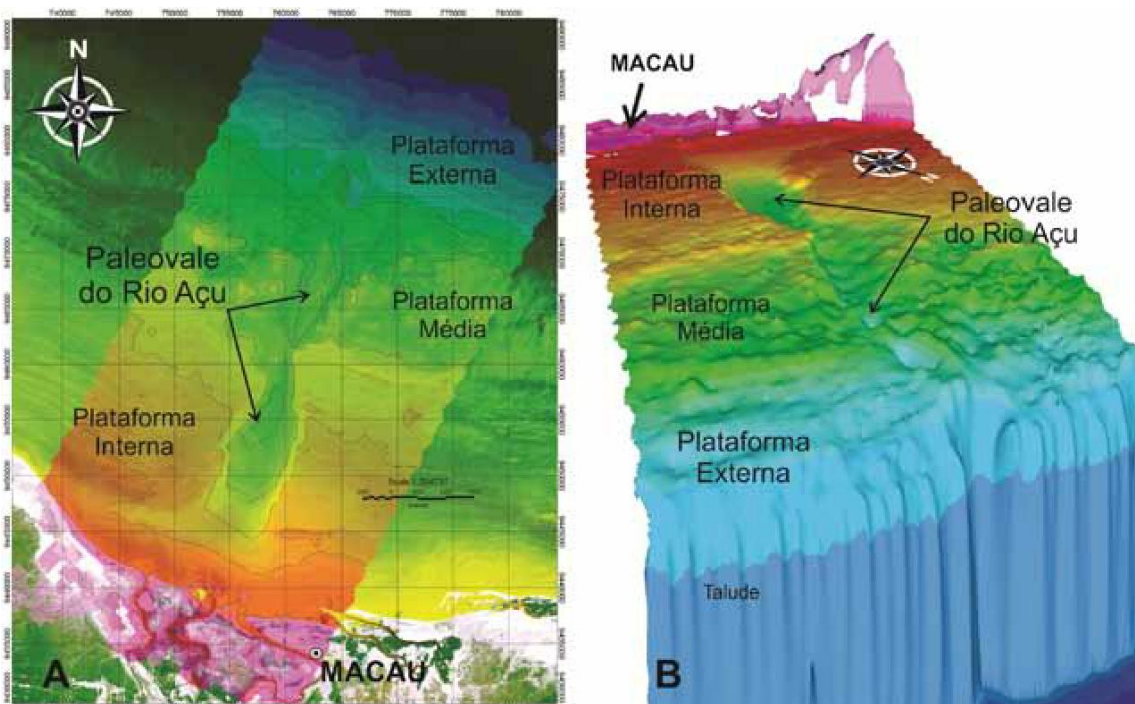


Figura V.1.4.8-7- A) Mapa da batimetria em curvas de isóbatas; e, (B) Modelo Digital de Terreno na região do paleovale do rio Açú sobre a plataforma continental interna (em tons vermelho-amarelados), média (em tons verdes) e externa (em tons azuis) (Gomes e Vital 2010).

V.1.5 - Qualidade da Água Marinha

Os dados de Qualidade da Água Marinha se referem às Campanhas do Projeto de Caracterização e Monitoramento Ambiental da Bacia Potiguar (Petrobras, 2006) ocorridas em julho de 2002 (1ª campanha-C1); em maio de 2003 (2ª campanha-C2); em novembro de 2003 (3ª campanha-C3) e em maio de 2004 (4ª campanha-C4); nas Campanhas do Relatório Anual da Atividades do Projeto de Monitoramento Ambiental da Bacia Potiguar (2011) e no Relatório Anual da Atividades do Projeto de Monitoramento Ambiental da Bacia Potiguar (2015).

Nestas campanhas foram coletadas amostras para análises de parâmetros físico-químicos da água e geoquímicos (sedimento). A Figura V.1.5-1 apresenta a malha de amostragem da Bacia Potiguar, e no polígono em destaque, o enquadramento da área que compreende o Planta Piloto de Geração Eólica Offshore. Esta área corresponde às estações de monitoramento da Campanha - C2 (Plataforma interna, 10-20 m de profundidade) realizadas em maio de 2003, mais especificamente às estações BPot06, BPot07, BPot011, BPot012 e BPot017 que se encontram nas mediações do Campo Ubarana.

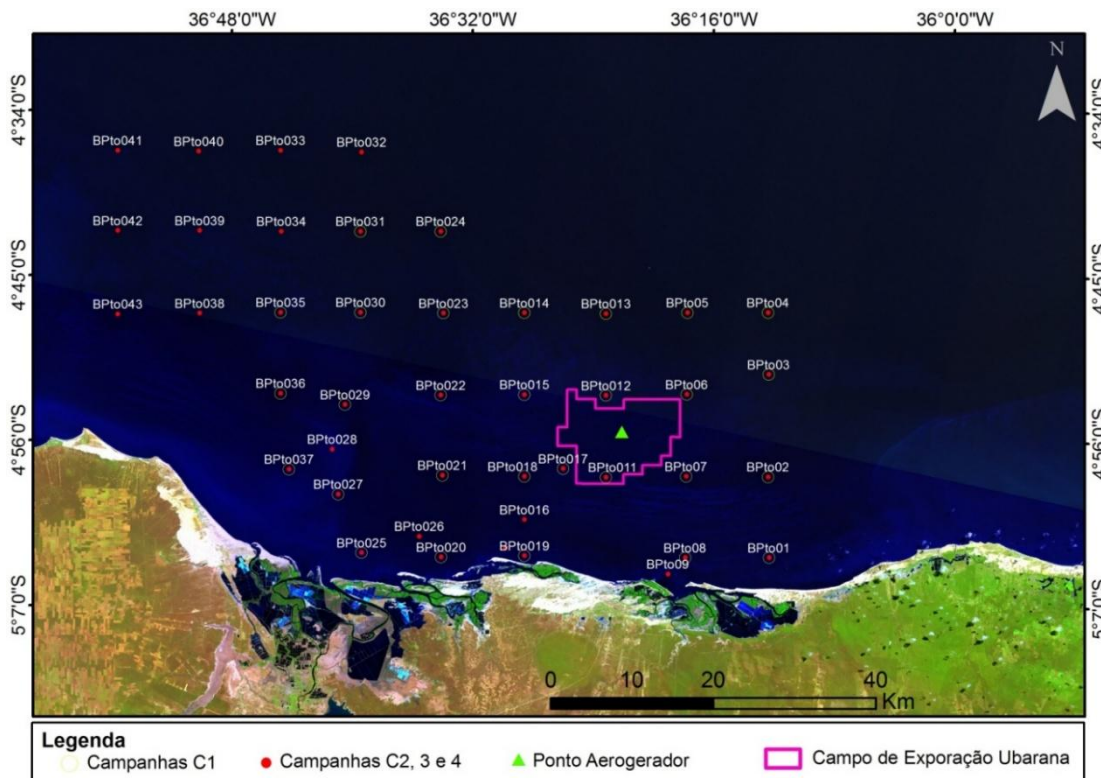


Figura V.1.5-1 - Mapa de localização das estações de amostragem dos parâmetros físicos e químicos da Bacia Potiguar.

V.1.5.1 - Transparência da Coluna D'água

A transparência da água foi elevada variando sazonalmente, com valores medianos oscilando entre 10,0 m (C4-maio de 2004) e 5,0 m (C3-novembro de 2003). Nas estações situadas nos transectos costeiro e da plataforma interna a camada fótica alcançou toda a coluna de água, exceto na campanha 3. Na Figura V.1.5.1-1 verificou-se a distribuição horizontal da profundidade de disco de Secchi na malha amostral da Baía Potiguar em maio de 2004, com destaque, para a área adjacente ao projeto piloto para geração eólica offshore (PETROBRAS, 2006).

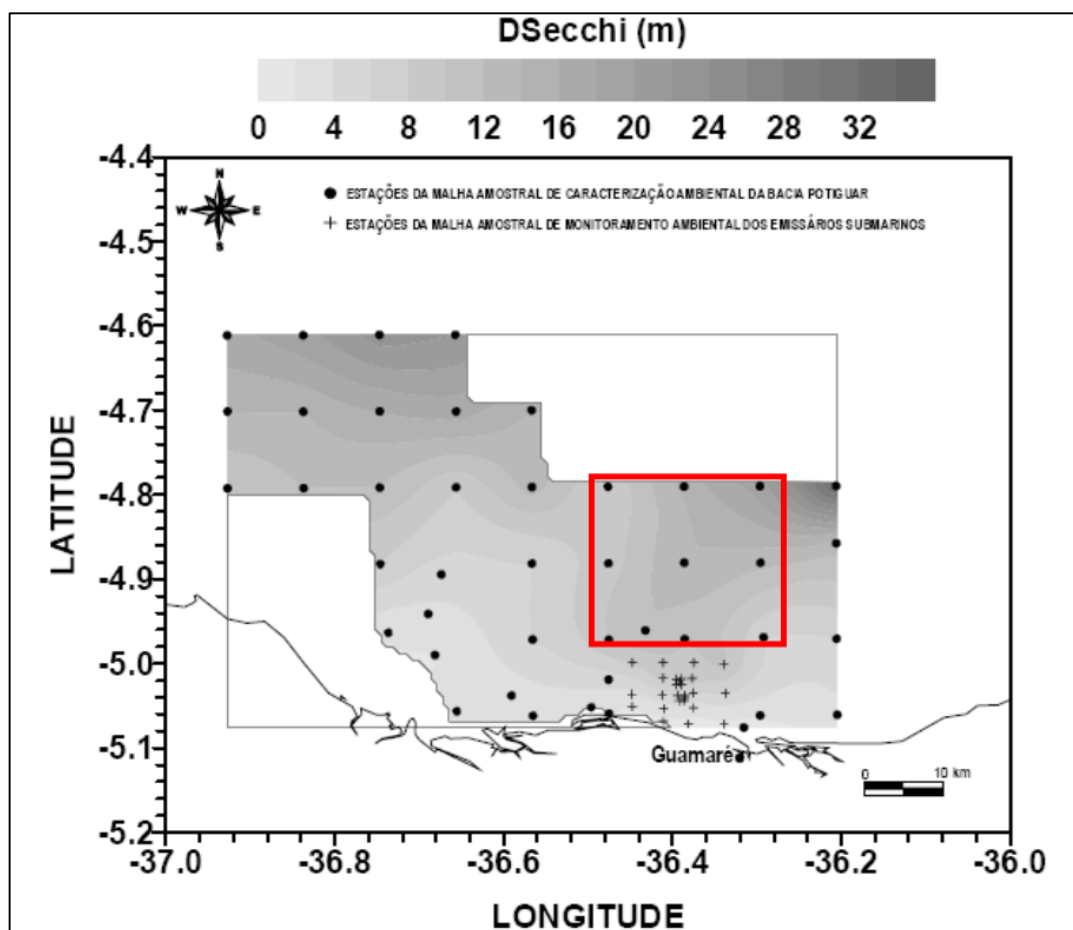


Figura V.1.5.1-1 - Mapa de transparência da profundidade de disco de Secchi na malha amostral da Baía Potiguar em maio de 2004.

Nos resultados obtidos pelo Relatório Anual das Atividades de Monitoramento Ambiental da Baía Potiguar (PETROBRAS, 2011), dos pontos de amostragem (Figura V.1.5.1-2) das campanhas realizadas entre outubro de 2009 (período seco) a abril-maio de 2010 (período chuvoso), os valores da transparência pelo

disco de secchi (valores em metros) apresentaram variações em relação as campanhas anteriores e em relação as duas campanhas sazonais.

Em outra campanha realizada em janeiro e julho de 2014, o comportamento da transparência da coluna d'água mostrou-se significativamente diferente em relação a 2009 e 2010.

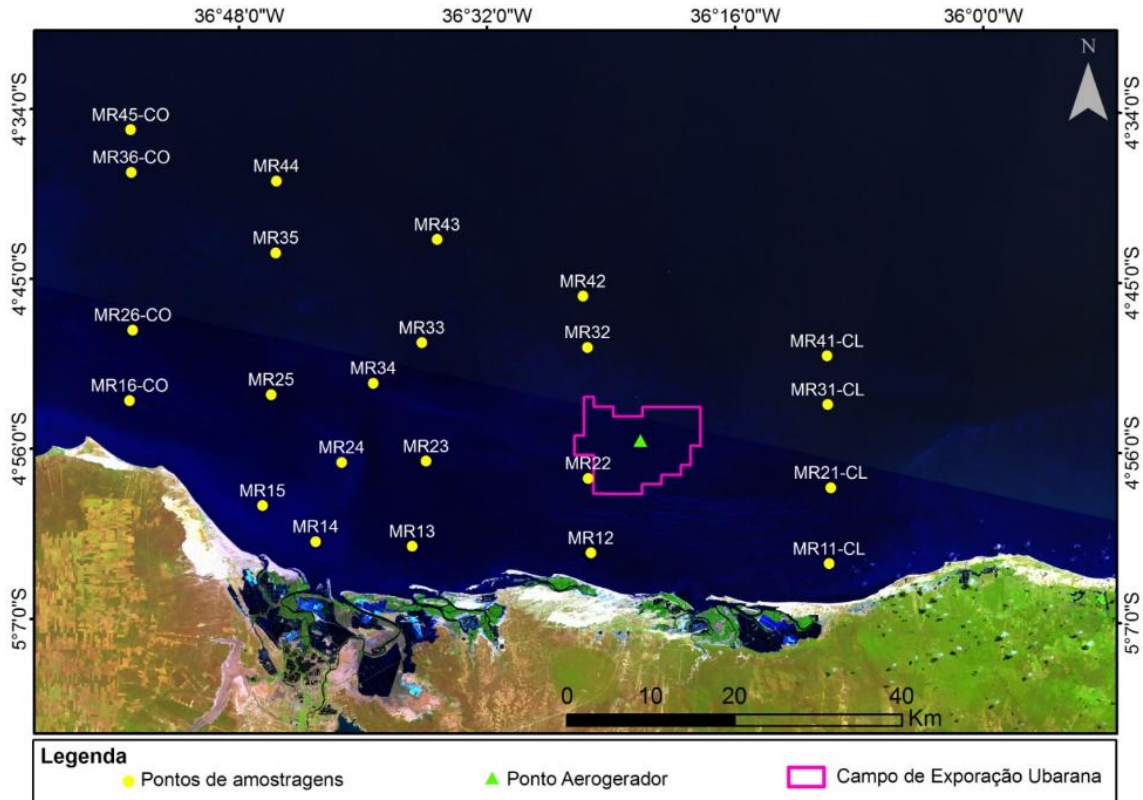


Figura V.1.5.1-2 - Mapa de localização dos pontos de amostragem do projeto de monitoramento ambiental regional da Baía Potiguar, com destaque para o ponto MR22, localizado próximo do local de instalação do aerogerador, situado no contexto da área do Campo de Exploração de Ubarana.

Na campanha de 2009 os valores variaram de 1 e 17 m, enquanto na campanha de 2010 a variação foi de 1,8 e 13. Considerando a área de influência do projeto piloto para implantação da eólica offshore, verifica-se que o ponto MR22 (destacado nas Figuras V.1.5.1-3 e V.1.5.1-4), considerado o ponto mais próximo do projeto, os valores variaram em 5 m de uma campanha para outra. No período seco, a transparência da coluna d'água neste setor atingiu 9 m de profundidade secchi e no período úmido, em 2010, verificou-se uma redução significativa, alcançando aproximadamente 4 m de profundidade secchi.

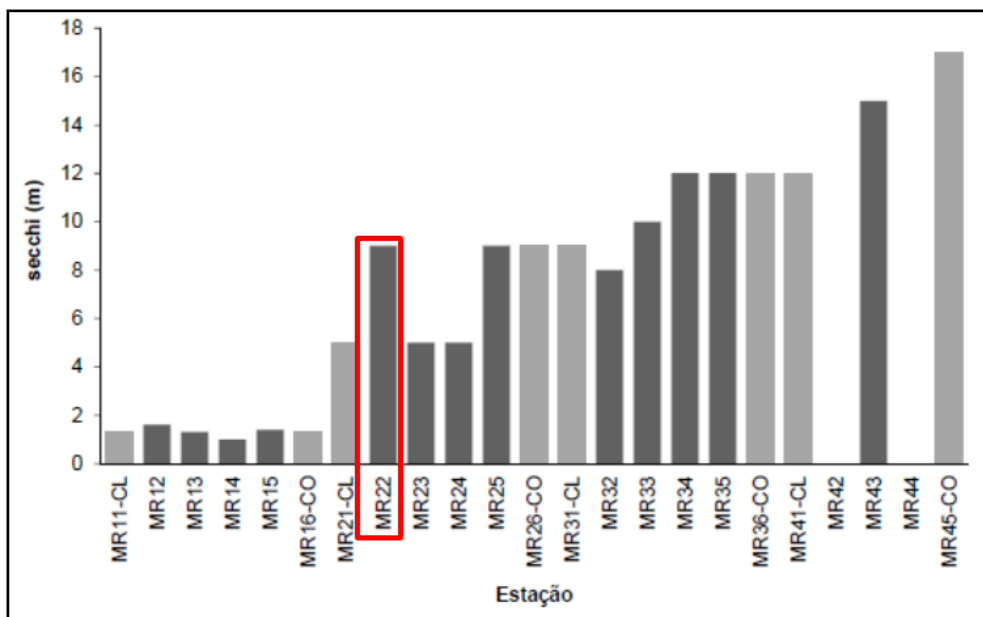


Figura V.1.5.1-3 – Valores da transparência da coluna d'água (secchi, em metros) da água nas estações de coleta das campanhas de monitoramento ambiental regional da Baía Potiguar em 2009 (outubro, período seco), destacando o ponto MR22 localizado próximo das mediações do projeto piloto para geração eólica offshore.

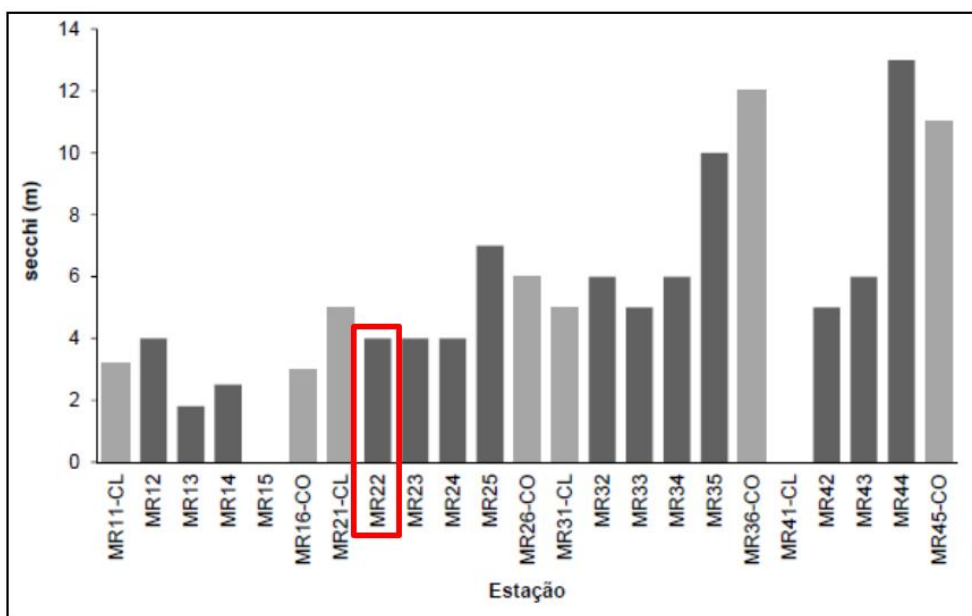


Figura V.1.5.1-4 - Valores da transparência da coluna d'água (secchi, em metros) da água nas estações de coleta das campanhas de monitoramento ambiental regional da Baía Potiguar em 2010 (abril-maio, período úmido), destacando o ponto MR22 localizado próximo das mediações do projeto piloto para geração eólica offshore.

Na campanha de 2014, de janeiro (início do período chuvoso, Figura V.1.5.1-5) e julho (início do período seco, Figura V.1.5.1-6), observa-se que há uma redução considerável nas coletas do período seco, com transparência da coluna d'água atingindo 5 m de profundidade secchi. Enquanto que no período chuvoso, a transparência mostrou-se um pouco abaixo em relação ao período anterior encontrado em 2010, atingindo 3 m de profundidade secchi.

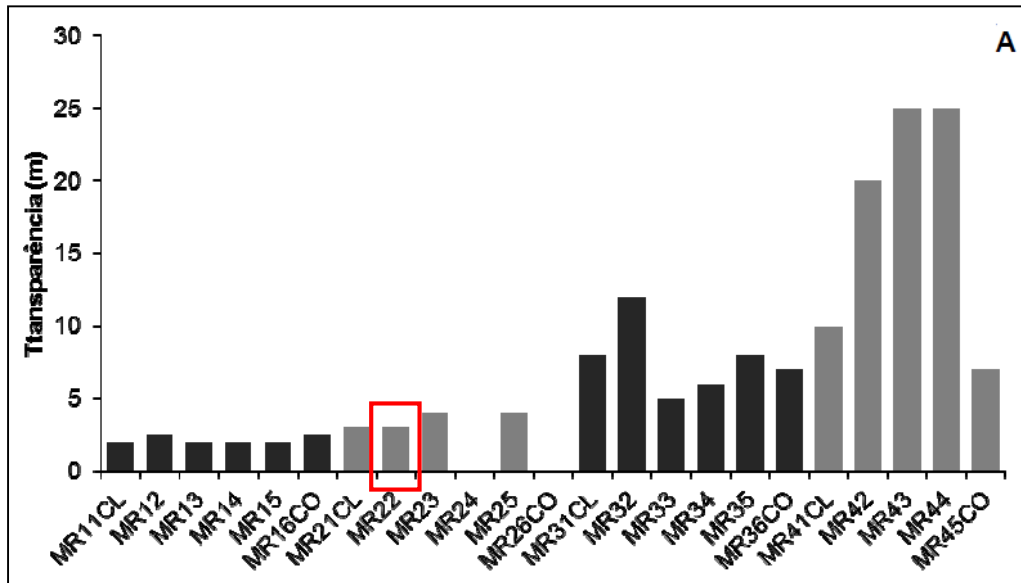


Figura V.1.5.1-5 - Valores da transparência (secchi, em metros) da água nas estações de coleta das campanhas de monitoramento ambiental regional da Baía Potiguar em 2014 (janeiro, início do período chuvoso), destacando o ponto MR22 localizado próximo das mediações do projeto piloto para geração eólica offshore.

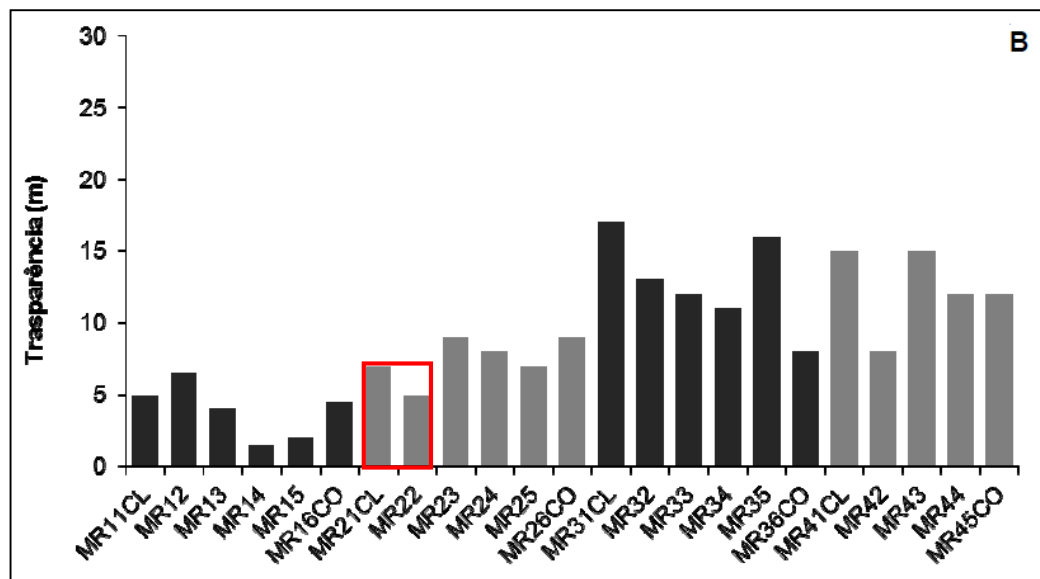


Figura V.1.5.1-6 - Valores da transparência (secchi, em metros) da água nas estações de coleta das campanhas de monitoramento ambiental regional da Baía Potiguar em 2014 (julho, início do período seco), destacando o ponto MR22 localizado próximo das mediações do projeto piloto para geração eólica offshore.

V.1.5.2 - Nutrientes (Amônia, Nitrito, Nitrato, Fosfato) e Silicato

Considerando-se todas as amostras coletadas por grupos do compartimento oceânico, a região da Borda do Talude, entre as profundidades de 20-50 m, caracterizados pelas campanhas do C3, apontaram as maiores variações, por exemplo, no valor mediano de material particulado em suspensão (MPS) de 1,75 mg.L-1, sendo o valor máximo registrado de 23,28 mg.L-1. Nota-se que na região C2 (Plataforma Interna), onde estão localizados os pontos próximos ao projeto, a variação foi baixa.

Em ambas as malhas amostrais, o pH foi sempre alcalino, com valor mediano de 8,22. O pH acompanhou a mesma variação dos valores do oxigênio dissolvido, com valores medianos mais elevados na campanha 4. O valor mínimo de 7,77 foi registrado na estação do talude, na profundidade de 200 m durante a campanha 2, coincidindo com o mínimo de O.D. O valor máximo (8,63) foi registrado na borda do talude, durante a campanha 4.

Para a malha amostral de caracterização da Baía Potiguar, o estudo dos nutrientes inorgânicos dissolvidos apresentou valores medianos muito baixos, característicos de áreas oceânicas oligotróficas de nitrogênio amoniacal e nitrito-N (menores que $0,03 \mu\text{mol.L}^{-1}$); $0,5 \mu\text{mol.L}^{-1}$ de nitrato-N; $0,1 \mu\text{mol.L}^{-1}$ de fosfato-P; $8,5 \mu\text{mol.L}^{-1}$ de silicato-Si. O valor máximo de fosfato-P ($0,70 \mu\text{mol.L}^{-1}$) foi encontrado na BPot19, localizado na região costeira. Na malha de monitoramento dos emissários, a camada superficial apresentou os valores máximos de nitrogênio amoniacal ($0,41 \mu\text{mol.L}^{-1}$) e nitrato-N ($24,71 \mu\text{mol.L}^{-1}$), registrados na E17, o de nitrito-N ($0,77 \mu\text{mol.L}^{-1}$) na E25, de silicato-Si ($35,12 \mu\text{mol.L}^{-1}$) na E-1, o de MPS ($23,28 \text{mg.L}^{-1}$) na E16 (PETROBRAS, 2006).

A diferença entre as duas malhas foi significativa a um nível de 95% de confiança. As variações dos valores dos nutrientes dissolvidos entre as diferentes estações indicaram um efetivo processo de diluição, em consequência da dinâmica oceanográfica local, que mantém uma renovação constante das águas e processos de mistura (PETROBRAS, 2006).

A influência dos emissários na coluna d'água se refletiu nas concentrações mais elevadas de amônia-N (E17), do nitrito-N (E25), nitrato-N (E17), e MPS (E16). O silicato-Si também apresentou concentrações elevadas nos grupos 2 e 3, principalmente na 3ª campanha. A área apresentou uma grande capacidade de autodepuração, levando-se em consideração os elevados valores de oxigênio dissolvido e uma rápida diluição dos nutrientes (Tabela V.1.5.2-1).

Tabela V.1.5.2-1 - Estatística descritiva dos parâmetros químicos das amostras de água coletadas em todas de acordo com a compartimentação oceânica da área, com as médias dos parâmetros para área de estudo do projeto.

Campanha	Estatística	N.	O.D. ml.L ⁻¹	pH	Amônia	Nitrito	Nitrato μmol.L ⁻¹	Fosfato	Silicato	MPS mg.L ⁻¹
C1	Mínimo	79	4,64	7,93	<0,01	<0,01	0,03	<0,02	1,81	ND
	Máximo		5,67	8,33	0,21	0,34	19,12	1,44	14,33	6,40
	Mediana		5,08	8,24	0,01	<0,01	0,20	0,12	5,44	0,55
C2	Mínimo	124	1,72	7,77	<0,01	<0,01	0,05	0,03	1,27	ND
	Máximo		5,34	8,27	0,41	0,31	24,35	1,82	30,02	11,13
	Mediana		4,65	8,17	0,01	<0,01	0,48	0,11	7,06	0,73
C3	Mínimo	125	3,24	7,89	<0,01	<0,01	0,03	<0,02	3,40	ND
	Máximo		5,64	8,28	0,10	0,77	28,59	1,67	35,02	23,28
	Mediana		4,53	8,07	0,02	<0,01	0,51	0,05	11,29	1,75
C4	Mínimo	131	4,55	7,94	<0,01	<0,01	0,14	<0,02	4,40	0,05
	Máximo		6,35	8,63	0,34	1,19	30,27	2,15	32,97	13,00
	Mediana		5,29	8,34	0,02	<0,01	0,77	0,08	9,88	0,80

V.1.5.3 - Oxigênio Dissolvido (OD)

As concentrações de OD se mantiveram elevadas em toda a camada superficial, com valor mediano de 5,05 mL.L-1, sendo que na região do talude foi registrado o valor mínimo de 1,72 mL.L-1 (durante a 2ª campanha, na profundidade de 200 m). O valor máximo registrado foi de 6,35 mL.L-1 na estação E2, na superfície (1 m), durante a 4ª Campanha (Petrobras, 2006) (Figura V.1.5.3-1).

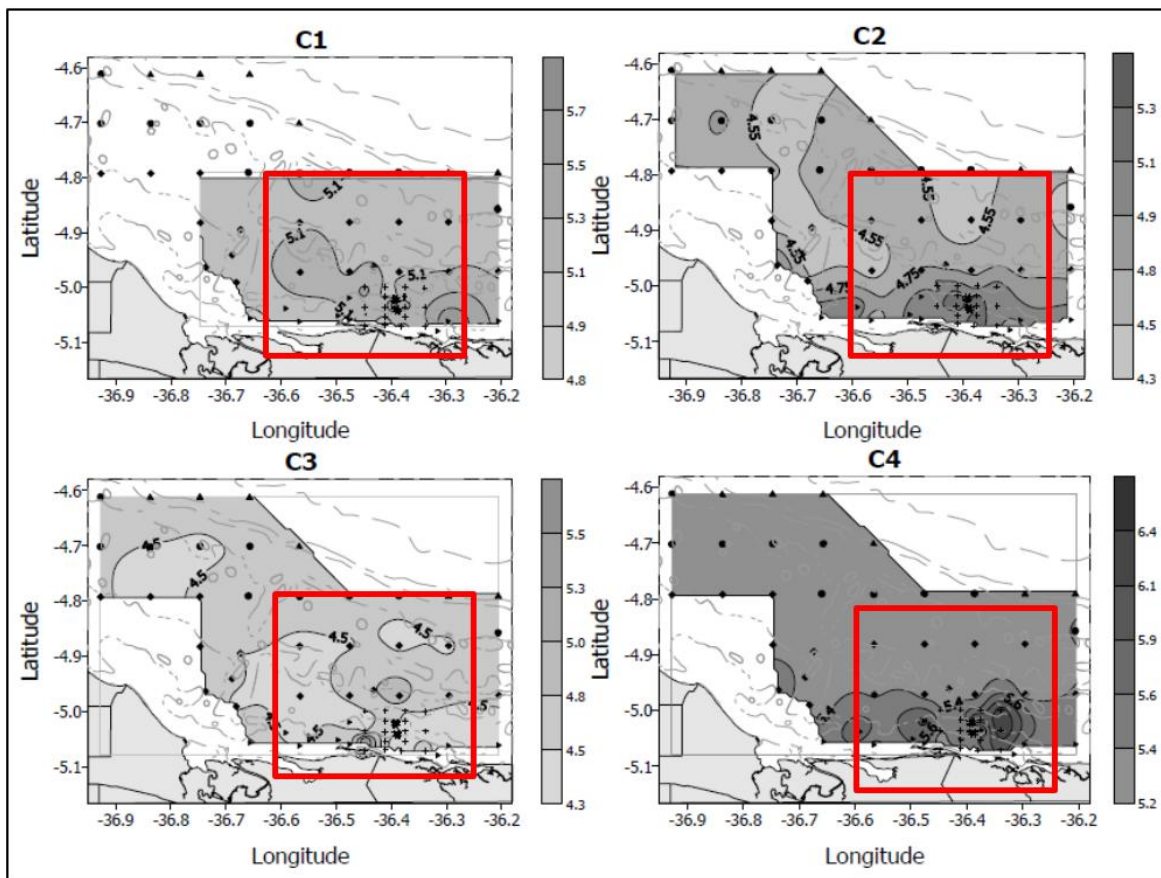


Figura V.1.5.3-1 - Variação espacial e temporal do oxigênio dissolvido (mL.L-1) na Baía Potiguar, em amostras de água coletadas na superfície, em julho de 2002 (C1), maio de 2003 (C2), novembro de 2003 (C3) e maio de 2004 (C4), com destaque para a Plataforma Interna (quadro vermelho), que caracteriza as campanhas próximas à área de estudo do projeto piloto para geração eólica offshore.

Fonte: PETROBRAS, 2006

Exceto na 3ª campanha, as maiores concentrações de OD foram registradas na área costeira. A 3ª campanha apresentou as menores concentrações de OD com uma mediana de 4,53 mL.L-1, coincidindo com o aumento do material particulado em suspensão.

Quando comparados os valores de OD das amostras coletadas na superfície, entre as duas malhas amostrais, observa-se valores significativamente mais elevados na malha de monitoramento. Diferenças significativas também ocorreram entre a área costeira e os outros transectos, e entre a plataforma interna e o talude continental.

Nas campanhas de 2009 (outubro, período seco) e 2010 (abril-maio, período chuvoso) (Figuras V.1.5.3-2 e V.1.5.3-3), a variação dos valores de oxigênio dissolvido, em mg/l, não foram significativos. A diferença foi de aproximadamente 0,3 mg/l, sendo no período seco o valor obtido foi de 6,2 mg/l e no período chuvoso foi de 6,5 mg/l (PETROBRAS, 2011).

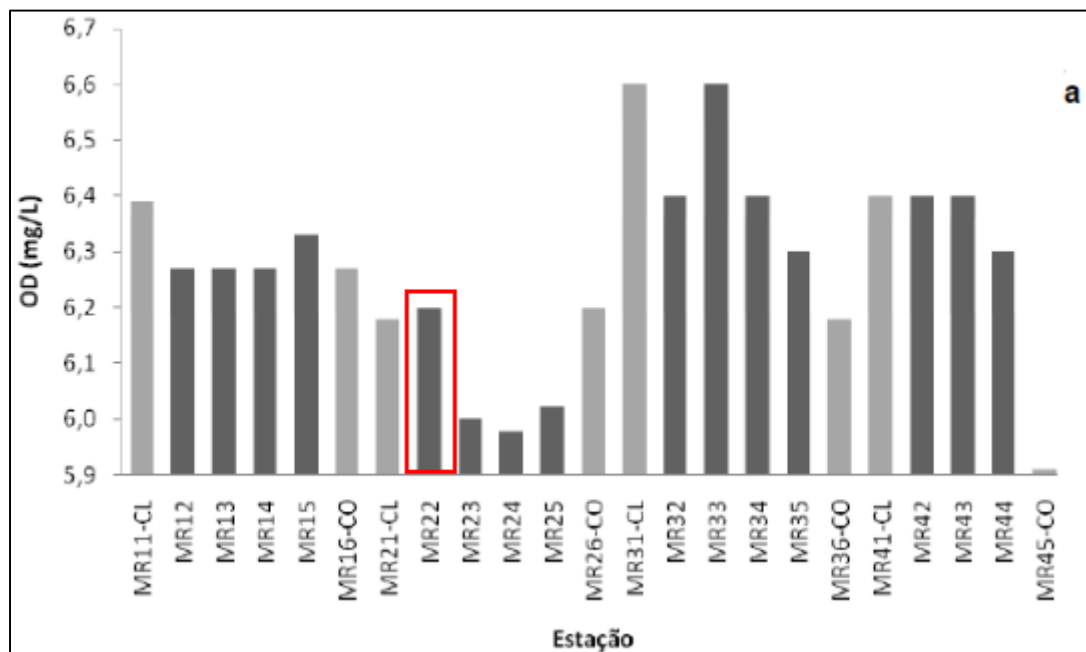


Figura V.1.5.3-2 - Variação dos valores de oxigênio dissolvido (mg/L) obtidos nas estações de coleta das campanhas de monitoramento ambiental regional da Baía Potiguar em 2009 (outubro, período seco), destacando o ponto MR22 localizado próximo das mediações do projeto

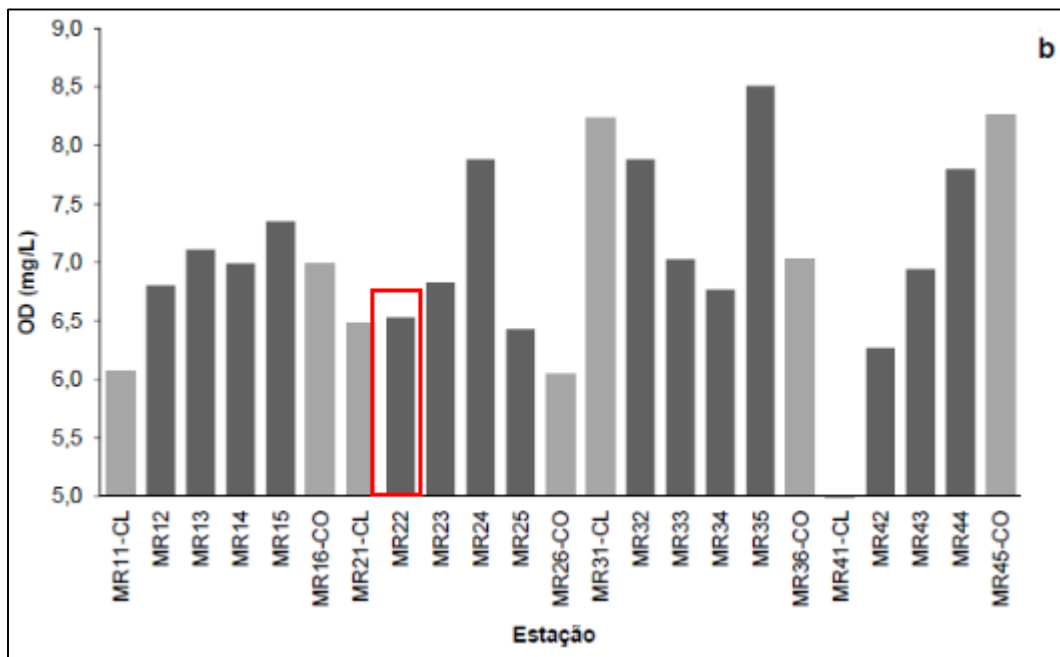


Figura V.1.5.3-3 - Variação dos valores de oxigênio dissolvido (mg/L) obtidos nas estações de coleta das campanhas de monitoramento ambiental regional da Baía Potiguar em 2010 (maio-abril, período chuvoso), destacando o ponto MR22 localizado próximo das mediações do projeto.

Com relação às campanhas de 2014 (Figuras V.1.5.3-4 e V.1.5.3-5), caracterizados pelos meses de janeiro e junho, os valores durante o início do período chuvoso foram um pouco inferiores em relação ao período chuvoso das campanhas de 2009, atingindo 5,5 mg/l. Do mesmo modo ocorreu para o início do período seco em relação aos valores apresentados no mesmo período em 2009, com 5,8 mg/l. Significando assim, que as características sazonais possuem uma gradual influência nos parâmetros de oxigênio dissolvido na região da plataforma interna.

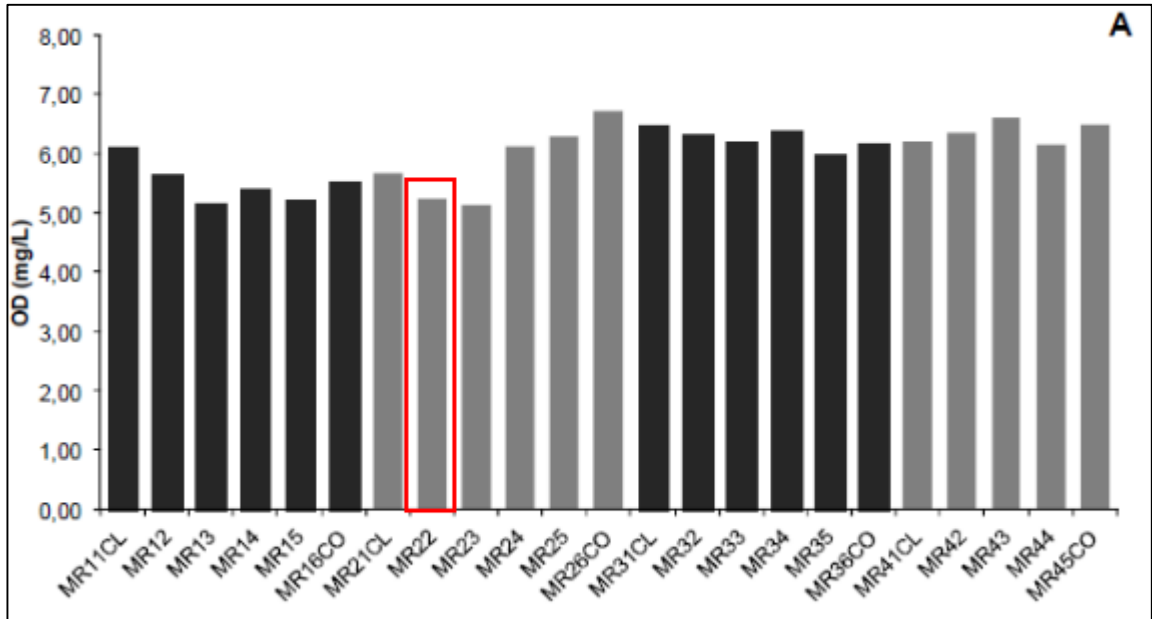


Figura V.1.5.3-4 - Variação dos valores de oxigênio dissolvido (mg/L) obtidos nas estações de coleta das campanhas de monitoramento ambiental regional da Baía Potiguar em 2014 (janeiro), destacando o ponto MR22 localizado próximo das mediações do projeto.

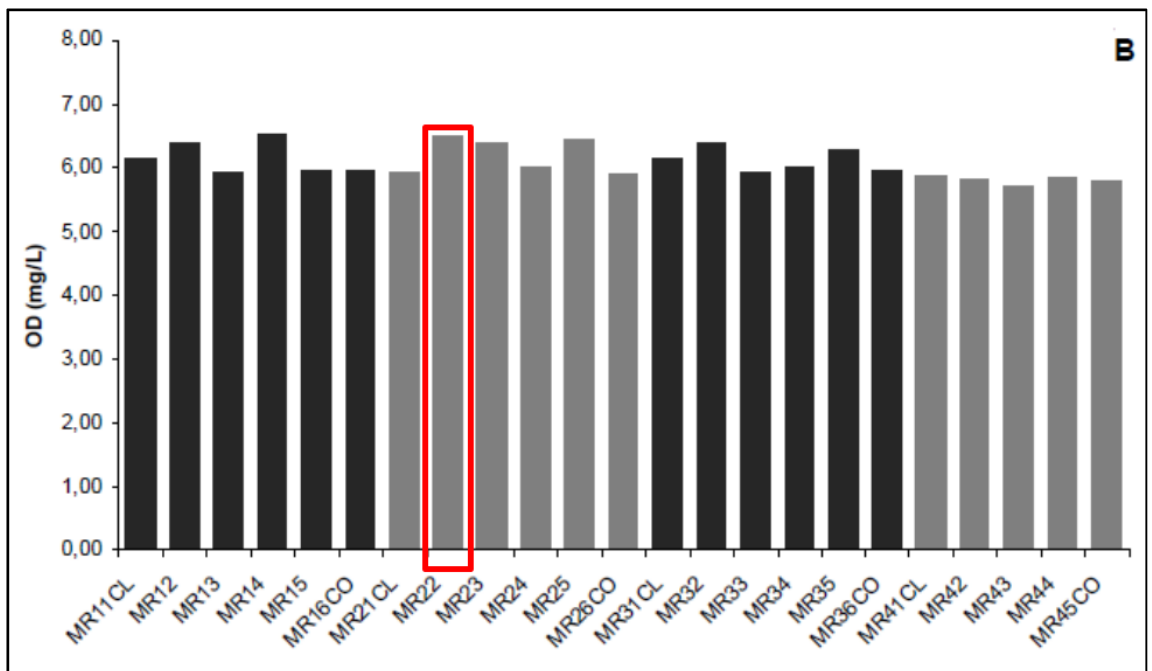


Figura V.1.5.3-5 - Variação dos valores de oxigênio dissolvido (mg/L) obtidos nas estações de coleta das campanhas de monitoramento ambiental regional da Baía Potiguar em 2014 (junho), destacando o ponto MR22 localizado próximo das mediações do projeto.

V.1.5.4 - Material Particulado em Suspensão (MPS)

O material particulado em suspensão (MPS), apresentou uma variação sazonal definida, com concentrações mais elevadas na 3ª campanha, onde se observa também, um nítido gradiente costa-oceano com concentrações de MPS mais elevadas próximas à costa, como indica a Figura V.1.5.4-1 (PETROBRAS,2006).

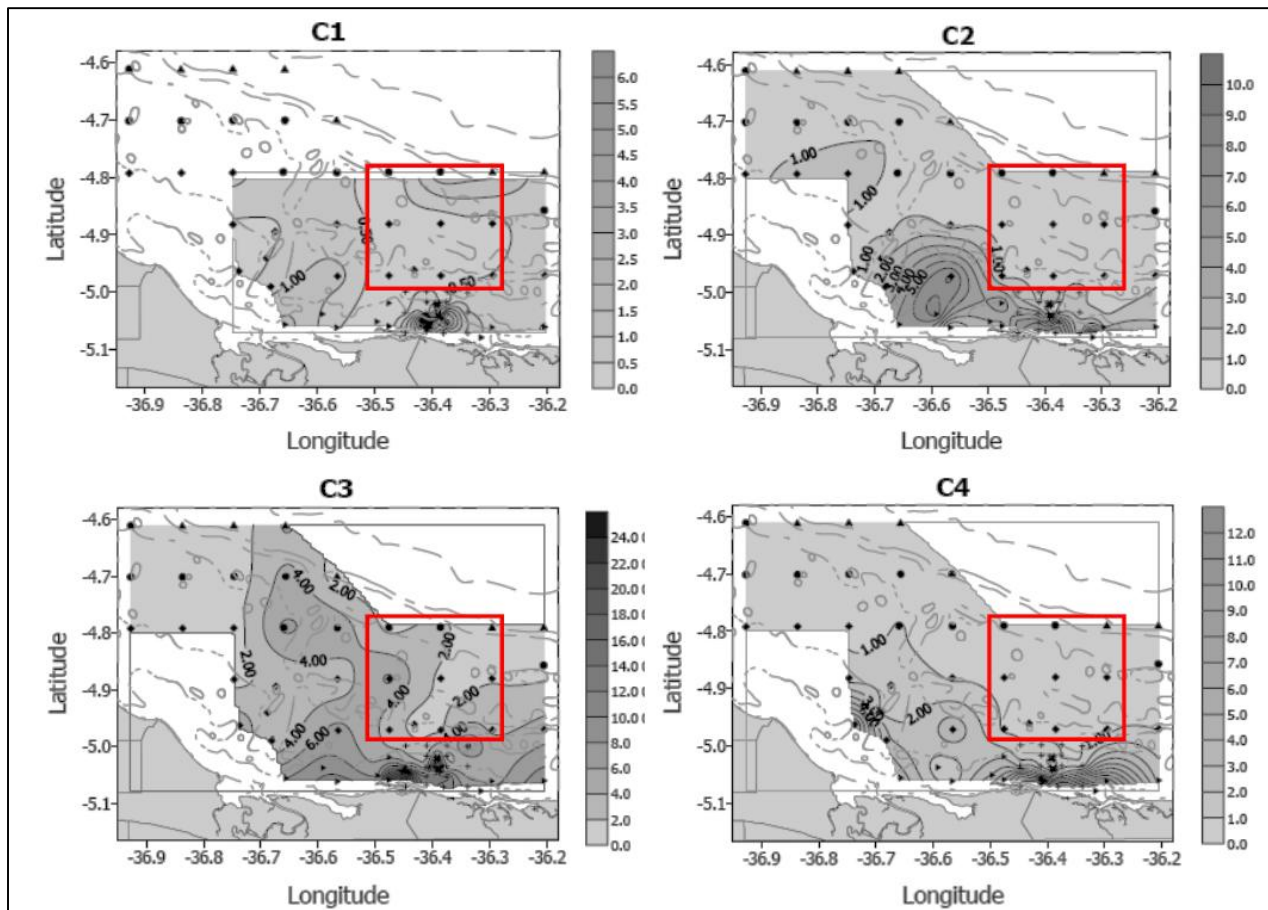


Figura V.1.5.4-1 - Distribuição espacial e temporal do material particulado em suspensão (mg.L-1) na Baía Potiguar, em amostras de água coletadas na superfície, em julho de 2002 (C1), maio de 2003 (C2), novembro de 2003 (C3) e maio de 2004 (C4), com destaque para a Plataforma Interna (quadro vermelho), que caracteriza as campanhas próximas à área de estudo do projeto.

Fonte: PETROBRAS, 2006

O valor máximo de MPS registrado na malha amostral de caracterização foi de 20,24 mg.L-1, na área costeira, que também apresentou a mediana mais elevada entre os transectos (Figura V.1.5.4-2). A diferença entre a área costeira e os outros transectos foi significativa ($\geq 95\%$), assim como os valores registrados no talude (concentrações mais baixas) em relação à borda do talude e plataforma interna.

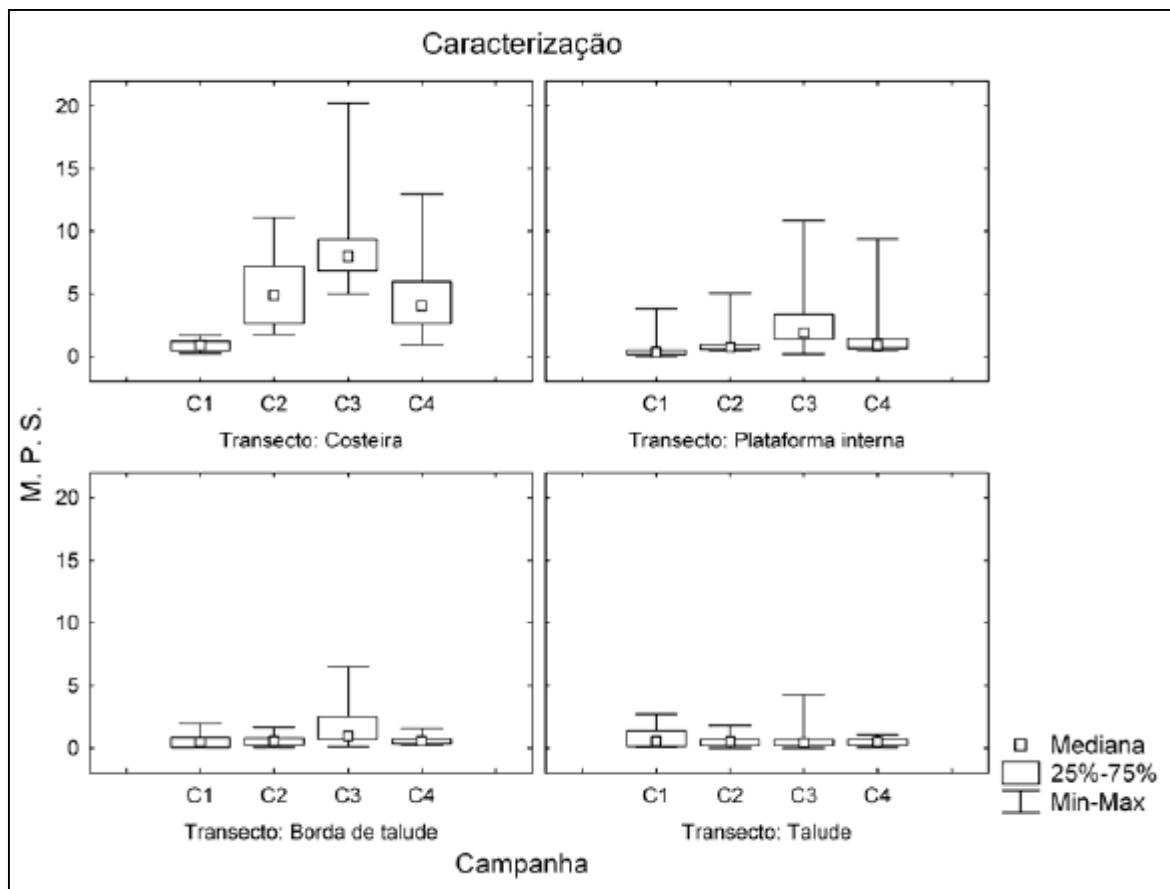


Figura V.1.5.4 -2 - Medianas, mínimos e máximos do material particulado em suspensão, em amostras de água coletadas em diferentes profundidades da compartimentação oceânica, nas estações de caracterização ambiental da Baía Potiguar, em julho de 2002 (C1), maio de 2003 (C2), novembro de 2003 (C3) e maio de 2004 (C4), destacando os valores do transecto: Plataforma interna onde encontra-se a área de estudo do projeto.

Fonte: PETROBRAS, 2006

As Figuras V.1.5.4-3 e V.1.5.4-4 apresentam as imagens AQUA-MODIS para o sedimento em suspensão e transparência da água nos dias 22/05/2005 e 29/05/2005, respectivamente. Na interpretação visual, notam-se as mesmas características das feições realçadas pelas imagens para as duas datas, mostrando pouca alteração do ambiente nesse período. Os valores mais elevados de sedimentos em suspensão ocorrem em faixas com no máximo 8 km de largura paralela a linha de costa.

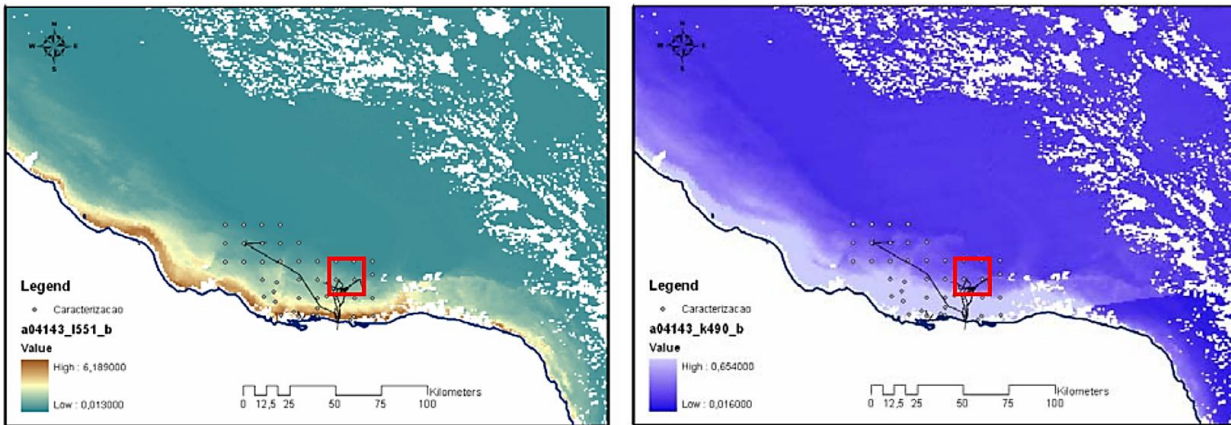


Figura V.1.5.4 - 3 - Imagens de sedimento em suspensão (mapa à esquerda) e transparência da água (mapa à direita) no dia 22/05/2005. A distribuição dos dutos offshore e os pontos de amostragem da campanha de caracterização e monitoramento da Baía Potiguar, próximos à área de estudo do projeto.

Fonte: PETROBRAS, 2006

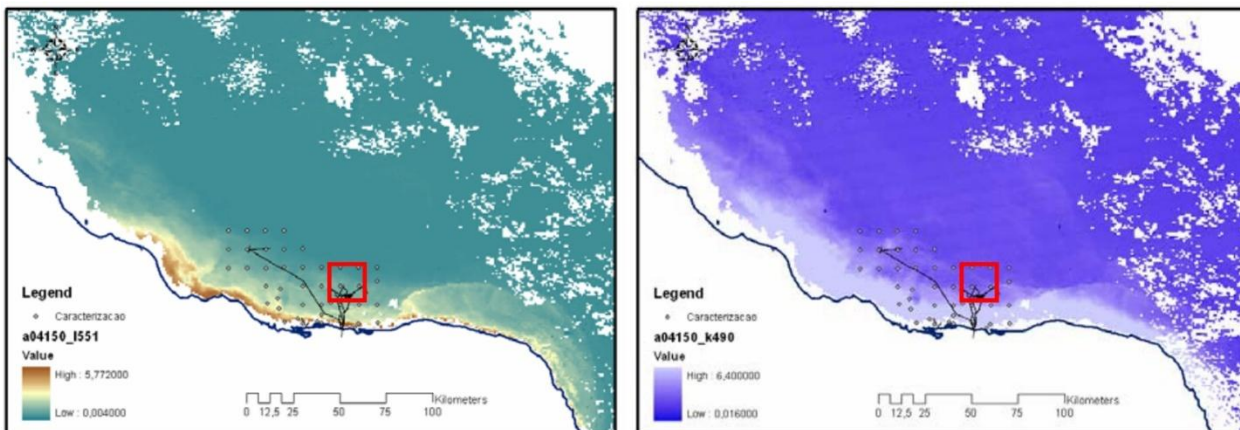


Figura V.1.5.4-4 - Imagens de sedimento em suspensão (mapa à esquerda) e transparência da água (mapa à direita) no dia 22/05/2005 no dia 29/05/2005. A distribuição dos dutos offshore e os pontos de amostragem da campanha de caracterização e monitoramento da Baía Potiguar, próximos à área de estudo do projeto.

Fonte: PETROBRAS, 2006

A partir das desembocaduras dos principais rios, a faixa de sedimentos em suspensão amplia-se progressivamente para oeste, acompanhando a corrente de deriva litorânea. Destaca-se ainda uma estreita faixa de sedimentos em suspensão a leste da área da malha amostral, antes do alto de São Bento do Norte, que denota uma sutil contribuição de sedimentos provenientes dessa região (Alto de Touros) sendo transportada para oeste pelas correntes procedentes de leste. No entanto, a

imagem de 22/05/2005 mostra que grande parte do sedimento fica retida na área de São Bento do Norte.

Outro aspecto fundamental é o fato de que essas imagens, em acordo com aquelas de transparência da água, favorecem a descrição de algumas das principais formas de fundo da plataforma continental, tais como: a forma dos *canyons* submersos dos rios Açu e Apodi, alguns alinhamentos de *beachrocks* e recifes, e a faixa que delinea a quebra da plataforma em toda a extensão da área abrangida pela imagem.

Quando se analisa os resultados das campanhas de 2009 a 2010 (Figuras V.1.5.4-5 e V.1.5.4-6), verifica-se que na estação MR22 (destacado em vermelho nas figuras), ponto mais próximo da área de instalação do projeto, os valores apresentaram variações entre as campanhas. No período seco (Figura V.1.5.4-5), os valores de MPS atingiram nesta estação, 15 mg/l, e, para o período chuvoso (Figura V.1.5.4-6), os valores de MPS apresentaram um aumento de 5,5 mg/l, atingindo o máximo de 20,5 mg/l, sugerindo que durante a estação chuvosa o aumento da concentração de MPS na região da plataforma interna, recebe maior contribuição do material originário do aporte sedimentar continental por meio dos rios que deságuam na zona costeira, transferindo assim, para a plataforma continental interna.

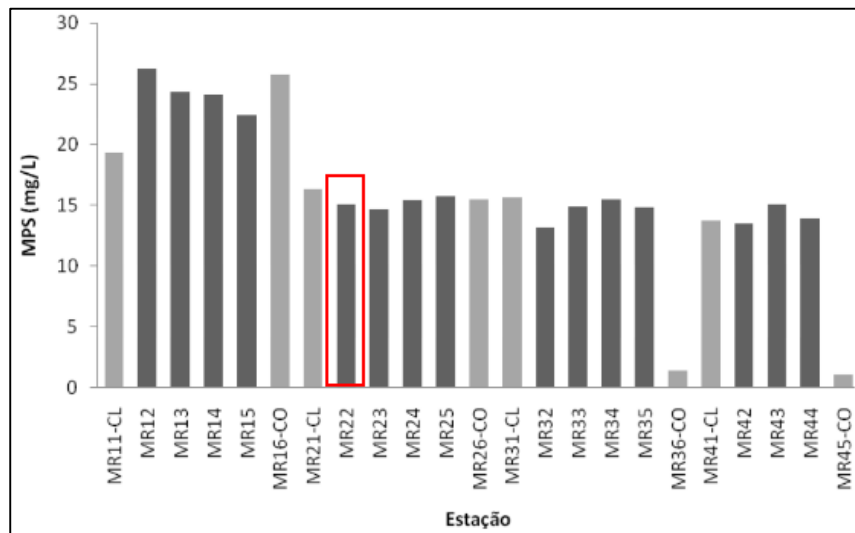


Figura V.1.5.4 5 - Variações dos valores de MPS (mg/L) nas estações de coleta das campanhas de monitoramento ambiental regional da Baía Potiguar em 2010 (outubro, período seco), destacando o ponto MR22 localizado próximo das mediações do projeto.

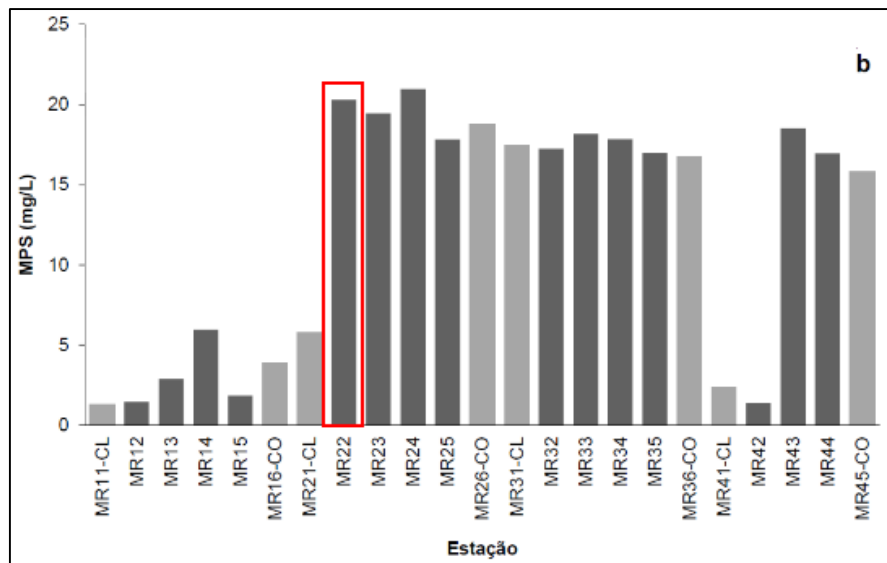


Figura V.1.5.4-6 - Variações dos valores de MPS dos valores de MPS (mg/L) nas estações de coleta das campanhas de monitoramento ambiental regional da Baía Potiguar em 2010 (maio-abril, período chuvoso), destacando o ponto MR22 localizado próximo das mediações do projeto.

O mesmo ocorreu para as campanhas realizadas em 2014 (Figuras V.1.5.4-7 e V.1.5.4-8), contudo, percebe-se uma grande concentração de MPS nas medições do mês de janeiro, para o MR22, com 23,5 mg/l. Em contrapartida, em junho (caracterizado pelo início do período seco), as concentrações de MPS foram extremamente reduzidas. Sobretudo, quando se compara às medições ocorridas no período seco da campanha anterior (2009), os valores atingiram apenas 5,5 mg/l, sugerindo baixa contribuição devido ao baixo aporte do transporte sedimentar na plataforma continental interna nesse período do ano.

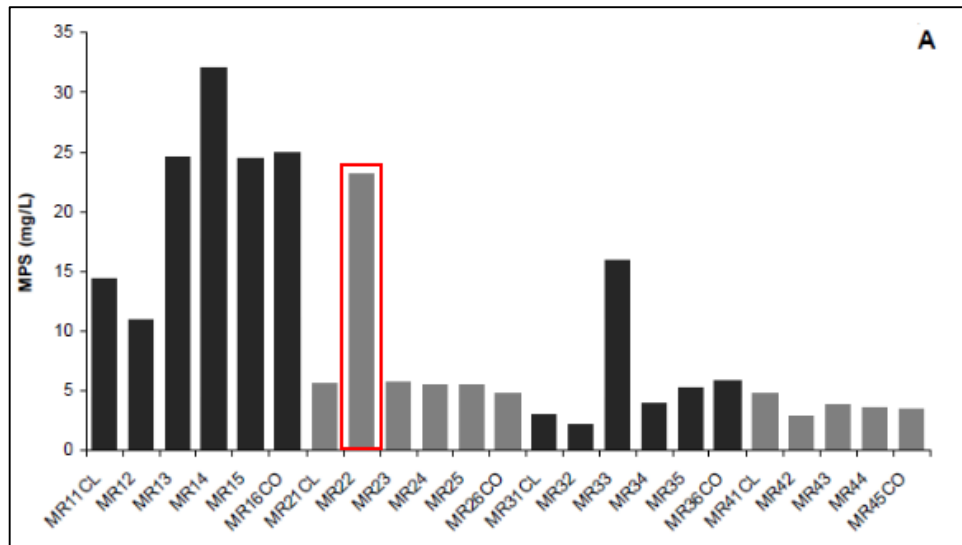


Figura V.1.5.4-7 - Variações dos valores de MPS dos valores de MPS (mg/L) obtidos nas estações de coleta das campanhas de monitoramento ambiental regional da Baía Potiguar em 2014 (janeiro), destacando o ponto MR22 localizado próximo das mediações do projeto piloto.

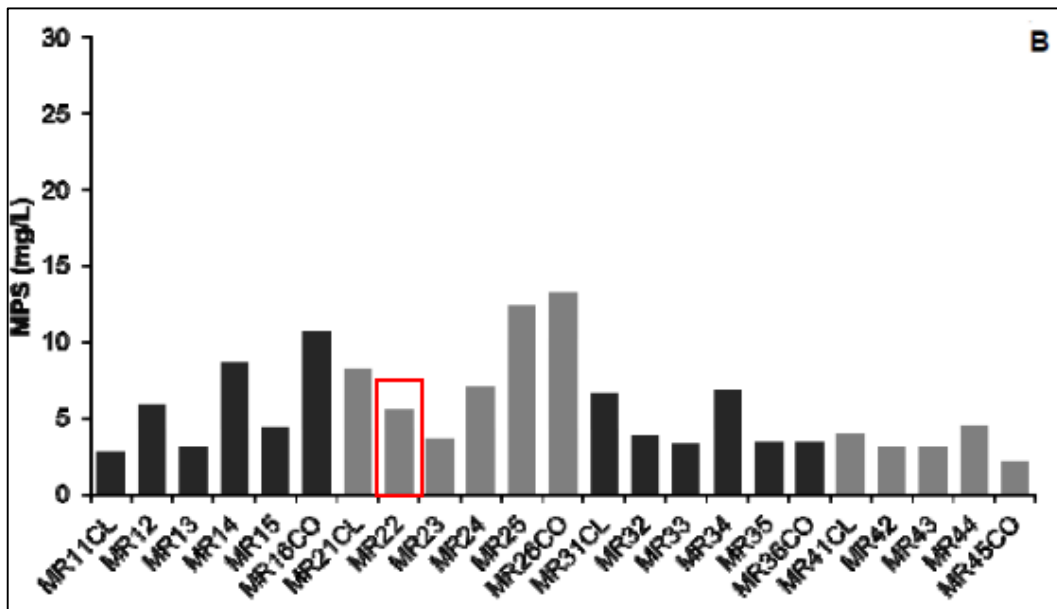


Figura V.1.5.4-8 - Variações dos valores de MPS valores de MPS (mg/L) obtidos nas estações de coleta das campanhas de monitoramento ambiental regional da Baía Potiguar em 2014 (junho), destacando o ponto MR22 localizado próximo das mediações do projeto.

V.1.5.5 - Produtividade Primária (*Clorofila a*)

O ambiente marinho é extremamente sensível à inserção de material alóctone e às mudanças drásticas na conformação geoquímica e físico-química da água, pois afetam sobremaneira a biota planctônica, que é a base de toda a cadeia alimentar nesse nicho. Níveis de *clorofila-a* constituem importantes bioindicadores das superpopulações de algas e os processos de eutrofização em regiões tropicais. O monitoramento das concentrações de *clorofila-a*, da temperatura da superfície do mar e das atividades bióticas de produtividade primária, são importantes conhecimentos para a gestão dos recursos hídricos oceânicos, das modificações populacionais e dos serviços atrelados a esses ambientes (Behrenfeld e Falkowski, 1997; Ogashawara, et al., 2014).

O sensoriamento remoto orbital tem sido utilizado como ferramenta vantajosa na melhoria do conhecimento sobre os aspectos hidrodinâmicos e oceanográficos. Especialmente o sensor AQUA-MODIS, capaz de obter imagens da fluorescência de clorofila oceânica, TSM, entre outros elementos, com revisita diária em todo o globo (Lindsey e Herring, 2002). Na porção norte da plataforma continental do Estado do Rio Grande do Norte, região offshore da Baía Potiguar, alguns trabalhos com o uso desta ferramenta vêm sendo usada para estimar tais parâmetros oceânicos.

Durante a 4ª campanha de caracterização e monitoramento ambiental da Baía Potiguar, realizada em maio de 2004, foram obtidas imagens do sensor MODIS (*Moderate-Resolution Imaging Spectroradiometer*) para os campos de concentração de *clorofila-a*, além de temperatura da superfície do mar (TSM) já apresentado anteriormente no subitem Oceanografia.

A interpretação visual de um conjunto de imagens do AQUA-MODIS favoreceu a identificação de manchas superficiais referentes à clorofila-a e MPS na plataforma continental e áreas oceânicas do litoral setentrional do RN, no contexto offshore da Baía Potiguar.

Quanto às medidas de *clorofila-a*, de acordo com as campanhas de 2005, faixas com largura média de 15 km a partir da linha de costa apresentam valores relativamente mais elevados, com o decréscimo para as áreas oceânicas mais profundas. Nota-se claramente nas imagens que os maiores valores de *clorofila-a* (> 0,3 mg.m⁻³) ocorrem sobre a plataforma continental (Figuras V.1.5.5-1 a V.1.5.5-

3). Contudo, foi descrita uma pluma semicircular de ressurgência na quebra da plataforma, com diâmetro em torno de 40 km, persistente no período abrangido pelas imagens (18/05 a 03/06/2005).

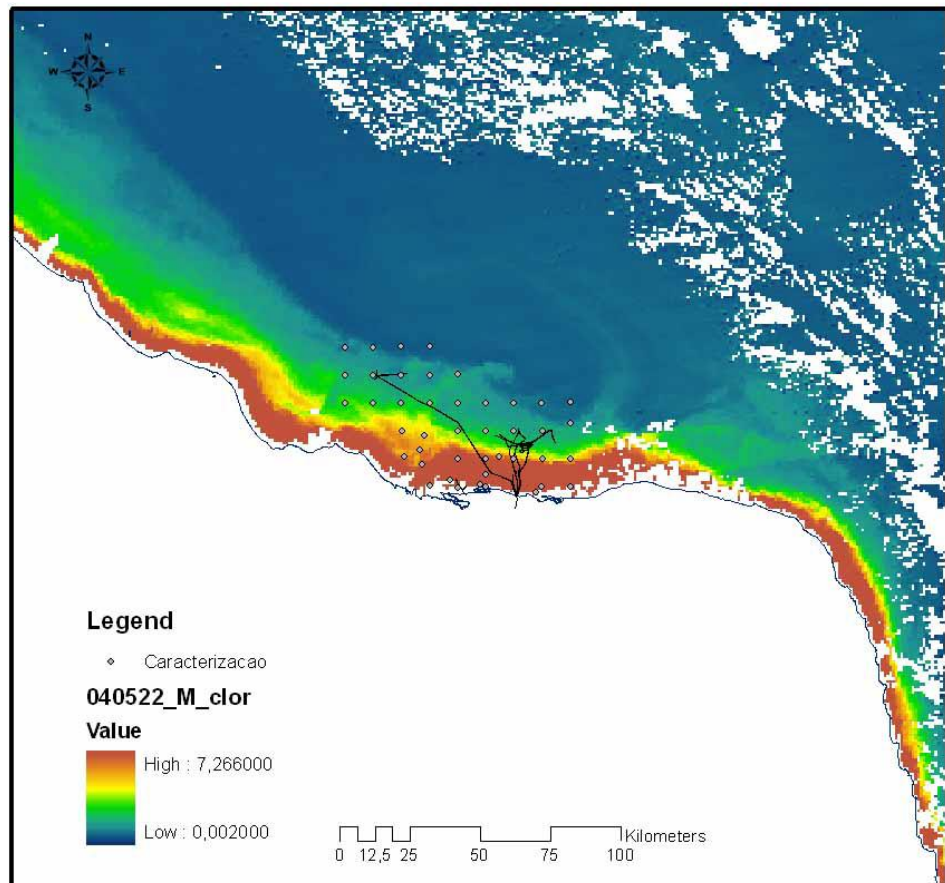


Figura V.1.5.5-1 - Imagem da concentração de Clorofila-a na Superfície do Mar do sensor AQUA-MODIS referente ao dia 18/05/2005. A distribuição dos dutos offshore e os pontos de amostragem da campanha de caracterização e monitoramento da Baía Potiguar estão representados

Fonte: PETROBRAS, 2006

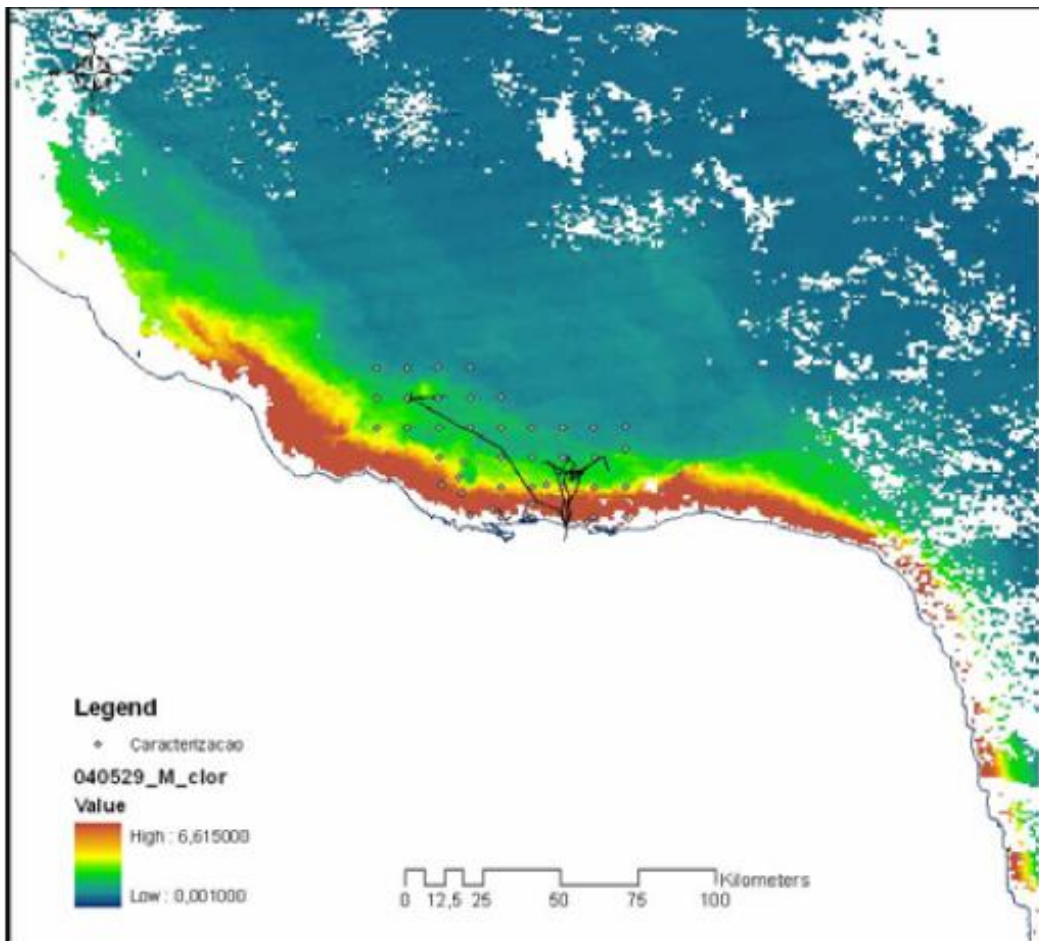


Figura V.1.5.5-2 - Imagem da concentração de Clorofila-a na Superfície do Mar do sensor AQUA-MODIS referente ao dia 22/05/2004. A distribuição dos dutos offshore e os pontos de amostragem da campanha de caracterização e monitoramento da Baía Potiguar estão representados.

Fonte: PETROBRAS, 2006

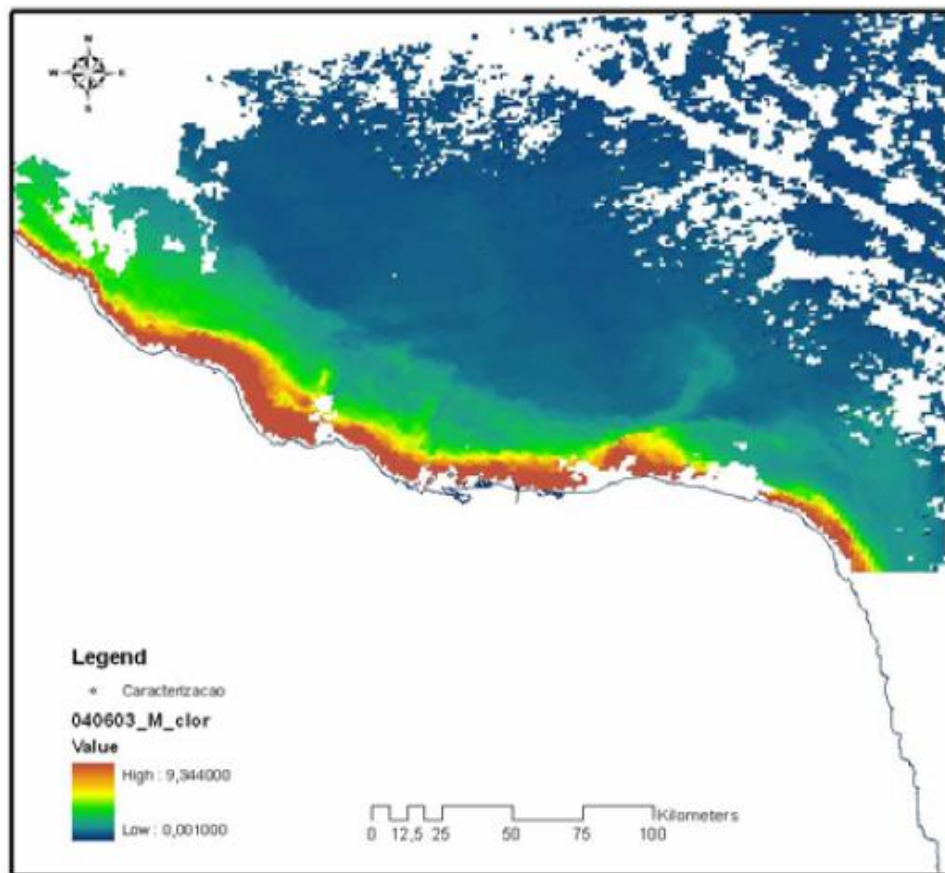


Figura V.1.5.5-3 - Imagem da concentração de Clorofila-a na Superfície do Mar do sensor AQUA-MODIS referente ao dia 29/05/2004. A distribuição dos dutos offshore e os pontos de amostragem da campanha de caracterização e monitoramento da Baía Potiguar estão representados.

Fonte: PETROBRAS, 2006

Os valores máximos da ordem de $6,5 \text{ mg.m}^{-3}$ ocorrem nas imediações das desembocaduras dos estuários dos rios Açú e Apodi. No trecho sobre a região do *canyon* submerso do Rio Açú nota-se uma pluma mais turbulenta e com maior complexidade na distribuição dos valores de *clorofila-a*. No trecho do *canyon* submerso do Rio Apodi ocorre uma expansão de quase 10 km da faixa com concentrações de *clorofila-a* (em torno de $1,0 \text{ mg.m}^{-3}$) apenas no lado oeste do *canyon*. Esta distribuição dos valores de *clorofila-a* está relacionada ao deslocamento hidrodinâmico em relação à morfologia da plataforma continental, seguindo provavelmente a batimetria local quanto à camada fótica.

Um fato relevante na imagem para a *clorofila-a* de 18/05 a 03/06/2005 é a marcante distribuição das concentrações em relação a pontos importantes da morfologia desta porção da plataforma continental do RN. A área de São Bento do

Norte, em que a plataforma é estruturalmente mais elevada, apresenta concentrações superiores a 2,0 mg.m⁻³ (cores vermelho e amarelo), em nítido contraste com os valores inferiores a 0,5 mg.m⁻³ (cores esverdeadas) a oeste onde a plataforma é mais profunda, o que delimita o flanco oeste do alto estrutural (Sistema de Falhas de Carnaubais).

As concentrações de *clorofila-a* inferiores a 0,2 mg.m⁻³ (cores azuladas) a partir da isóbata de 30 m para as águas mais profundas e oligotróficas, definem claramente o lineamento que marca a quebra da plataforma continental. Neste trecho, próximo à porção central da imagem, é delineada uma pluma em espiral de concentrações de *clorofila-a* em torno de 0,25 mg.m⁻³. Esta feição pode ser correlacionada nesse mesmo local às plumas em arco de TSM, com relativamente mais baixos valores, apontando uma aparência semelhante a uma ressurgência de quebra de plataforma continental.

Nas concentrações de *clorofila-a* das campanhas de outubro de 2009, durante o período seco, e maio de 2010, período chuvoso (PETROBRAS, 2011), os valores são sempre maiores na região da zona da plataforma interna, onde encontra-se localizado a área do projeto (Figura V.1.5.5-4).

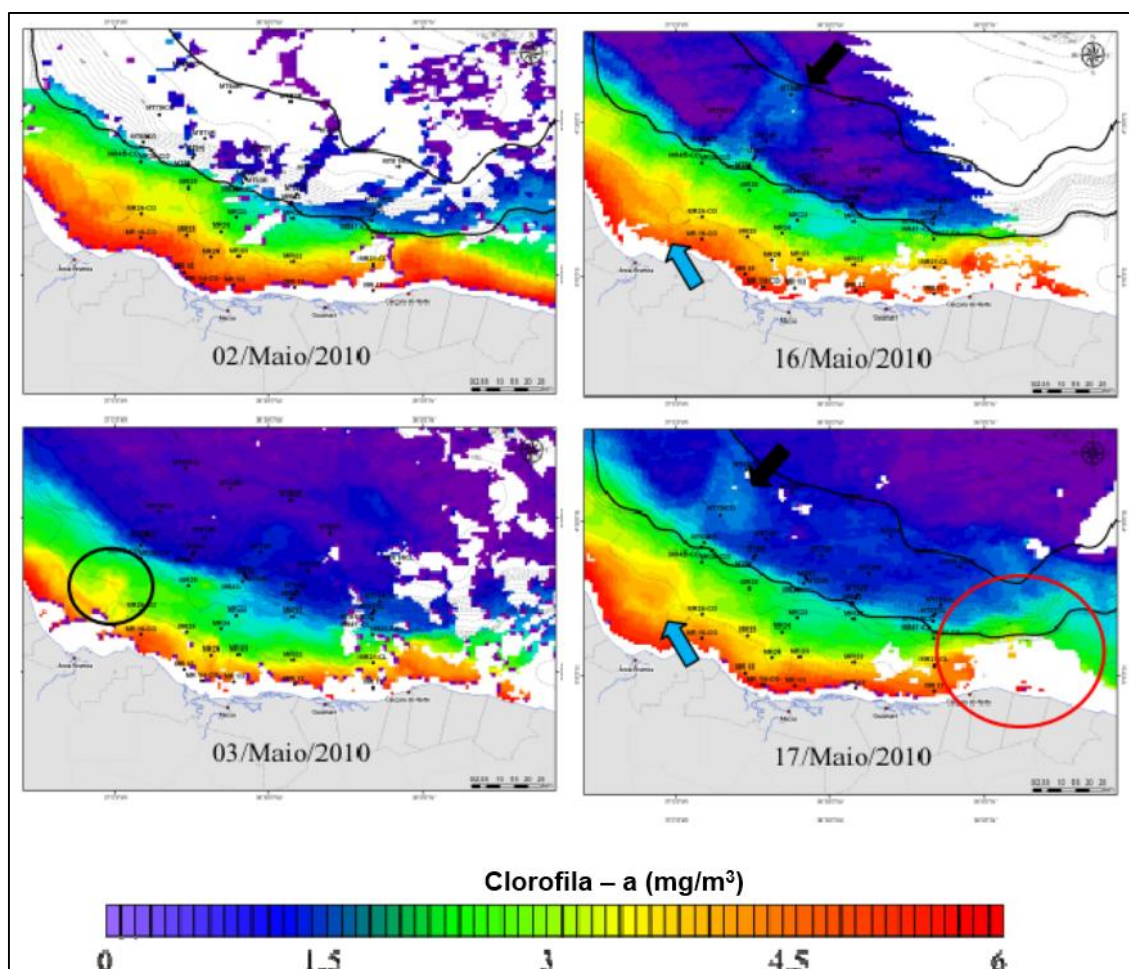


Figura V.1.5.5-4 - Imagens do sensor AQUA-MODIS para clorofila-a durante as campanhas oceanográficas de monitoramento regional em maio de 2010 (período chuvoso) na plataforma continental norte do Rio Grande do Norte.

No período seco (Figuras V.1.5.5-5) as concentrações de clorofila-a apresentaram máximos de até 6 mg/m^3 , superior ao período chuvoso com valores máximos de $3,47 \text{ mg/m}^3$ (Figura V.1.5.5-6).

Os resultados indicam que durante o período chuvoso, devido ao nível baixo de chuvas, assemelham-se ao período seco. Porém, entre a compartimentação oceânica, as diferenças são mais expressivas, indicando uma forte variabilidade com relação a distribuição espacial. É possível perceber nas imagens que na distribuição dos resultados do monitoramento regional, o maior fator de diferença entre as amostras é o gradiente batimétrico, que significa ao mesmo tempo a distância da costa.

Nas campanhas de 2013 a 2014 (PETROBRAS, 2015), as taxas de concentrações de clorofila-a estão mais reduzidas em relação às taxas apresentadas nas

campanhas anteriores de 2009 a 2010. Porém, não houve variações altas nos períodos analisados, seco e chuvoso, quando a variação foi de apenas $0,10 \text{ mg/m}^3$. Em janeiro de 2014, as concentrações de clorofila-a mostraram valores máximos de $2,79 \text{ mg/m}^3$ em toda a região inferior à isóbata de 10 m, e os valores mínimos de $0,06 \text{ mg/m}^3$ se estendem a partir de profundidades acima de 30 m para as zonas mais profundas da plataforma continental externa. Na zona restrita a plataforma interna, onde encontra-se situado o projeto, as concentrações de clorofila-a estão na média de $1,42 \text{ mg/m}^3$ (Figura V.1.5.5-5).

No mês de julho de 2014, as concentrações de clorofila-a mostraram-se mais reduzidas, com máximos de $2,69 \text{ mg/m}^3$ para a mesma da plataforma rasa, e médias de $1,69 \text{ mg/m}^3$ na porção da plataforma interna, mais próxima do projeto (Figura V.1.5.5-6).

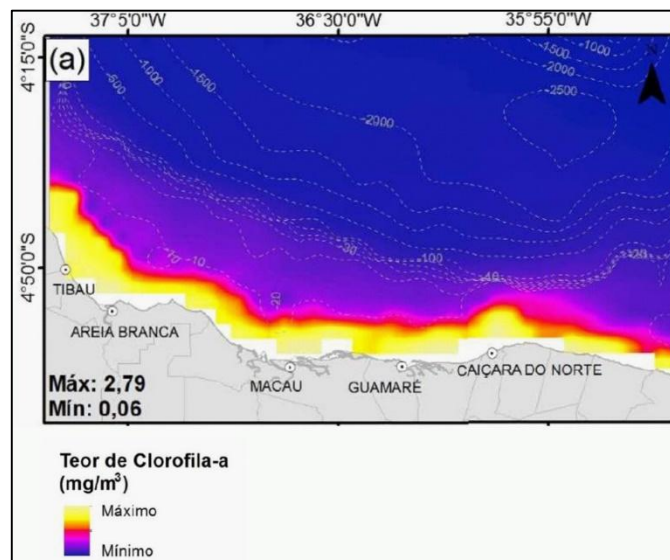


Figura V.1.5.5-5 - Imagens do sensor AQUA-MODIS para clorofila-a durante as campanhas oceanográficas de monitoramento regional de agosto de 2013 a janeiro de 2014 (período seco) na plataforma continental norte do Rio Grande do Norte.

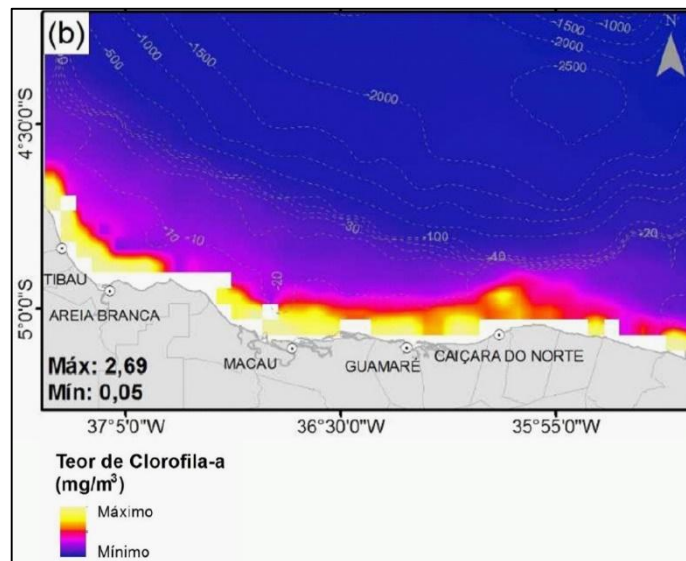


Figura V.1.5.5-6 - Imagens do sensor AQUA-MODIS para clorofila-a durante as campanhas oceanográficas de monitoramento regional de fevereiro a julho de 2014 (período chuvoso) na plataforma continental norte do Rio Grande do Norte.

V.1.6 - Ruídos

V.1.6.1 Metodologia

Para este estudo foi utilizado o medidor de nível de pressão sonora fabricado pela empresa Quest Technologies Inc., modelo Quest Q-400 (Figura V.1.6.1-1A), com faixa de medição entre 40 a 140 dB e curvas de ponderação A, C e Linear com resposta Fast e Slow, calibrado conforme Certificado de Calibração nº 2835, com data de 29 de junho de 2017. E o medidor de nível de pressão sonora, fabricado pela mesma empresa citada anteriormente, de modelo QC-10 (Figura V.1.6-1B), com faixa de medição entre 40 a 140 dB e curvas de ponderação A, C e Linear com resposta Fast e Slow, calibrado conforme Certificado de Calibração nº2839 com data de 29 de junho de 2017.

Ao microfone foi acoplado um protetor de vento, do mesmo fabricante, para minimizar as possíveis interferências causadas pelo vento.



Figura V.1.6.1-1 - Imagem ilustrativa dos equipamentos: Dosímetro Quest Q-400 e (esquerda) e Dosímetro Quest QC-10 (direita).

O ruído ambiental é representado por todas as fontes sonoras, situadas próximas ou afastadas (ruído de tráfego, pássaros, máquinas, etc). Já o ruído de fundo designa o nível sonoro medido quando a fonte específica não é audível

Os descritores do ruído ambiental são: o Nível de Pressão Sonora, o Nível de Intensidade Equivalente e os Níveis Estatísticos. O Nível de Pressão Sonora

(Lp) é a energia acústica total emitida pela fonte em uma unidade de tempo, definido pela ISO 1996/1 (1982), por:

$$NIS = 10 \log \left[\left(\frac{p}{p_0} \right)^2 \right], \text{ em dB}$$

Onde:

P - pressão sonora em pascais;

P₀ - é a pressão sonora de referência, 20μPa (20x10⁻⁶N/m²), que corresponde ao limiar da audição na frequência de 1kHz (GERGES, 2000 apud NAGEM, 2004).

Estes valores (NIS) são obtidos através de instrumentos de medição de pressão sonora.

Por sua vez, o nível de intensidade equivalente (LAeq) é definido, pela ISO1996/1(1982), por:

Estes valores (NIS) são obtidos através de instrumentos de medição de pressão sonora.

Por sua vez, o nível de intensidade equivalente (LAeq) é definido, pela ISO1996/1(1982), por:

$$L_{EQ} = 10 \cdot \log \left[\frac{1}{T} \cdot \sum_{i=1}^n t_i \times 10^{\left(\frac{L_i}{10}\right)} \right]$$

Onde:

T: Tempo total em horas;

Li: NIS (Nível de Intensidade Sonora) ou NPS (Nível de Pressão Sonora) em dB;

Ti: Tempo parcial em horas;

O nível de pressão sonora equivalente contínuo ponderado na escala A representa o nível de um som contínuo (estacionário) que, em um intervalo de tempo específico, tem a mesma energia sonora do som em estudo, cujo nível varia com o tempo (ISO 1996/1, 1982). O LAeq representa, o nível do ruído contínuo (fixo) ao qual as pessoas estão sujeitas, em várias situações, devido aos diversos tipos de ruído, sendo equivalente ao ruído original que é variável.

Por conseguinte, utilizaremos como padrão metodológico os níveis de pressão sonora (NIS) convertidos em níveis de pressão sonora equivalente contínuo ponderado na escala A (LAeq (A)) e em C (LAeq (C)).

Com o intuito de alcançar o objetivo principal estabelecido para este estudo, que foi verificar pressão sonora de fundo na região onde será instalado o empreendimento, o trabalho foi dividido em medições simultâneas com os dois equipamentos descritos anteriormente, durante um período de 35 minutos e doze segundos.

Nesse estudo em questão, considerou-se nível de ruído ambiental/fundo ou nível de pressão sonora equivalente ponderada em “A”, no local e horário considerados, na ausência do empreendimento o registrado no equipamento de modelo Q-400. No entanto, simultaneamente foi registrado no equipamento de modelo QC-10 o nível de pressão sonora equivalente ponderada em “C”

O ponto específico de monitoramento foi registrado na região onde será implantado o empreendimento, em 28/05/2019. Conforme mencionado foi utilizado apenas um único ponto para ambas as medições simultâneas com os dois aparelhos e ambos estavam com seus respectivos microfones devidamente protegidos por espuma, a uma altura de aproximadamente 1,2 m em relação ao piso de referência.

V.1.6.2 Critérios Utilizados no Estudo

Com objetivo de obedecer aos padrões, critérios e diretrizes estabelecidos na CONAMA nº 01/90, considerou-se o disposto na Norma Brasileira Regulamentadora (NBR) 10.151 (Tabela V.1.6.2-1) – Avaliação de Ruído em Áreas Habitadas visando o conforto da comunidade, da Associação Brasileira de Normas e Técnicas (ABNT). Nesse estudo, considerou-se o nível de critério de avaliação (NCA), para “Área predominantemente industrial”, com níveis máximos de ruído aceitável 70 dB (A) para o período diurno e 60 dB (A) para o período noturno.

Tabela V.1.6.2-1 - Nível de critério de avaliação NCA para ambientes externos, em dB(A).

Tipos de áreas	Diurno	Noturno
Áreas de sítios e fazendas	40	35
Área estritamente residencial urbana ou de hospitais ou de escolas	50	45
Área mista, predominantemente residencial	55	50
Área mista, com vocação comercial e administrativa	60	55
Área mista, com vocação recreacional	65	55
Área predominantemente industrial	70	60

Fonte: NBR 10151, 2000.

V.1.6.3 Resultados das Avaliações

Neste subitem, são apresentados os resultados das medições para a coleta realizada no dia 28/05/2019, que faz referência à área que será instalado o empreendimento.

Na Tabela V.1.6.3-1 estão os dados de Nível de Pressão Sonora Equivalente (LAeq), em decibéis ponderados em “A” [dB(A)], obtidos a partir do valor médio quadrático da pressão sonora, com ponderação A, no ponto amostral.

Tabela V.1.6.3-1 - Média do Nível de Pressão Sonora Equivalente, em decibel.

Pontos	Data	X	Y	LAeq-(A)	Equipamento
P01 - LAeq	28/05/2019	790940,99	9455146,00	63,5	Quest Q-400
P01 LCeq	10/01/2018	790940,99	9455146,00	63,5	Quest QC-10

No gráfico abaixo (Gráfico V.1.6.3-1) estão os valores médios de LAeq (A) e (C) confrontados com os Nível de Critério de Avaliação (NCA) da NBR 10.151 para área predominantemente industrial no período diurno, com o intuito de avaliar o nível de ruído de background da região.

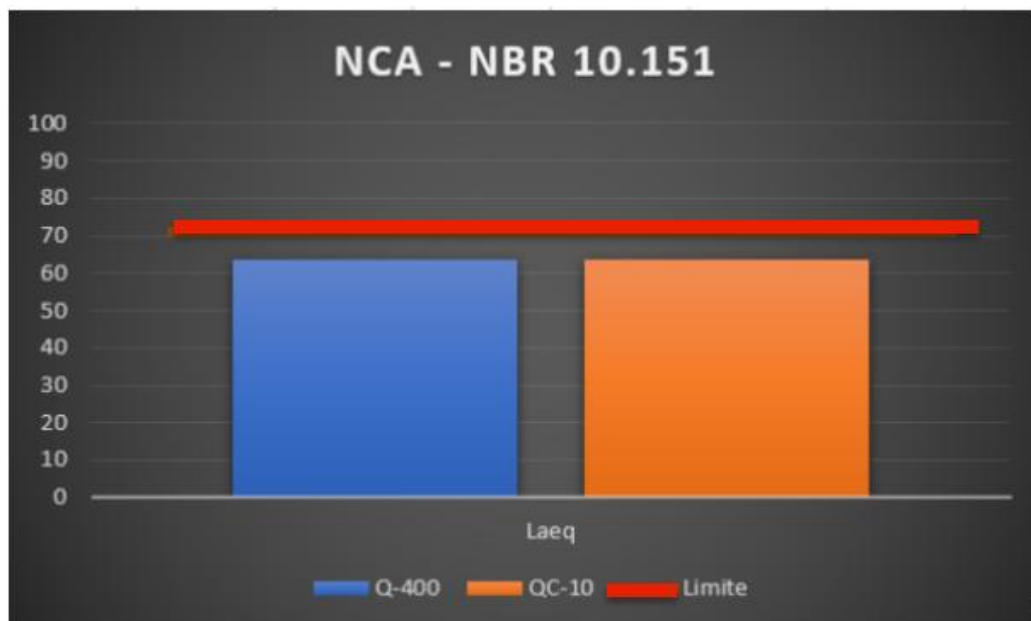


Gráfico V.1.6.3- 1 - NCA com base na Norma 10.151

Portanto, percebe-se através dos resultados que o nível de pressão sonora ambiental é inferior ao limite permitido pela NBR 10.151, para área predominantemente industrial.

Deve-se ressaltar que a localização do projeto, onde foi efetuada a medição, corresponde a um ambiente com expressiva geração de ruído, pela presença de vento e movimento das águas marinhas. Esta afirmativa pode ser constatada a partir da análise dos resultados obtidos, que registrou nível de ruído de 63,5 dB, quase atingindo os limites máximos estabelecidos pelas normas vigentes.

Não é cogitada a possibilidade de interferência significativa dos ruídos atmosféricos do empreendimento em qualquer área habitada, nem mesmo no ambiente ocupacional da PUB-03.

V.1.6.4 Ruídos Subaquático

Na localização do empreendimento são executadas diversas atividades capazes de gerar ruídos no ambiente submarino. Destacam-se, nesse contexto, as atividades da indústria petrolífera e o tráfego de embarcações de pesca. A implementação da Planta Piloto Eólica Offshore contribuirá, mesmo que numa escala pequena, com a geração de ruídos. Estes possíveis impactos causados pelo empreendimento serão detalhados no capítulo VII.

V.1.6.5 Efeito Estroboscópico

Conforme exigido no Termo de Referência para a execução deste item, será abordado aqui o efeito estroboscópico potencialmente provocado por aerogeradores.

Este efeito corresponde ao sombreamento intermitente provocado pela passagem das lâminas, através dos raios solares, quando o sol está mais baixo no céu. O grau deste efeito depende da distância da torre, da latitude do local, do período do dia e do ano. Torna-se mais relevante quanto menor for a distância entre as pás e o receptor.

Segundo pesquisas, o sombreamento intermitente pode causar incômodo e prejudicar pessoas que sofrem de epilepsia, além de náuseas e dores de cabeça. O efeito é sentido em uma distância até dez vezes o diâmetro das pás e depende da direção das turbinas eólicas de residências.

Considerando a distância do empreendimento em relação a qualquer área habitada (aproximadamente 20 km), não é previsto qualquer impacto relacionado com efeito estroboscópico que venha a ser causado com a implementação da Planta Piloto Eólica Offshore. Também não foi encontrado estudo correlacionando o efeito estroboscópico à impactos na fauna marinha.

V.2 - Meio Biótico

V.2.1 - Biota Marinha

Nesta seção faz-se a descrição das espécies nos três tipos de comunidades marinhas: planctônicas, bentônicas (incluindo a biota coralínea) e nectônicas. Para cada tipo de comunidade, e caso existam, serão identificadas as espécies raras, endêmicas, ameaçadas de extinção, indicadoras da qualidade ambiental, de importância na cadeia alimentar, de interesse econômico, científico e invasoras.

V.2.1.1 - Comunidades Planctônicas

Fitoplâncton

O Fitoplâncton é constituído por microalgas (seres unicelulares) que sintetizam matéria orgânica a partir da energia solar e de nutrientes essenciais (fósforo, azoto ou nitrogênio e sílica), em conjunto com o dióxido de carbono e a água. O fitoplâncton constitui o início das cadeias alimentares nos meios aquáticos e é por este motivo considerado o produtor primário mais importante dos ecossistemas marinhos, cuja composição e abundância, bem como as suas eventuais alterações, se repercutem diretamente em todos os níveis tróficos subsequentes. As microalgas do fitoplâncton têm ciclos de vida curtos, respondendo rapidamente a modificações ambientais nos parâmetros físico-químicos

O fitoplâncton na Baía de Potiguar apresenta características de regiões tropicais oligotróficas (pobres em nutrientes), com níveis baixos de produção primária e grande diversidade de espécies.

Os resultados das campanhas de amostragem realizadas indicam uma riqueza de aproximadamente 300 espécies, havendo uma predominância de espécies pertencentes ao grupo das diatomáceas (59 a 69%), seguida pelo grupo dos dinoflagelados (21 a 29%) e cianobactérias (4 a 8%) (Figura V.2.1.1-1).

À semelhança de outras zonas costeiras, a Baía de Potiguar apresenta uma composição e abundância florística em diatomáceas maior em zonas mais próximas à costa (LDA de 5 m de profundidade), onde a variação da salinidade é mais ampla e a concentração de nutrientes mais elevada.

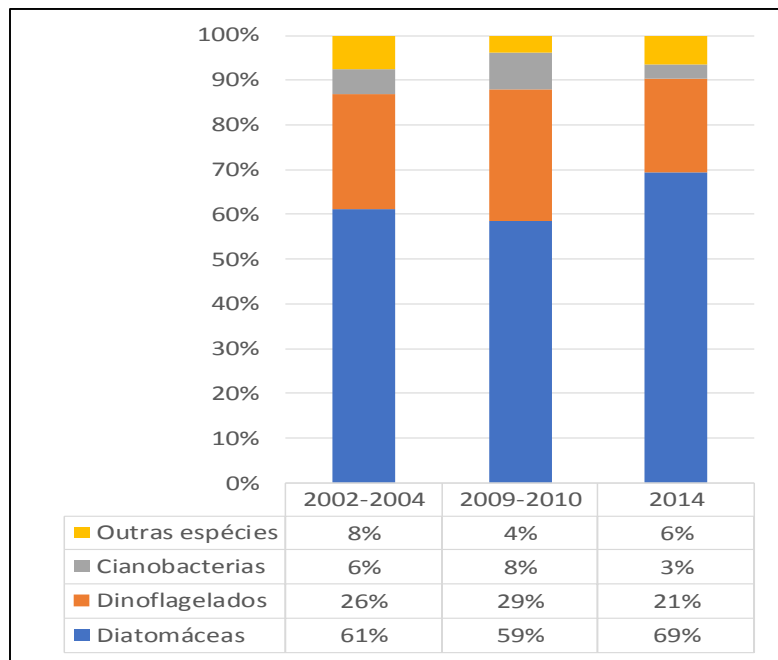


Figura V.2.1.1-1 - Composição fitoplanctônica das águas costeiras da Baía de Potiguar.

Fonte: Petrobras, 2006, 2011, 2015

Uma maior composição em espécies de dinoflagelados foi registrada nas zonas um pouco mais afastadas da costa onde as condições oceanográficas são mais estáveis. A participação quantitativa em termos de densidade, biomassa e biovolume de dinoflagelados, depois das diatomáceas, indica que a Baía de Potiguar apresenta condições oceanográficas adequadas ao desenvolvimento deste último grupo de espécies, isto é, águas transparentes, mais quentes e pobres em nutrientes.

O terceiro grupo com mais espécies corresponde ao grupo das cianobactérias que embora contribuindo com um reduzido número de espécies, quando comparado com as diatomáceas e dinoflagelados, contribui para o aumento da densidade e biovolume em estações mais afastadas da costa.

Em geral, os resultados obtidos nos estudos realizados na Baía de Potiguar indicam um número de espécies e abundância de fitoplâncton maiores em zonas mais próximas da costa, que têm também a influência dos rios que desaguam na baía. Estes números apresentam redução gradual conforme há o afastamento em relação à linha de costa. As principais espécies registradas para cada um dos grupos mais abundantes encontram-se listada no Quadro V.2.1.1-1 assim como o número total de espécies e o número de campanhas efetuadas em cada período de amostragem.

Quadro V.2.1.1-1 - Principais grupos de fitoplâncton, espécies mais abundantes e frequentes por grupo e número total de espécies registradas na Baía de Potiguar (Petrobras, 2002-2003, 2009-2010, 2014). A negrito encontram-se as espécies presentes em todos os períodos de amostragem.

GRUPOS FITO-PLÂNTONICOS	CAMPANHA 2002-2003	CAMPANHA 2009-2010	CAMPANHA JANEIRO E JUNHO 2014
Diatomáceas	<i>Amphora arenaria</i> <i>Asterionellopsis glacialis</i> <i>Bacillaria paxillifera</i> <i>Diploneis suborbicularis</i> <i>Grammatophora marina</i> <i>Hemiaulus membranaceus</i> <i>Lyrella lyra</i> <i>Navicula sp.</i> <i>Paralia sulcata</i> <i>Pleurosigma sp.</i> <i>Proboscia alata</i> <i>Rhizosolenia styliformis</i> <i>Striatella unipunctata</i> <i>Thalassionema nitzschioides</i> <i>Thalassiosira subtilis</i>	<i>Chaetoceros sp.</i> <i>Cylindrotheca closterium</i> <i>Guinardia striata</i> <i>Hemiaulus membranaceus</i> <i>Hemiaulus sinensis</i> <i>Paralia sulcata</i> <i>Proboscia alata</i> <i>Rhizosolenia styliformis</i> <i>Thalassiosira subtilis</i>	<i>Cylindrotheca closterium</i> <i>Hemiaulus membranaceus</i> <i>Nitzschia longissima</i> <i>Paralia sulcata</i> <i>Rhizosolenia styliformis</i> <i>Rhizosolenia stolterfothii</i> <i>Rhizosolenia robusta</i> <i>Proboscia alata</i>
Dinoflagelados	<i>Ceratium furca</i> <i>Ceratium teres</i> <i>Gonyaulax sp.</i> <i>Prorocentrum gracile</i> <i>Prorocentrum micans</i> <i>Protoperidinium sp.</i>	<i>Neoceratium furca</i> <i>Protoperidinium sp.</i>	<i>Ceratium furca</i> <i>Ceratium trichoceros</i> <i>Ceratium tripos</i> <i>Protoperidinium sp.</i> <i>Pyrophacus horologium</i>
Cianobactérias	<i>Oscillatoria sp.</i> <i>Richelia intercellularis</i> <i>Synechococcus sp.</i> <i>Trichodesmium erythraeum</i>	<i>Trichodesmium erythraeum</i>	<i>Oscillatoria thiebautii</i>
Outros filós e espécies	Clorofíceas Cocolitoforídeos Euglenofíceas Silicoflagelados	<i>Pleurotaenium ehrenbergii</i>	Fitoflagelados <i>Korshikovella sp.</i> (clorofíceas)
Nº total de espécies (campanhas)	358 (4 campanhas)	340 (2 campanhas)	280 (2 campanhas)

Embora o número de espécies registradas seja maior para o período de estiagem, não parecem existir diferenças significativas em relação aos períodos chuvosos. Esta observação está de acordo com os níveis de produção primária, que na Baía de Potiguar, e em geral para águas tropicais oligotróficas, se mantêm baixos (abaixo de 3 mg m^{-3}) e constantes ao longo de todo o ano (Figura V.2.1.1-2).

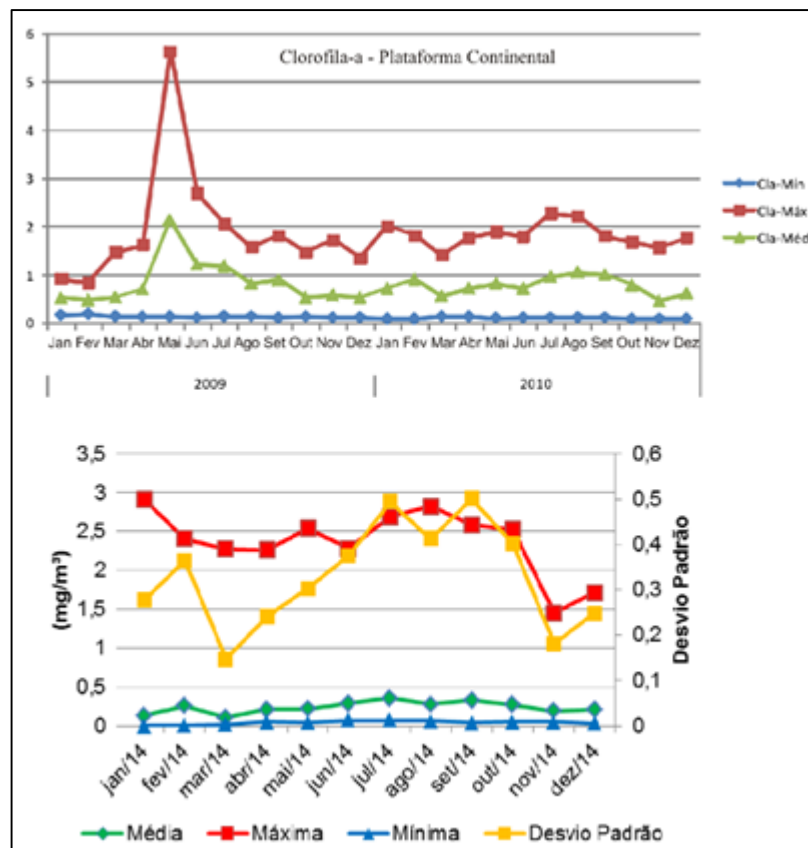


Figura V.2.1.1-2 - Valores da concentração de Clorofila a (Cl-a) na baía de Potiguar durante os períodos de amostragem a) 2009-2010 e b) 2014.

Fonte: Petrobras, 2011, 2015

Zooplâncton e Zoonêuston

O zooplâncton corresponde a um conjunto de protistas não fotossintéticos e de animais que, embora possam ter movimento próprio, não são capazes de contrariar o movimento das correntes. Este conjunto de seres vivos inclui organismos permanentes, isto é, que passam todo o seu ciclo de vida como plâncton (holoplâncton) e organismos temporários, que passam apenas parte do seu ciclo de vida nesta condição (meroplâncton), passando ao longo de seu desenvolvimento para

fase bentônica ou nectônica. É conhecido que, na região tropical, 80% dos organismos bentônicos de águas rasas possuem larvas plânctônicas (Gross & Gross, 1996).

O zoonêuston corresponde ao grupo dos organismos que ocupam a interface oceano-atmosfera, camada que se estende desde a superfície até 1 m de profundidade e que normalmente alberga copépodes e larvas e ovos de invertebrados e de peixes (Pérès, 1976).

As espécies predominantes identificadas na Baía de Potiguar são características de águas oceânicas e indicadoras da passagem da Corrente Norte do Brasil. Verificou-se também a presença de estados larvares de muitas espécies bentônicas da zona nerítica da plataforma continental e de espécies estuarinas, associada à proximidade dos estuários de alguns rios na costa. Por outro lado, os resultados indicam uma composição de espécies característica de uma região tropical sob influência de águas oligotróficas (pobres em nutrientes) onde a biomassa de zooplâncton é geralmente baixa, embora correspondente a uma elevada diversidade em espécies. Ainda assim, são observados relativamente maiores biovolumes e densidades de organismos em zonas mais próximas da costa.

A composição do zooplâncton em termos de número de espécies de Copepoda por classes de tamanho encontra-se representada na Figura V.2.1.1-3 verifica-se que a riqueza de espécies é relativamente homogênea entre as classes do micro (<64 µm), mezo (120 µm) e macroplâncton (300 µm), havendo uma predominância de espécies pertencentes ao holoplâncton (espécies que passam todo o seu ciclo de vida no plâncton). Além de Copepoda, foram observadas larvas de crustáceos decápodes, de moluscos (Gastropoda e Bivalvia) e larvas de Bryozoa. É de referir que durante o período de amostragem 2009-2010, a maior percentagem de espécies do microplâncton foi do grupo de foraminíferos (30 a 46%).

Em termos da distribuição do número de espécies de Copepoda pelas duas classes do zoonêuston, verifica-se uma percentagem semelhante entre as duas camadas (inferior e superior) (Figura V.2.1.1-3). Em termos de abundância, esta é cerca de 4 vezes mais elevada junto à superfície (na interface ar-água) e constituída essencialmente por larvas da ordem Decapoda (camarões, lagostas e caranguejos), por organismos da ordem Euphausiacea e por larvas da ordem Stomatopoda (Figura V.2.1.1-3)

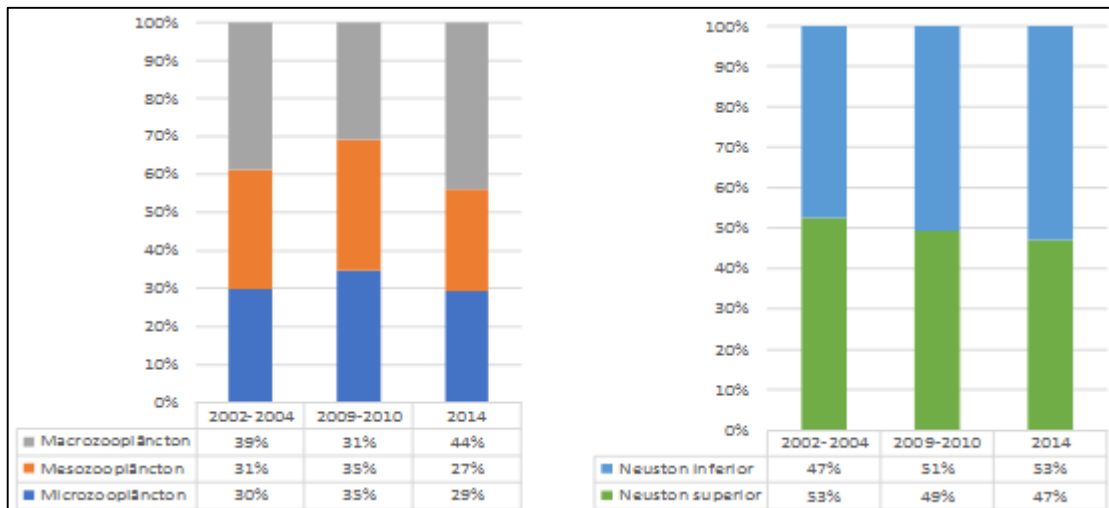


Figura V.2.1.1-3 - Número de espécies da classe Copepoda por classes de tamanho do zooplâncton e período de amostragem. Microzooplâncton <math><64 \mu\text{m}</math>; mesozooplâncton <math><120 \mu\text{m}</math>; macrozooplâncton <math><300 \mu\text{m}</math>. Esquerda: Zooplâncton e Direita: Zoonêuston

Fonte: Petrobras, 2006, 2011, 2015

No que diz respeito ao gradiente costa-oceano, verifica-se um aumento da biodiversidade com o afastamento da costa. O zooplâncton costeiro é composto por espécies indicadoras de eutrofização, dando lugar a espécies oceânicas características de ambientes tropicais oligotróficos em direção ao oceano. A abundância de zooplâncton é variável ao longo de um ciclo anual e pode estar associada à variação do aporte de nutrientes de origem estuarina/continental.

V.2.1.2 - Comunidades Nectônicas

Ictiofauna: peixes teleósteos

A caracterização da ictiofauna é apresentada através da informação disponível sobre o ictioplâncton, em estudos de identificação quantitativa na zona costeira do estado do Rio Grande do Norte, utilizando dados disponíveis sobre a pesca nesta região.

A fase planctônica da ictiofauna é o período mais sensível do ciclo de vida de um peixe no que diz respeito a variações ambientais. Deste modo, a análise do ictioplâncton é usada para detectar, ainda em estados iniciais, eventuais alterações ambientais de origem natural ou antrópica. Por outro lado, os levantamentos quali-quantitativos permitem conhecer o recrutamento juvenis à população de adultos e

estimar o potencial pesqueiro de uma região tendo em vista uma eficiente gestão da pesca (PETROBRAS, 2007, 2011, 2015).

Na Baía de Potiguar, os ovos de peixe ocorrem durante todo o ano e com distribuição por toda a região amostrada. Destacam-se os ovos de Engraulidae, que pela sua abundância junto à costa, indicam que as espécies desta família desovam basicamente nesta zona. Um grande número de espécies desta família é de interesse econômico relativo tanto ao consumo fresco como à sua utilização em farelo para ração animal (PETROBRAS, 2007, 2011, 2015).

Quanto as larvas de peixe, a densidade média de larvas de peixe aumenta com a distância à costa e os valores registrados variaram entre 12 larvas / 100 m³, próximo da costa e 30 larvas / m³ em zonas mais afastadas da costa. A análise das larvas de peixes coletadas na área de estudo indica uma elevada riqueza de espécies (N=133), característica de zonas tropicais (PETROBRAS, 2007, 2011, 2015).

As larvas de peixes da família Clupeidae (sardinha) é a que apresenta a maior densidade (e abundância) de larvas (20%), sendo também encontrada uma densidade total de 34% correspondente às larvas das famílias Carangidae (xixarro e pampo, entre outros), Myctophidae (peixe lanterna), Scombridae (albacora e atum, entre outros), Sparidae (salema) e Haemulidae (pargo) (densidades representando entre 5% a 8%) (Figura V.2.1.2-1). Tanto as espécies da família Clupeidae como as da família Engraulidae vivem a fase adulta em cardumes nas regiões costeiras próximas de estuários tendo um importante papel como elo na transferência de energia para níveis tróficos superiores. A Corrente Norte do Brasil é também responsável pelo transporte, para a plataforma continental, de larvas mesopelágicas da família Myctophidae que servem de alimento a espécies maiores de peixes e cetáceos. Estas larvas são de peixes oceânicos mesopelágicos que habitam em profundidades entre os 100 e os 1000 metros, e realizam migrações diárias até à superfície.

Das 13 famílias de peixes registradas num estudo de desembarque da frota pesqueira artesanal realizada na Baía de Potiguar foram identificadas larvas de 11 destas famílias, demonstrado que estas têm origem em peixes adultos residentes na plataforma continental da área de estudo (PETROBRAS, 2007, 2011, 2015).

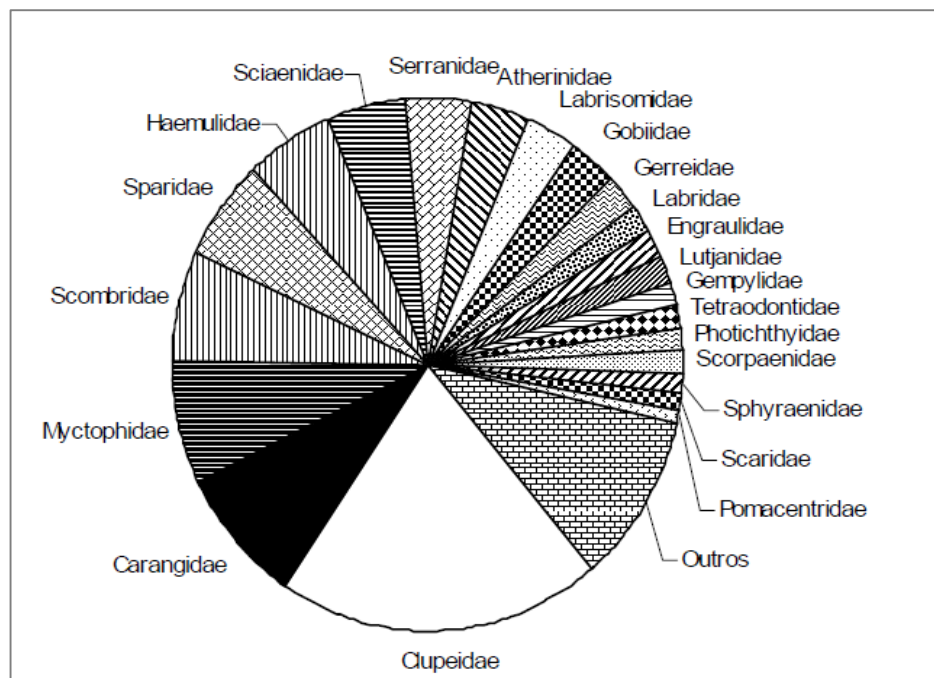


Figura V.2.1.2-1 - Distribuição das larvas de peixes agrupadas por família, com densidades superiores a 1%. Dados obtidos a partir das quatro campanhas de caracterização ambiental da Baía de Potiguar realizadas em julho de 2002, maio e novembro de 2003 e maio de 2004.

Fonte: Petrobras, 2006

No litoral do Rio Grande do Norte estão registradas 440 espécies de peixe, 12 são oceânicas e de ambientes recifais, 31 de ocorrência exclusivamente oceânica, 19 de ambientes unicamente estuarinos, 110 de ambientes estuarino e recifal e, finalmente, 268 espécies unicamente de ambiente recifal (Garcia Jr. 2006). Quanto à estrutura taxonômica, estas espécies estão distribuídas por 2 classes, 25 ordens, 106 famílias e 253 gêneros. Os censos da ictiofauna marinha brasileira (Garcia Jr, 2006) reuniram 1297 espécies, ou seja, aproximadamente 34% dos peixes marinhos registrados para o Brasil ocorrem no estado do Rio Grande do Norte. A ordem Perciformes é a que apresenta um maior número de espécies, correspondente a 56% do total, seguida das ordens Tetraodontiformes, Pleuronectiformes, Anguiliformes, Rajiformes, Carcharhiniformes e Beloniformes. Existem ainda outras ordens com um menor número de espécies: Clupeiformes, Scorpaeniformes, Siluriformes, Mugiliformes, Gasterosteiformes, Aulopiformes, Batrachoidiformes, Lophiiformes, Lamniformes, Ophidiiformes, Beryciformes, Orectolobiformes, Elopiformes, Albuliformes, Cyprinodontiformes, Polymixiiformes, Lampridiformes e Atheriniformes (Garcia Jr, 2006).

O Quadro V.2.1.2-1 apresenta as principais espécies pescadas na região. Destaca-se também a presença de espécies de peixes teleósteos com estatuto de conservação classificado na categoria de “Críticamente em perigo”: *Epinephelus itajara* (mero) e *Epinephelus nigritus* (piraroba), na categoria de “Em perigo”: *Epinephelus striatus* (garoupa-de-trindade), *Pagrus pagrus* (pargo) e na categoria de “Vulnerável”: *Lutjanus analis* (cioba), *Lutjanus cyanopterus* (caranha), *Scarus guacamaia*, *Dermatolepis inermis*, *Epinephelus niveatus*, *Mycteroperca microlepis*, *Balistes vetula* (cangulo verdadeiro, cangulo rei).

Quadro V.2.1.2-1 - As principais espécies comerciais pescadas na Baía de Potiguar.

FAMÍLIAS	ESPÉCIES NOME CIENTÍFICO E NOME COMUM
<i>Clupeidae</i>	<i>Opisthonema oglinum</i> , <i>sardinha-lage</i> <i>Chirocentron bleekermani</i>
<i>Carangidae</i>	<i>Caranx</i> spp., <i>xaréu</i> <i>Chloroscombrus chrysurus</i> , <i>palombeta</i> <i>Decapterus</i> <i>Seriola</i> spp., <i>arabaiana</i> <i>Elagatis bipinnulata</i> , <i>arabaiana</i> <i>Caranx crysos</i> , <i>guarajuba</i>
<i>Scombridae</i>	<i>Thunnus thynnus</i> , <i>atum</i> <i>Katsuwonus pelamis</i> , <i>bonito</i> <i>Scomberomorus cavalla</i> , <i>cavala</i>

Ictiofauna: elasmobrânquios

Os elasmobrânquios são peixes com esqueleto cartilaginoso, tais como os tubarões e as raias.

Os tubarões distribuem-se em todos os mares e oceanos, em águas tropicais, subtropicais, temperadas e frias apresentando hábitos demersais ou pelágicos. Os peixes deste grupo apresentam crescimento lento, maturação sexual tardia, baixa fecundidade e alta longevidade, fatores que devem ser considerados na gestão da pesca destas espécies. Na costa nordeste brasileira, ocorrem 21 espécies de raias e 45 de tubarões (LESSA et al., 2002). Destas, as que se apresentam no Quadro V.2.1.2-2 possuem registro confirmado no Estado do Rio Grande do Norte. Foram também identificadas várias espécies de tubarões pelágicos capturados com espinhel na Zona Econômica Exclusiva do nordeste brasileiro.

No Quadro V.2.1.2-2 destaca-se a ocorrência de cinco espécies ameaçadas e classificadas na categoria de “Em perigo” e “ criticamente em perigo” de extinção.

Quadro V.2.1.2-2 - Espécies de peixes elasmobrânquios registradas no estado do Rio Grande do Norte e no Nordeste Brasileiro. (Fonte lista de espécies: Revizee, 2006; Fonte do estatuto de conservação: (1) Portal da Biodiversidade do Brasil, 2019; (2) IUCN, 2019).

REGIÃO	NOME CIENTÍFICO	NOME COMUM	ESTADO DE CONSERVAÇÃO
Espécies com registro confirmado no Estado do Rio Grande do Norte	<i>Dasyatis americana</i>	Raia-prego	Não ameaçada (1)
	<i>Dasyatis marianae</i>	Raia-mariquita	Não ameaçada (1)
	<i>Dasyatis violacea</i>	Ratão ou uge-violeta	-
	<i>Dasyatis macrophthalma</i>	Arraia-do-oião	-
	<i>Aetobatus narinari</i>	Raia-chita	Não ameaçada (1)
	<i>Manta birostris</i>	Raia-jamanta	Ameaçada / Vulnerável (1)
	<i>Gymnura altavela</i>	Raia-manteiga	Ameaçada / Criticamente em perigo (1)
	<i>Hexanchus griseus</i>	Tubarão-de-seis-fendas	Não ameaçada (1)
	<i>Ginglymostoma cirratum</i>	Tubarão-lixia	Ameaçada / Vulnerável (1)
	<i>Carcharhinus leucas</i>	Cabeça-chata	Não ameaçada (1)
	<i>Carcharhinus obscurus</i>	Cação-fidalgo	Ameaçada / Em perigo (1)
	<i>Carcharhinus perezi</i>	Tubarão-dos-recifes	Ameaçada / Vulnerável (1)
	<i>Galeocerdo cuvier</i>	Tubarão-tigre	Não ameaçada (1)
	<i>Rhizoprionodon porosus</i>	Tubarão-rabo-seco	Não ameaçada (1)
<i>Sphyrna tiburo</i>	Tubarão-mar-telo	Menor preocupação (2)	
Principais espécies de tu-	<i>Prionace glauca</i>	Tubarão-azul	Não ameaçada (1)
	<i>Carcharhinus signatus</i>	Cação-noturno	Ameaçada / Vulnerável (1)

REGIÃO	NOME CIENTÍFICO	NOME COMUM	ESTADO DE CONSERVAÇÃO
barões pelágicos na Zona Econômica Exclusiva do nordeste Brasileiro	<i>Carcharhinus longimanus</i>	Tubarão-es-trangeiro	Vulnerável (2)
	<i>Isurus oxyrinchus</i>	Tubarão-ane-quim	Não ameaçada (1)
	<i>Isurus paucus</i>	Tubarão-mes-tiço	Ameaçada (2)
	<i>Alopias supercili-osus</i>	Tubarão-ra-posa	Vulnerável (2)
	<i>Pseudocarcharias kamoharai</i>	Tubarão-croco-dilo	Quase ameaçada (2)
	<i>Sphyrna lewini</i>	Tubarão-mar-telo	Ameaçada / Critica-mente em perigo (1)
	<i>Carcharhinus fal-ciformis</i>	Tubarão-lombo-preto	Não ameaçada (1)
	<i>Carcharhinus plumbeus</i>	Tubarão-ga-lhudo	Ameaçada / Critica-mente em perigo (1)
	<i>Carcharhinus lim-batus</i>	Tubarão-galha-preta	Ameaçada / Vulnerável (1)
	<i>Carcharhinus obscurus</i>	Cação-fidalgo	Ameaçada / Em perigo (1)
	<i>Galeocerdo cu-vier</i>	Tubarão-tigre	Não ameaçada (1)

Mamíferos marinhos

Os primeiros estudos sobre mamíferos marinhos no Brasil foram realizados a partir de carcaças oriundas da atividade baleeira. Essa atividade remonta à época colonial e desenvolvia-se desde o estado da Bahia até ao estado de Santa Catarina, tendo sido decretada como atividade proibida em 1987 (Lei nº 7643 de 18 de dezembro). Atualmente o estudo dos mamíferos marinhos no litoral do Brasil é essencialmente feito através do monitoramento de encalhes e das respectivas atividades impactantes, em estudos de populações costeiras e em avistagens costeiras e oceânicas (Di Benedito et al., 2001; Medeiros, 2006; Sena et al., 2007), embora se tenham também vindo a desenvolver levantamentos pontuais no litoral brasileiro (Medeiros, 2006).

A diversidade de mamíferos marinhos que se distribuem ao longo da costa brasileira é composta por 47 espécies distribuídas por três grupos taxonômicos: a ordem Cetacea que inclui as baleias, golfinhos e botos, a ordem Sirenia onde se

incluem os peixes-boi e a ordem Carnívora onde se inclui a subordem Pinnipedia da qual fazem parte as focas, os lobos, os leões e os elefantes marinhos (Quadro V.2.1.2-3). Estas últimas espécies não ocorrem na área de estudo, podendo apenas serem encontradas na costa sul do Brasil, pelo que não serão aqui abordadas.

Quadro V.2.1.2-3 - Lista de espécies de mamíferos marinhos identificadas no litoral da área nordeste do Brasil, respectivo estatuto de conservação e classificação do seu tipo de habitat. (Fonte lista de espécies: Zerbini et al., 1999; Fonte do estatuto de conservação e tipo de habitat: (1) Portal da Biodiversidade do Brasil, 2019; (2) IUCN, 2019).

Ordem ou Subordem	Nome Científico	Nome Comum	Estado de conservação / categoria	Habitat (2)
Ordem Cetacea Subordem Mysticeti	<i>Balaenoptera acutorostrata</i>	Baleia-minke-anã	Não ameaçada (1)	MNP MOE
	<i>Balaenoptera bonaerensis</i>	Baleia-minke-antártica	Pouco preocupante (2)	MNP MOE
	<i>Balaenoptera borealis</i>	Baleia-sei	Ameaçada / Em perigo (1)	MNP MOE
	<i>Balaenoptera edeni</i>	Baleia-de-Bryde	Não ameaçada (1)	MNP MOE
	<i>Balaenoptera musculus</i>	Baleia-azul	Ameaçada / Em perigo (1)	MNP MOE MOM
	<i>Balaenoptera physalus</i>	Baleia-fin	Ameaçada / Em perigo (1)	MNP MOE
	<i>Eubalaena australis</i>	Baleia-francao-sul	Ameaçada / Em perigo (1)	MNP MOE
	<i>Megaptera novaeangliae</i>	Baleia-jubarte	Não ameaçada (1)	MNP MOE
Ordem Cetacea Subordem Odontoceti	<i>Delphinus spp.</i>	Golfinho-comum	Não ameaçada (1)	MNP MOE
	<i>Feresa attenuata (OP)</i>	Orca-pigméia	Não ameaçada (1)	MOE MOM MOB
	<i>Globicephala melas</i>	Baleia-piloto	Não ameaçada (1)	MOM MOB
	<i>Globicephala macrorhynchus</i>	Baleia-piloto-de-peitorais-curtas	Pouco preocupante (2)	MOE MOM MOB
	<i>Grampus griseus</i>	Golfinho.-de-risso	Não ameaçada (1)	MOM MOB

<i>Hyperoodon planifrons</i>	Baleia-bicuda-de-frente-plana	Pouco preocupante (2)	MOM MOB
<i>Kogia breviceps</i>	Cachalote-pigmeu	Não ameaçada (1)	MOE MOM MOB
<i>Kogia simus</i>	Cachalote-anão	Não ameaçada (1)	MOE MOM MOB
<i>Lagenodelphis hosei (OP)</i>	Golfinho-de-Fraser	Não ameaçada (1)	MOE
<i>Mesoplodon densirostris (OP)</i>	Baleia-bicuda-de-Blainville	Dados Deficientes (2)	MOM
<i>Orcinus orca</i>	Orca	Não ameaçada (1)	MNP MNE MOE
<i>Peponocephala electra</i>	Golfinho-cabeça-de-melão	Não ameaçada (1)	MOM MOB
<i>Physeter macrocephalus</i>	Cachalote	Ameaçada / Vulnerável (1)	MNP MOE MOM
<i>Pseudorca crassidens</i>	Falsa-orca	Não ameaçada (1)	MNP MOE MOM MOB
<i>Stenella longirostris</i>	Golfinho-rotador	Não ameaçada (1)	MNP MOE MOM MOB
<i>Stenella clymene</i>	Golfinho-de-capacete	Não ameaçada (1)	MOE
<i>Stenella attenuata</i>	Golfinho-pintado-pantropical	Não ameaçada (1)	MNP MOE
<i>Stenella frontalis</i>	Golfinho-pintado-do-Atlântico	Não ameaçada (1)	MNP MOE
<i>Stenella coeruleoalba</i>	Golfinho-listrado	Não ameaçada (1)	MOE MOM
<i>Sotalia guianensis</i>	Boto-cinza	Ameaçada / Vulnerável (1)	MNP MNE
<i>Sotalia fluvialis</i>	Tucuxi ou boto	Não ameaçada (1)	
<i>Steno bredanensis</i>	Golfinho-de-dentes-rugosos	Não ameaçada (1)	MNP MOE
<i>Tursiops truncatus</i>	Golfinho-nariz-de-garrafa	Não ameaçada (1)	MNP MNE MOE

	<i>Ziphius cavirostris</i>	<i>Baleia-bicuda-de-cuvier</i>	Não ameaçada (1)	MOE MOM MOB
Ordem Sirenia	<i>Trichechus manatus manatus</i>	<i>Peixe-boi-marinho</i>	Ameaçada / Em perigo (1)	MNP MNE MI

No entanto o trabalho publicado por Zerbini et al. em 1999, lista as espécies que ocorrem no Nordeste brasileiro, cobrindo as zonas costeiras e oceânicas dos estados do Piauí, Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco, Alagoas e Sergipe. Descrevem-se abaixo os vários grupos de mamíferos marinhos que ocorrem na área de estudo.

Cetáceos

A ordem Cetacea é a mais diversa e está representada pelas subordens Mysticeti (baleias com barbas) e Odontoceti (cetáceos com dentes). As baleias com barbas são filtradoras, possuindo estruturas córneas fixadas na maxila superior por onde a água passa retendo os organismos que nela se encontram como cardumes de pequenos peixes, lulas e crustáceos. Possuem também barbatanas e duas aberturas nasais, no topo da cabeça. Os golfinhos possuem apenas uma abertura nasal e apresentam dentes nas suas maxilas (Jefferson et al., 2015).

Os Mysticeti são representados por sete espécies migratórias das quais seis ocorrem no litoral brasileiro durante o inverno e primavera, correspondendo ao período reprodutivo (acasalamento e nascimento das crias) destas espécies. Na restante parte do ano estas espécies deslocam-se para as suas áreas de alimentação na Antártida. As baleias desta subordem são exclusivamente marinhas e tem uma estrutura social baseada em grupos pequenos e instáveis, penetrando em estuários e desembocaduras de rios apenas acidentalmente (Zerbini et al., 1999; Medeiros, 2006).

A subordem Odontoceti está representada por 31 espécies divididas em sete famílias (Zerbini et al., 1999) e contrariamente aos Mysticeti, os organismos desta subordem não possuem um comportamento migratório bem definido sendo normal-

mente encontrados em grupos que podem ir desde 2 a centenas de animais (Medeiros, 2006). No entanto, realizam movimentos menos extensos que estão normalmente relacionados com a temperatura da água e a disponibilidade de alimento (Jefferson et al., 2015). Apenas uma espécie (Boto-cor-de-rosa, *Inia geoffrensis*) ocorre em ambiente fluvial e outras podem ser encontradas tanto em rios e estuários como no meio marinho.

Os cetáceos ocorrem na área de estudo durante todo o ano não havendo conhecimento muito detalhado sobre as suas áreas e épocas de reprodução, bem como sobre as suas rotas de deslocamento ou migração na área diretamente afetada pelo projeto. No entanto, têm sido feitas observações de pequenos cetáceos junto às regiões costeiras até uma profundidade de 50 m. Pequenos e grandes cetáceos também ocorrem nas áreas da plataforma continental interna e talude da plataforma continental. O Quadro V.2.1.2-4 apresenta os períodos de ocorrência de pequenos e grandes cetáceos na área de estudo.

Quadro V.2.1.2-4 - Períodos de ocorrência (x) de pequenos e grandes cetáceos (baleias jubarte) na área de estudo (Fonte: IBAMA, 2001 e Yamamoto et al., 2002).

Meses	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
Pequenos cetáceos	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Grandes cetáceos							x	x	x	x	x	x

Os trabalhos de monitoramento de encalhes realizados na região indicam que o Boto-cinza (*Sotalia guianensis*) é a espécie de maior ocorrência (Medeiros, 2006) e também uma das espécies classificada como ameaçada na categoria de vulnerável. Esta é uma espécie com hábitos costeiros, sendo também encontrada em regiões estuarinas onde entra para se alimentar e proteger (Link, 2001; Silva e Firmino, 2006). Outro delfínideo bastante comum é o golfinho-nariz-de-garrafa (*Tursiops truncatus*), ocorrendo em zonas costeiras temperadas e tropicais em todo o mundo. Espera-se a ocorrência de espécies da família Delphinidae e Ziphiidae na área diretamente afetada pelo projeto. O cachalote (*Physeter macrocephalus*) é outra das espécies ameaçadas, classificada na categoria de vulnerável relativamente ao seu estatuto de conservação. Existem ainda relatos de esporádicos de encalhes de baleia-piloto-de-aletas-curtas ou tininha-cabeça-de-melão (*Globicephala macrorhynchus*) e golfinho-cabeça-de-melão (*Peponocephala electra*) (Alves-Junior et

al., 1996; Medeiros, 2006). As espécies de hábitos oceânicos como a jubarte, o cachalote, as baleias-piloto e a falsa orca, não ocorrem naturalmente na área de influência delimitada. Por fim, é também de referir que algumas das espécies de baleias da ordem Mysticeti que ocorrem na região têm um estatuto de conservação desfavorável (“Em Perigo”), embora tendo em conta os hábitos oceânicos, não seja provável encontrá-las na área de estudo e área diretamente afetada pelo projeto.

Sirênios

A ordem Sirenia possui duas espécies no Brasil, o peixe-boi-da-Amazônia (*Trichechus inunguis*) que se distribui no interior da bacia amazônica e o peixe-boi marinho (*Trichechus manatus manatus*) que ocorre em ambientes costeiros e estuarinos (Zerbini et al., 1999). Os peixes-boi são os únicos mamíferos aquáticos herbívoros existentes. Habitam rios, estuários e águas costeiras rasas nas zonas tropicais.

O peixe-boi-marinho é uma espécie em perigo de extinção devido à caça indiscriminada, para obtenção da sua carne e gordura, ao encalhe e captura acidental de filhotes em redes de pesca associados à sua baixa taxa reprodutiva, atropelamento por barcos, poluição marinha e devastação das suas áreas de alimento (manguezal), com a consequente redução do seu habitat natural. Por este motivo, o governo do Brasil realiza, desde 1980, um esforço em prol da conservação da espécie com o Projeto Peixe-Boi (Figura V.2.1.2-2).

A ocorrência do peixe-boi-marinho está associada a ambientes estuarinos, bancos de gramíneas e recifes costeiros, locais onde encontram condições propícias ao pastoreio. Um estudo efetuado na região costeira de Sagi (litoral sul do estado do Rio Grande do Norte que faz fronteira com Paraíba) registrou uma ocorrência de animais entre os 0,4 e 3,8 m de profundidade, a uma distância da costa que varia entre 5 a 30 m. No entanto, é também observado que estes valores podem variar, como referido, de acordo com a disponibilidade de alimento.

A distribuição de peixe-boi-marinho é descontínua ao longo da costa e restrita às regiões norte e nordeste, entre os estados do Amapá e Alagoas. Foi também observada no município de Guamaré em ambientes estuarinos e áreas adjacentes. A abundância estimada para a zona costeira do Nordeste é de aproximadamente 278 peixes-boi sendo estimada em cerca de 500 para a totalidade da área de distribuição da espécie.

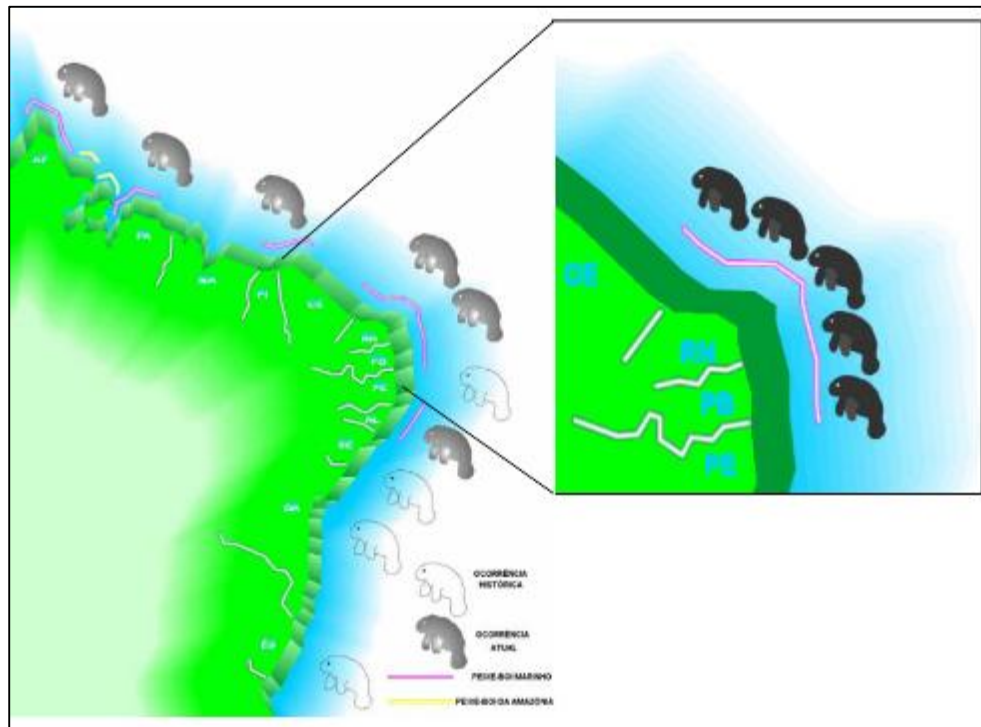


Figura V.2.1.2-2 - Esquema da distribuição histórica e atual do peixe-boi ao longo do litoral Nordeste do Brasil. O detalhe mostra as ocorrências de encalhes de filhotes

Fonte: Lima, 2001

A região costeira em frente a Icapuí (fora da área de estudo) é apontada como uma área frequentada pela população destes animais durante todo o ano (cerca de dez indivíduos), provavelmente devido à presença de extensos bancos de capim-agulha (*Syringodium filiforme*) e macroalgas (*Glacilaria cornea*, *Soliera spp.*, *Hypnea musciforme* e *Caulerpa spp.*), os principais alimentos do peixe-boi-marinho (AQUASIS, 2003).

Têm sido registrados encalhes de peixe-boi-marinho nas praias do Rio Grande do Norte e da costa leste do Ceará, principalmente de filhotes que ficam presos em redes de pesca (Quadro V.2.1.2-5). Este parece ser um dos aspectos mais problemáticos para a conservação da espécie. Paludo (1998) observou que os meses de verão correspondem à época de maior número de nascimentos, sendo o período de reprodução, quando os animais se agrupam, o mais vulnerável relativamente à captura acidental e intencional. Não se sabe se a sazonalidade de ocorrências verificada está relacionada à migração dos indivíduos para outras áreas ou, apenas à dispersão dos indivíduos ao longo das mesmas áreas nas quais ocorrem

as atividades reprodutivas de formação de grupos ou manadas (Paludo, 1998). Segundo a autora, os fatores que determinam tal sazonalidade ainda são desconhecidos para a população brasileira de peixes-boi marinhos.

Quadro V.2.1.2-5 - Períodos de ocorrência de peixe-boi-marinho na área de estudo.

Meses	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
Probabilidade de ocorrência de peixe-boi-marinho	x	x	x*	x*				x*	x	x*	x	x

Fonte: Paludo, 1998 e Luna et al., 2001; *Observação dos maiores índices de encalhe de filhotes.

Quelônios

Os quelônios são répteis marinhos pertencentes à ordem Testunides, diferenciando-se dos outros vertebrados pelo desenvolvimento de uma estrutura de proteção que reveste o corpo da animal chamada carapaça, na zona dorsal, e plastrão, na zona ventral. Esta ordem é constituída por tartarugas (água doce e salgada), jabotis (tartarugas terrestres) e cágados (água doce). Os quelônios incluem 7 espécies distribuídas por 5 gêneros. São animais solitários que permanecem submersos durante muito tempo, o que dificulta os estudos do seu comportamento. A maior parte do que se conhece sobre estes organismos refere-se à desova das fêmeas, que acontece normalmente em praias. O seu tamanho (comprimento da carapaça) varia entre cerca de 70 cm (*Lepidochelys olivacea*) a 213 cm (*Caretta caretta*). São animais omnívoros, alimentando-se de uma variedade de esponjas, cnidários, moluscos, crustáceos, peixes e algas.

Possuem visão, olfato e audição bastante desenvolvidos, além de uma apurada capacidade de orientação sendo animais migratórios por excelência. Sabe-se que são capazes de detectar o ângulo e a intensidade do campo magnético terrestre, através da presença de magnetita (mineral muito sensível à direção do campo magnético) no seu cérebro sugerindo a capacidade de orientação em mar aberto, embora não seja ainda claro qual é o mecanismo concreto (Hays et al., 2001). De qualquer modo, o seu sistema de orientação permite-lhes saber o momento e o local para a reprodução quando atingem a maturidade sexual, realizando viagens transoceânicas para voltar às praias onde nasceram e desovar.

São cinco as espécies de tartarugas marinhas que habitam a costa brasileira e a área diretamente afetada pelo projeto usando a zona como abrigo, como área de alimentação e, esporadicamente, como área de reprodução (CENPES/TAMAR, 2005), conforme detalha o Quadro V.2.1.2-6. A predação humana de ovos e carne por comunidades costeiras, bem como a pesca acidental (*bycatch*), são fatores que têm debilitado a abundância de indivíduos destas cinco espécies e por isso todas elas possuem um estatuto de conservação classificado como “ameaçado”, quatro delas na categoria de “em perigo” ou “criticamente em perigo” (Ribeiro et al., 2014; Portal da Biodiversidade, 2019; IUCN, 2019). A Portaria do IBAMA nº 1522 de 19/12/89 é o instrumento legal que declara as tartarugas marinhas ameaçadas de extinção. Baseadas nesta Portaria existem outras leis estaduais que regulam questões específicas relacionadas com a proteção destas espécies como a iluminação artificial (Portaria nº 11 de 31/01/1995) e o trânsito de veículos nas praias (Portaria nº 10 de 30/01/1995).

Desde 2010, a Petrobras tem conduzido Projetos de Monitoramento de Praias (PMPs) na Baía Potiguar (entre outras), com o objetivo de registrar as ocorrências de encalhes de animais marinhos como tartarugas, e identificar evidências entre os encalhes desses organismos e as atividades de exploração e produção de petróleo e gás natural (Reis et al., 2014).

Quadro V.2.1.2-6 - Lista de espécies e respectivo estatuto de conservação de tartarugas marinhas que habitam a costa brasileira.

Nome científico	Nome comum	Estado de conservação
Caretta caretta	Tartaruga-cabeçuda	Ameaçada / Em perigo (1)
Chelonia mydas	Tartaruga-verde	Em Perigo (2)
Dermochelys coriacea	Tartaruga-de-couro	Ameaçada / Criticamente em perigo (1)
Eretmochelys imbricata	Tartaruga-de-pente	Criticamente em perigo (2)
Lepidochelys olivacea	Tartaruga-oliva	Vulnerável (2)

Fonte lista de espécies: Luschi et al., 1998; Papi et al., 2000; Hays et al., 2001; Reis et al., 2014; Ribeiro et al., 2014;
Fonte do estatuto de conservação: (1) Portal da Biodiversidade do Brasil, 2019; (2) IUCN, 2019

Na Baía Potiguar, foi feito monitoramento de trechos descontínuos de praia com avaliação necroscópica dos animais encalhados, entre Aquiraz e Caiçara do Norte, totalizando aproximadamente 336 km. Nesta extensão, foi registrado um número de 1984 encalhes de quelônios, cerca de 0,1 encalhes por cada 10 km.

A espécie mais frequentemente registrada foi a tartaruga-verde (*Chelonia mydas*; 92%), seguindo-se a tartaruga-de-pente (*Eretmochelys imbricata*; 4,5%), a tartaruga-oliva (*Lepidochelys olivacea*; 2%) e a tartaruga-cabeçuda (*Caretta caretta*; 1%). A elevada frequência de encalhe da tartaruga-verde está associada ao uso de habitat desta espécie, já que os juvenis utilizam a região costeira de quase todo o litoral brasileiro para alimentação e descanso. No entanto, os encalhes tem relação forte com a atividade de pesca e com resíduos sólidos (lixo em especial plástico) (Reis et al., 2014). A Figura V.2.1.2-3 apresenta as rotas migratórias da tartaruga verde entre a ilha da Ascensão no Atlântico Sul e a costa Brasileira. Sabe-se também, a partir do projeto TAMAR-IBAMA, que tem realizado monitoramentos através do acompanhamento por satélite de indivíduos capturados e marcados, através da sua recaptura, que a área diretamente afetada pelo projeto é o ponto de partida das rotas migratórias de vários indivíduos com destino à Nicarágua e ilhas da Trindade e Tobago.

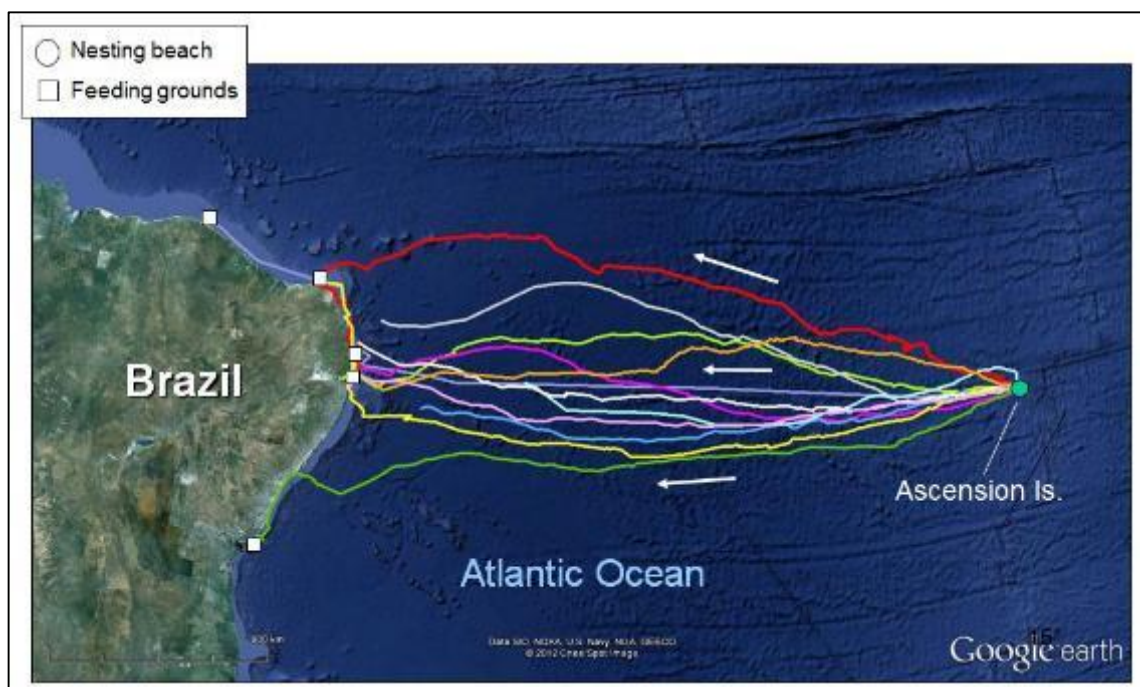


Figura V.2.1.2-3 - Rotas migratórias da tartaruga verde (*Chelonia mydas*) entre a ilha Ascensão e a costa Brasileira.

Fonte: https://people.unipi.it/paolo_luschi/research-2/migrations-of-adult-turtles/; Luschi et al., 1998; Papi et al., 2000; Hays et al., 2001)

A tartaruga-de-couro é uma espécie oceânica que se aproxima da costa em raras ocasiões e é a mais ameaçada na região sendo, no entanto, pouco frequente na área diretamente afetada pelo projeto (Quadro V.2.1.2-7). A desova de tartarugas na costa dos municípios da baía Potiguar foi apenas confirmada para a região

da Praia de Pipa (Tibau do Sul/RN) que se encontra fora da área diretamente afetada pelo projeto (Petrobras, 2007). No entanto, a região de Guamaré é indicada como área de reprodução das espécies de *Eretmochelys imbricata* e *Lepidochelys olivacea* embora não sendo tão importante como outras áreas do litoral brasileiro. O quadro a seguir apresenta os períodos de ocorrência e desova de quelônios na área diretamente afetada pelo projeto.

Quadro V.2.1.2-7 - Períodos de ocorrência e desova de quelônios (x) na área diretamente afetada pelo projeto

Meses	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
Ocorrência	x	x	x	x	x		x	x	x	x	x	x
Desova	x	x	x	x					x	x	x	x

Fonte: Marcovaldi, 1998 e Lima et al., 2001

V.2.1.3 - Comunidades Bentônicas

Macrofitobentos

O Macrofitobentos inclui organismos fotossintéticos tais como macroalgas e angiospermas (gramas marinhas). As macroalgas são representadas essencialmente por organismos pluricelulares apresentando ampla distribuição desde a zona intertidal até grandes profundidades. As gramas marinhas são plantas avasculares que se fixam ao substrato, ocorrendo submersas sob forma de pradaria.

O macrofitobentos desempenha um papel importante como produtor primário na base da rede trófica dos ambientes marinhos e costeiros, proporcionando condições favoráveis como berçário, refúgio e reprodução de diversos organismos. Além disso, são importantes na ciclagem de nutrientes e na estabilização de sedimentos. O fitobentos é utilizado como indicador de poluição, como por exemplo poluição orgânica ou por metais traço.

Na Baía Potiguar foram identificados 184 taxas de macrofitobentos (Figura V.2.1.3-1). O grupo mais representativo em termos de espécies foi a divisão Rhodophyta (algas vermelhas) com 8 ordens – Corallinales, Gelidiales, Nemaliales, Gigartinales, Halymeniales, Gracilariales, Rhodymeniales e Ceramiales, e 14 famílias, sendo as mais representativas as Rhodomelaceae (23 espécies), Ceramiaceae (14 espécies), Corallinaceae (14 espécies) e Gracilariaceae (11 espécies). O gênero com maior riqueza taxonômica foi *Gracilaria* (9 espécies).

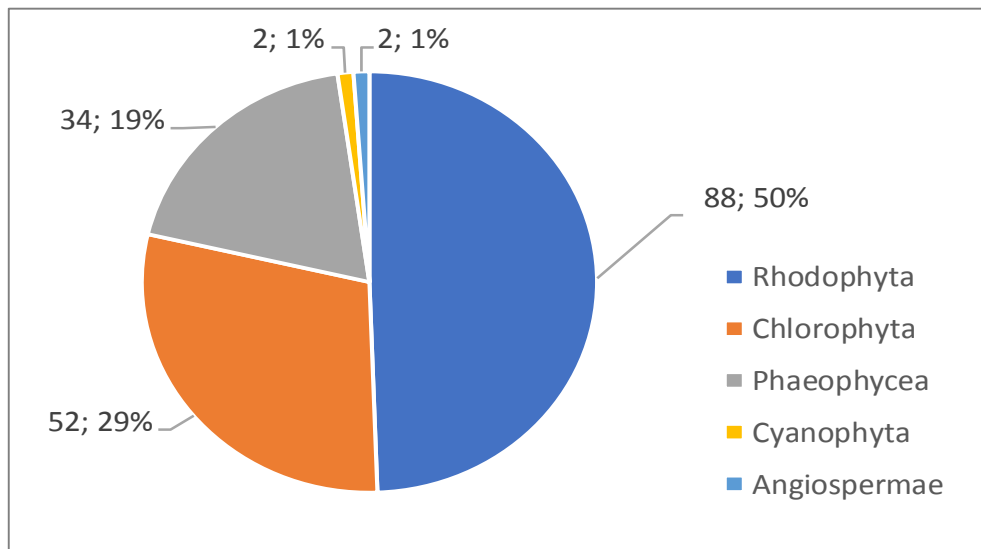


Figura V.2.1.3-1- Número de espécies e respectiva porcentagem relativa registrada em cada divisão de macrofitobentos.

Fonte: Petrobras (2006, 2011, 2015)

A divisão Chlorophyta representa o segundo grupo mais representativo em termos de número de espécies, estando distribuído por quatro ordens: Ulvales, Cladophorales, Bryopsidales e Dasycladales, e 11 famílias, destacando-se as Caulerpaceae (11 espécies), Udoteaceae (14 espécies), Cladophoraceae (7 espécies) e Siphonocladaceae (05 espécies). Os gêneros *Caulerpa* (10 espécies) e *Halimeda* (7 espécies) apresentaram a maior riqueza taxonômica para esta Divisão.

O terceiro grupo mais representativo em termos de número de espécies corresponde a divisão Phaeophyceae que se distribui por cinco ordens – Chordariales, Scytosiphonales, Sphacelariales, Dictyotales e Fucales, e 5 famílias, sendo as mais representativas a Dictyotaceae (23 espécies) e a Fucaceae (7 espécies). Os gêneros *Dictyota* (10 espécies), *Sargassum* (07 espécies) e *Dictyopteris* (06 espécies) apresentaram a maior riqueza taxonômica.

A Divisão Cyanophyta esteve pouco representada na composição do macrofitobentos, com apenas 02 espécies da família Oscillatoriaceae, ordem Nostocales. Também as Angiospermae estiveram pouco representadas, com 2 famílias, Cymodoceaceae e Hydrocharitaceae da ordem Alismatales.

O maior número de taxa (116 espécies) ocorreu até 10 m de profundidade. Nesta seção, os gêneros *Gracilaria* (8 espécies), *Dictyota* (8 espécies) e *Caulerpa* (7 espécies), foram os de maior riqueza taxonômica. Entre 10 e 40 m foram identificadas 92 espécies. Os gêneros de maior riqueza taxonômica foram *Dictyota* (06

espécies), *Halimeda* (06 espécies) e *Caulerpa* (05 espécies). Em profundidade superior a 40 m foram identificadas 70 espécies, destacando-se os gêneros *Dictyopteris* (06 espécies) e *Caulerpa* (05 espécies).

Em função da frequência de ocorrência (em %) foram definidas as categorias: i) muito frequentes (>70%), ii) frequentes (40-70%), iii) pouco frequentes (10-40%), e iv) raras (<10%). Dos 184 taxa, 164 (89%) foram considerados raros, 19 (10%) pouco frequentes e apenas 1 espécie (Rhodophyta - *Bryothamnion triquetrum*) foi considerada frequente. Nenhuma espécie foi considerada muito frequente.

Na área de estudo, conhecida como Ubarana, foram identificados 54 taxa, dentro dos quais 28 espécies pertencem à divisão Rhodophyta, 13 à Phaeophyceae, dez à Chlorophyta, duas à Angiospermae e uma à Cyanophyta. Os gêneros *Dictyopteris* (4 espécies) e *Caulerpa* (3 espécies) apresentaram maior riqueza taxonômica. Nesta área (Ubarana), dos 54 taxa observados 9 (17%) foram considerados como raros, 35 (65%) pouco frequentes, 6 (11%) como frequentes e 4 (7%) como muito frequentes. Dos taxa enquadrados como raros encontram-se quatro da divisão Rhodophyta, dois da Phaeophyceae, dois da Chlorophyta e um da Angiospermae, todas com frequências de ocorrência de 5,5%. Dezoito Rhodophyta e uma Cyanophyta foram classificadas como pouco frequentes, com ocorrência entre 11% e 39%. Das espécies consideradas como frequentes encontram-se três da divisão Rhodophyta, duas da Chlorophyta, e uma da Angiospermae, com frequências entre 44% e 67%. Entre as espécies muito frequentes incluem-se três da divisão Rhodophyta e uma da Chlorophyta. *Bryothamnion seaforthii* obteve 100% de frequência de ocorrência, seguida de *Bryothamnion triquetrum* e *Caulerpa prolifera*, ambas com 89%, e *Prokuetzingia schottii* com 72%.

Macrozoobentos

As comunidades de macroinvertebrados bentônicos (macrozoobentos) apresentam diversas características que oferecem vantagens para estudos de monitoramento ambiental (UNESCO, 1980; Clarke & Warwick, 1993; Weisberg et al., 1997), como por exemplo: a) mobilidade restrita, o que permite estudos localizados de poluição; b) a maioria das espécies completa todo, ou a maior parte, do seu ciclo de vida associado ao sedimento, servindo como monitores contínuos da qualidade do ambiente; c) os resultados dos estudos de populações locais submetidas ou não a impacto ambiental são, na maioria das vezes, facilmente interpretáveis, sendo de

entendimento acessível por parte de administradores, gerenciadores e do público em geral.

Nos anos de 2002-2004 foram realizadas na Bacia Potiguar duas malhas amostrais visando caracterizar a área quanto à estrutura da comunidade de fauna bentônica, determinando os seus padrões de variação espacial e temporal regional, além de avaliar os possíveis efeitos do descarte de efluentes do Pólo Industrial através dos emissários submarinos. Nessas campanhas foram identificados um total de 1762 taxa distribuídos pelos grupos Mollusca (604), Crustacea (447), Annelida (313) e outros animais bentônicos (398).

Na malha de monitoramento ambiental dos emissários submarinos foi encontrada uma elevada riqueza de 766 taxa (sendo 206 com uma única ocorrência) em comparação com outras áreas da plataforma interna do litoral brasileiro. E os valores de densidade apresentados foram elevados mesmo se comparados aos valores mais altos registrados no Score Nordeste ou no Score Central.

Nessa área foram registradas várias espécies endêmicas do Brasil, bem como um conjunto extenso de espécies representando novas ocorrências para o Nordeste. Foram também identificadas várias espécies de interesse econômico (Quadro V.2.1.3-1).

Quadro V.2.1.3-1 - Exemplos de espécies de macrozoobentos identificadas na Bacia de Potiguar.

Grupos e classes		Espécies	
<i>Espécies endêmicas</i>			
Crustacea	Decapoda	<i>Acanthonyx petiverii</i>	<i>Lithadia vertiginosa</i>
		<i>Batrachonotus fragosus</i>	<i>Microlissa brasiliensis</i>
		<i>Chasmocarcinus meloi</i>	<i>Podochela brasiliensis</i>
		<i>Epialtoides rostratus</i>	<i>Podochela minuscula</i>
		<i>Epialtus brasiliensis</i>	<i>Scyllarides brasiliensis</i>
		<i>Isocheles sawayai</i>	<i>Tyche potiguara</i>
		<i>Lithadia conica</i>	
	Isopoda	<i>Excorallana costata</i>	<i>Metacirolana menziesi</i>
	Stomatopoda	<i>Neogonodactylus moraisi</i>	<i>Hemisquilla braziliensis</i>
	Tanaidacea	<i>Paraleiopus macrochelis</i>	
Mollusca	Gastropoda	<i>Charonia variegata*</i>	<i>Strombus pugilis*</i>
		<i>Lobatus goliath*</i>	<i>Stylocheilus longicauda*</i>
<i>Novos registros de espécies</i>			

Mollusca	Bivalvia	Cuspidaria ros-trata Felaniella vilardebo-ana Limatula regularis	Lioberus castanea Propeleda fortiana Pseudomacalia antillarum
	Cephalopoda	<i>Eledone massyae</i>	
	Gastropoda	<i>Amphissa acuminata</i> <i>Arene briarea</i> <i>Arene microforis</i> <i>Atys sandersoni</i> <i>Bacteridium bermu-dense</i> <i>Bacteridium resticu-lum</i> <i>Calliotropis globosa</i> <i>Carinodrillia brazilien-sis</i> <i>Cerithiopsis io</i> <i>Cerithium bayeri</i> <i>Compsodrillia acestra</i> <i>Conus lemniscatus</i>	<i>Crenella decussata</i> <i>Cyclostremiscus panamensis</i> <i>Drilliola loprestiana</i> <i>Egila virginiae</i> <i>Eratoidea janeiroensis</i> <i>Gemmula periscelida</i> <i>Hastula imitatrix</i> <i>Ivara terryi</i> <i>Kurtziella serga</i> <i>Odostomia unidentata</i> <i>Subcancilla candida</i> <i>Terebra doellojuradoi</i>
<i>Espécies de interesse comercial</i>			
Crustacea	Decapoda	<i>Callinectes</i> spp. <i>Menippe nodi-frons</i> <i>Panulirus argus</i> <i>Panulirus laevicauda</i>	<i>Penaeus subtilis</i> <i>Penaeus schmitti</i> <i>Scyllarides brasiliensis</i> <i>Xiphopenaeus kroyeri</i>
Mollusca	Bivalvia	<i>Anadara</i> spp. <i>Anomalocardia flexuosa</i>	<i>Chione</i> spp. <i>Tivela</i> spp.
	Gastropoda	<i>Cassis</i> spp.	<i>Strombus</i> spp.

*Ameaçada de extinção.

Considerando os principais 25 taxóons amostrados, o Mollusca *Bittiolium varium* apresentou uma frequência relativa de cerca de 100% e uma abundância relativa de cerca de 40% na malha de monitoramento ambiental dos emissários submarinos. Esta espécie apresenta distribuição ampla, sendo muito comum entre associações de algas e fanerógamas marinhas de águas rasas, onde é frequentemente dominante, mesmo em outras regiões geográficas. Já a segunda espécie em abundância, o Annelida *Sphaerosyllis brasiliensis*, foi descrita recentemente

para o estado de São Paulo, estando associada ao coral *Mussismilia hispida*. No entanto, a sua elevada densidade e alta frequência de ocorrência na baía Potiguar indicam muito provavelmente que esta espécie utiliza uma maior variedade de habitats.

As densidades de macrobentos encontradas na malha de monitoramento ambiental dos emissários submarinos foram bastante elevadas com média de 11.800 indivíduos por m² quando comparadas aos valores da malha de caracterização ambiental da Baía Potiguar, onde foi observada a abundância média de 6900 indivíduos por m².

Avaliando a densidade de macrofauna, não foram encontradas diferenças temporais entre campanhas. Diferenças significativas foram encontradas entre os grupos de estações de coletadas, nas estações mais afastadas dos difusores dos emissários e nas estações localizadas no entorno do difusor do emissário I e II.

Em relação à diversidade, foram calculadas médias do número de taxa por amostra (S), diversidade (H') e equitabilidade (J') para os agrupamentos das estações (transectos e grupos) de ambas as malhas de amostragem. Na malha de monitoramento ambiental dos emissários submarinos foram evidenciadas para todos os três descritores mencionados variações temporais fortemente significativas entre campanhas. O número de taxa foi significativamente diferente em relação à distância dos emissários, sendo mais elevado no entorno do difusor do emissário I.

No período entre 2009-2010 foi feito um outro estudo para monitoramento da Baía Potiguar. Foram identificados 828 dos taxa, num total de 31301 indivíduos. Os grupos dominantes foram Mollusca (400 taxa), seguido de Crustacea (218 taxa), Nematoda (94 taxa), outros grupos (70 taxa) e Annelida (46 taxa). De notar que no estudo anterior (2002-2004) não foram contemplados organismos do Phylum Nematoda.

Nas campanhas de 2009-2010, apenas 10-13 das taxas obtiveram frequência de ocorrência igual ou superior a 50%. Os Mollusca representaram 47% da abundância, seguidos de Annelida (32%), Crustacea (13%), Nematoda (4%) e outros grupos (4%). Dos 25 taxa mais abundantes encontram-se os Syllidae (anelídeos poliquetas) e o Mollusca *Bittium varium*. A biomassa apresentou variação forte entre estações de coleta, no entanto sem padrão aparente.

Em termos de diversidade, a riqueza específica média variou entre estações de coleta e entre transectos, com a maior variação associada às diferentes profundidades, onde o número de taxa aumentou de zonas rasas (~35 taxa nos 5 m) para

zonas mais profundas (~80 taxa nos 50 m). A diversidade de Shannon (H') acompanhou a tendência da riqueza específica, aumentando dos 5 m até aos 50 m.

Em 2014, foram realizadas mais duas campanhas de monitoramento ambiental da Baía Potiguar. Foram identificados 623 dos taxa e um total de 24.055 indivíduos. As associações bentônicas foram dominadas pelos Crustacea (218 taxa), Mollusca (196 taxa), Nematoda (118 taxa), Annelida (51 taxa) e outros grupos (50 taxa). Nestas campanhas, apenas 11-25 dos taxa apresentaram frequência de ocorrência igual ou superior a 50%. Ainda assim, este número de taxa é quase o dobro daquele observado nas campanhas de 2009-2010 (10-13 taxa).

Os Annelida representaram 56% da abundância, seguidos de Crustacea (19%), Nematoda (12%), Mollusca (10%), e outros grupos (3%). Os taxa mais abundantes foram também anelídeos. A biomassa apresentou variação forte entre estações de coleta, no entanto sem padrão aparente.

A riqueza específica média variou pouco (em comparação com as campanhas de 2009-2010) entre estações de coleta (25-45 taxa) e entre transectos (28-45 taxa), ainda que tenha sido observado um aumento da riqueza de estações rasa (10 m) para estações mais profundas (50 m). A diversidade de Shannon (H') foi elevada, com os maiores valores encontrados nas profundidades de 50 m.

Em suma, a área de estudo da Baía Potiguar, em especial a zona dos emissários submarinos, apresenta uma riqueza considerável de macrozoobentos e também de macrofitobentos. Apesar das diferenças encontradas entre diferentes anos de monitoramento a abundância relativa dos taxa foi semelhante.

Recifes

No Estado do Rio Grande do Norte, os recifes são principalmente de formação mineralógica, sendo designados de recifes de arenito. Os recifes localizam-se paralelos à costa longitudinalmente no sentido nordeste-sudeste, geralmente a 4-6 km da praia em profundidades até aos 28 m (Garcia Jr., 2006). Estas formações recifais estendem-se cerca de 30 km paralelas à costa.

As espécies de corais registradas na região são *Siderastrea stellata*, *Mussismilia hispida*, *Mussismilia hartti*, *Porites branneri*, *Porites astreoides*, *Stephanocoenia michelini*, *Montastrea cavernosa*, *Meandrina brasiliensis*, *Scoloyia welsii* (Castro, 2002). Os hidrocorais como a espécie *Millepora alcicornis* também ocorrem nestas áreas recifais. Na plataforma continental, é observada a presença de grandes campos de recifes de arenito ocorrendo entre os 20 m e os 50 m de profundidade. Inspeções de mergulho permitiram caracterizar os recifes (Quadro V.2.1.3-2).

Quadro V.2.1.3-2 - Exemplos de organismos formadores de colônias em recifes da Baía de Potiguar.

GRUPO		ESPÉCIES	
Cnidaria	Anthozoa	<i>Montastraea cavernosa</i> <i>Porites astreoides</i> <i>Siderastrea stellata</i>	
Porifera	Demospongiae	<i>Scoplaina ruetzleri</i> <i>Callyspongia (Cladochalina) vaginalis</i> <i>Ectyoplasia ferox</i>	<i>Ircinia sp.</i> <i>Spirastrella sp.</i> <i>Aiolochoiria sp.</i>
Foraminifera	Foraminifera	<i>Amphisorus hemprichii</i> <i>Amphistegina gibbosa</i> <i>Archaias angulatus</i> <i>Heterostegina antillarum</i>	<i>Laevipeneroplis proteus</i> <i>Homotrema rubra</i> <i>Peneroplis (peneroplis) carinatus</i>

Especificamente na área de influência das atividades de Ampliação do Sistema de Injeção de Água do Campo de Ubarana foram identificadas as seguintes formações recifais: i) Urca do Minhoto (Guamaré); ii) Banco das Agulhas (Guamaré); e iii) Urca do Tubarão (Macau). Nesta área foram encontrados recifes de algas calcárias formados principalmente pela família Corallinacea, destacando-

se as espécies pertencentes aos gêneros *Lithophyllum*, *Titanoderma*, *Lithophorella*, *Neogonolithon*, *Spongites*, *Lithothamnion*, *Melobesia*, *Mesophyllum*, *Phymatolithon* e *Amphiroa*, além das espécies do gênero *Peyssonnelia* (não calcárias, da família Peyssonneliaceae).

Associados aos recifes estão diversos invertebrados bentônicos, principalmente moluscos gastrópodes, bivalves e cefalópodes, crustáceos decápodes, anelídeos sésseis e errantes, esponjas, cnidários, corais, hidrocorais e gorgônias (Quadro V.2.1.3-3).

Quadro V.2.1.3-3 - Exemplos de organismos associados a recifes na área de influência das atividades de Ampliação do Sistema de Injeção de Água do Campo de Ubarana.

GRUPO		ESPÉCIES	
Mollusca	Bivalvia	<i>Anadara notabilis</i> <i>Donax spp.</i> <i>Laevicardium brasili- silianum</i>	<i>Lucina spp.</i> <i>Tellina spp.</i>
	Gastropoda	<i>Diodora spp.</i> <i>Natica marochie- sis</i> <i>Neritina spp.</i>	<i>Tegula spp.</i> <i>Terebra imitatrix</i>
	Cephalopoda	<i>Octopus spp.</i>	
Crustacea	Decapoda	<i>Callinectes spp.</i> <i>Paguroidea</i>	<i>Panulirus argus</i> <i>Panulirus laevia- cuda</i>
Annelida	Polychaeta	<i>Spirobranchus spp.</i> <i>Eurythoe spp.</i>	
Cnidaria	Anthozoa	<i>Palythoa spp.</i> <i>Zoanthus spp.</i>	

A norte da localização do projeto existem também fundos carbonáticos inorgânicos, conhecidos com arenito de praia ou rocha praial (*beachrocks*) onde o desenvolvimento de recifes de coral é propício (Santos et al., 2007).

Os recifes de coral albergam uma biodiversidade muito elevada correspondente a ambientes muito importantes do ponto de vista da bioconservação, sendo por este motivo habitats amplamente protegidos na costa do Brasil.

V.2.2 - Avifauna

Ao contrário de outros organismos tais como a ictiofauna ou a macrofauna bentônica, a avifauna não é de fácil setorização. Desta forma, serão apresentados dados de avifauna disponíveis numa área que supera área de estudo.

Na região costeira dos Estados do Ceará e Rio Grande do Norte ocorrem seis das nove ordens de aves marinhas e costeiras descritas para o Brasil. Foram registradas 45 espécies de aves, entre elas várias espécies de maçaricos (rasteirinho, solitário, perna-amarela), batuíras, garças e gaivotas. Para o complexo litoral da Baía Potiguar, que inclui os Municípios de Porto do Mange, Caraubais, Pendências, Macau, Guamaré e Galinhos, existem censos de avifauna realizados desde 1987, com estimativas de 14.700 aves nesse local (Irusta e Cassimiro, 2006). Uma grande parte das espécies foram registradas pontualmente, em determinadas épocas do ano (aves migradoras) enquanto que outras estão presentes durante todo o ano. Descrevem-se seguidamente estes dois grupos de aves: residentes e migradoras.

V.2.2.1 - Avifauna Residente

De acordo com o estudo efetuado por Alpina Briggs / Petrobras (2002), são várias as espécies residentes na zona costeira da área de estudo. Destas espécies, estão listadas no Quadro V.2.2.1-1 as espécies típicas de habitats costeiros como praias e estuários. Das espécies identificadas no estudo referido, excluíram-se aquelas que ocorrem exclusivamente em estuários uma vez que o projeto não terá nenhum componente nem afetará direta ou indiretamente este tipo de sistemas costeiros. Das espécies listadas no Quadro V.2.2.1-1 destaca-se o maçarico-solitário, espécie ameaçada de extinção na categoria de vulnerável. Verifica-se também que das espécies listadas, poucas são aquelas que têm informação sobre os seus períodos de nidificação. Apesar disso, verifica-se que o período de Dezembro a Julho é aquele no qual as espécies, para as quais existe informação, realiza a nidificação.

Quadro V.2.2.1-1 - Avifauna residente na zona costeira do estado do Rio Grande do Norte: lista de espécies, distribuição e estatuto de conservação.

NOME CIENTÍFICO	NOME COMUM	ESTADO DE CONSERVAÇÃO	HABITAT
<i>Arenaria interpres</i>	Vira-pedras	Não ameaçada (1)	Praias e estuários; época de nidificação não conhecida
<i>Bulbucus ibis</i>	Garça-vaqueira	Não ameaçada (1)	Estuários e praias; época de nidificação não conhecida
<i>Butorides striata</i>	Socozinho	Não ameaçada (1)	Estuários e praias; época de nidificação de março a julho
<i>Casmerodius albus</i>	Garça-branca ou garça-branca-grande	Não ameaçada (1)	Estuários e praias; época de nidificação não conhecida
<i>Charadrius collaris</i>	Batuíra-de-coleira	Não ameaçada (2)	Estuários e praias; época de nidificação de dezembro a julho
<i>Charadrius wilsonia</i>	Batuíra-bicuda	Não ameaçada (2)	Indivíduos solitários registrados em dezembro, janeiro e março
<i>Coragyps atratus</i>	Urubu-de-cabeça-preta	Não ameaçada (1)	Praias e estuários; época de nidificação não conhecida
<i>Egretta thula</i>	Garça-branca-pequena	Não ameaçada (1)	Estuários e praias; época de nidificação não conhecida
<i>Fregata magnificens</i>	Tesourão ou fragata	Não ameaçada (1)	Praias; época de nidificação não conhecida
<i>Haematopus palliatus</i>	Piru-piru	Não ameaçada (1)	Estuários e praias; época de nidificação não conhecida
<i>Larus cirrocephalus</i>	Gaivota-de-cabeça-cinza	Não ameaçada (2)	Estuários e praias; época de nidificação de junho a agosto
<i>Mimus gilvus</i>	Sabiá-de-praia	Não ameaçada (1)	Estuários e praias; época de nidificação não conhecida
<i>Sterna dougalli</i>	Trinta-réis -róseo	Ameaçada / Vulnerável (1)	Praias; época de nidificação não conhecida

NOME CIENTÍFICO	NOME COMUM	ESTADO DE CONSERVAÇÃO	HABITAT
<i>Sterna eurygnatha</i>	<i>Trinta-réis-de-bico-amarelo</i>	Não ameaçada (1)	<i>Estuários e praias; época de nidificação não conhecida</i>
<i>Sterna nilotica</i>	<i>Trinta-réis-de-bico-preto</i>	Não ameaçada (1)	<i>Estuários e praias; época de nidificação de março a julho</i>
<i>Tigrisoma lineatum</i>	<i>Socó-boi</i>	Não ameaçada (1)	<i>Estuários e praias; época de nidificação não conhecida</i>

Fonte lista de espécies: Alpina Briggs / Petrobras, 2002; Fonte do estatuto de conservação: (1) ICMBio, 2019; (2) IUCN, 2019

V.2.2.2 - Avifauna Migratória

As principais rotas migratórias da avifauna no Brasil encontram-se representadas na Figura V.2.2.2-1. Tendo em conta a área de estudo, verifica-se que a principal rota migratória a considerar é a “Atlântica”, ao longo de toda a costa Brasileira do Amapá até ao Rio Grande do Sul. O maior número de dados relacionado com aves migradoras setentrionais (aves cuja origem das suas migrações é o hemisfério norte) recai sobre algumas espécies de Charadriiformes na região costeira do país. Grande parte das aves limícolas (aves das zonas húmidas como estuários, lagoas costeiras e manguezais) brasileiras compõem uma população mundial que tem suas áreas de reprodução no ártico e, a cada ano, com a proximidade do outono boreal, cerca de trinta espécies migram para a América do Sul, chegando à costa brasileira (ICMBio, 2016).

Essas aves concentram-se num pequeno número de locais, destacando-se, na Região Nordeste, a costa de Icapuí, no Ceará, a região de Galinhos e Areia Branca, no Rio Grande do Norte, a Ilha Coroa do Avião, em Pernambuco, a região da Área de Proteção Ambiental de Piaçabuçu, em Alagoas, e as regiões de Mangue Seco e Cacha-Prego, na Bahia. Em geral, estas espécies permanecem no Brasil de setembro a maio e dependem de habitats importantes para descanso, muda de penas e alimentação, incluindo a reposição de energia gasta na migração e preparação para os voos de retorno (ICMBio, 2016)



Figura V.2.2.2-1 - Mapa das principais rotas de aves migratórias no Brasil.

Fonte: ICMBio, 2016

No estado do Rio Grande do Norte estão identificados dois locais importantes para as aves migratórias: a salina Diamante Branco (localizada em Galinhos) e uma área mais extensa denominada de complexo litoral da bacia de Potiguar (localizadas na área A representada na Figura V.2.2.2-2).

A Salina Diamante Branco é área de concentração de algumas espécies de aves limícolas, como *Calidris pusilla* com cerca de 1.500 indivíduos, *Tringa flavipes* com mais de 400 indivíduos e *Tringa melanoleuca* representada por mais de 300 indivíduos (Azevedo-Júnior e Larrazábal, 2011). No complexo litoral da bacia Potiguar há quatro localidades importantes em termos de concentração de aves migratórias: as salinas de Macau (120 km²) e de Galinhos (50 km²); a área em torno de Soledade (Macau; 15 km²) e a lagoa Lagamar (Carnaubais e Porto de Mangue; 2 km²). Destacam-se os registros de grupos de mais de 1.000 indivíduos de *Limnodromus griseus*, 2.800 indivíduos de *Calidris pusilla* e mais de 400 indivíduos de *Tringa flavipes* e *Tringa melanoleuca* (Irusta e Sagot-Martin 2011).

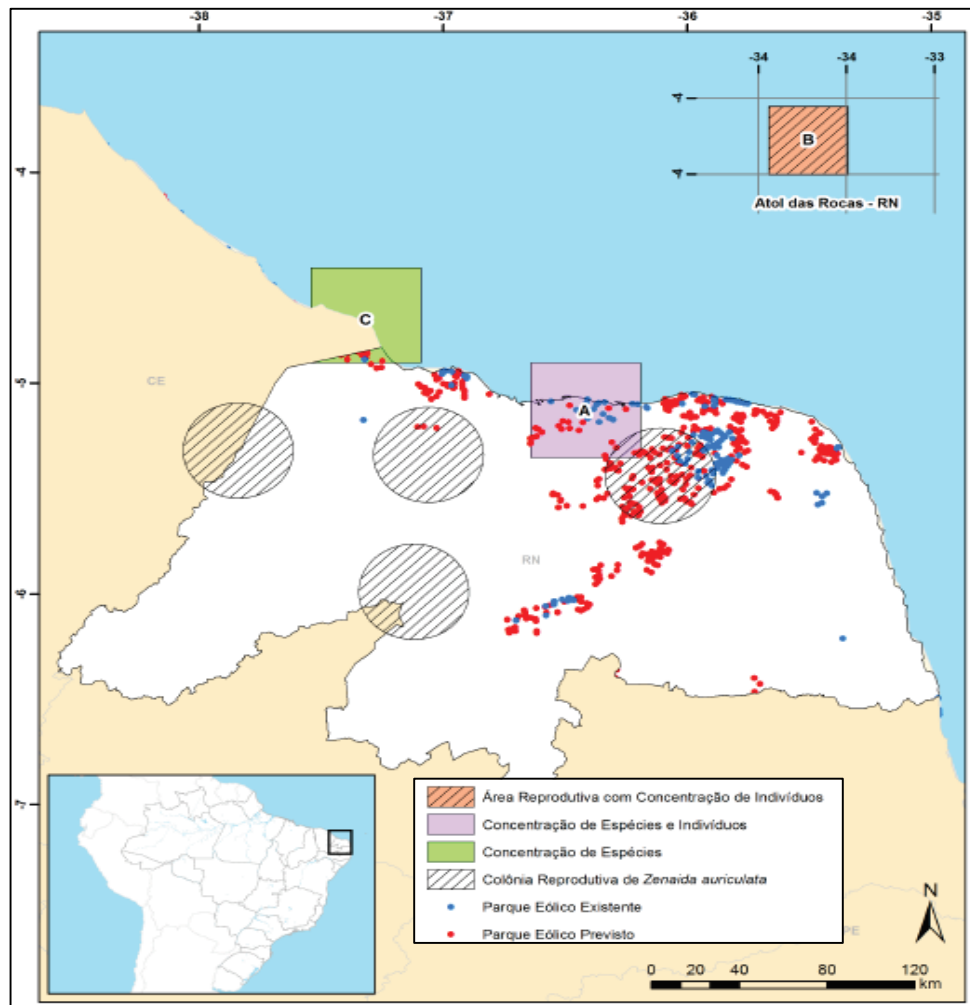


Figura V.2.2.2-2 - Áreas importantes para as aves migratórias no estado do Rio Grande do Norte.

Fonte: ICMBio, 2016

Dentro dos Charadriidae migratórios, existem também visitantes setentrionais, sendo o batuiruçu-de-axila-preta (*Pluvialis squatarola*) e a batuira-de-bando (*Charadrius semipalmatus*) os mais comuns. Dentro dos Scolopacidae, migrantes setentrionais incluem espécies representativas das praias locais, tais como o maçarico-solitário (*Tringa solitaria*), o maçarico-pintado (*Actitis macularia*), o maçarico-de-asa-branca (*Catoptrophorus semipalmatus*), o maçarico-de-papo-vermelho (*Calidris canutus*), o maçariquinho (*Calidris minutilla*), o maçarico-de-sobre-branco (*Calidris fuscicollis*), o maçarico-branco (*Calidris alba*) e o maçaricão (*Numenius phaeopus*). Dentro dos Laridae, os representantes mais comuns são as andorinhas-domar ou trinta-réis (gênero *Sterna*), cuja maioria das espécies é também proveniente do Hemisfério Norte.

O estado de conservação destas espécies encontra-se no Quadro V.2.2.2-1 salientam-se quatro das espécies listadas que estão ameaçadas de extinção na categoria de “Em Perigo”: o maçarico-rasteirinho (*Calidris pusilla*) e o maçarico-solitário (*Tringa solitaria*); e “ criticamente Em Perigo”: o maçarico-de-costas-brancas (*Limnodromus griseus*) e o maçarico-de-papo-vermelho (*Calibris canutus*).

Quadro V.2.2.2-1 - Espécies de aves migratórias no Rio Grande do Norte e área de estudo.

NOME CIENTÍFICO	NOME COMUM	ESTADO DE CONSERVAÇÃO	HABITAT
<i>Actitis macularius</i>	Maçarico-pintado	Não ameaçada (1)	Estuários e praias
<i>Calidris alba</i>	Maçarico-branco	Não ameaçada (1)	Estuários e praias
<i>Calidris canutus</i>	Maçarico-de-papo-vermelho	Ameaçada / Criticamente em Perigo (1)	Estuários e praias; época de nidificação não conhecida
<i>Calidris fuscicollis</i>	Maçarico-de-sobre-branco	Não ameaçada (1)	Em Galinhos, alguns indivíduos em novembro-dezembro e março-abril
<i>Calidris himantopus</i>	Maçarico-pernilongo	Não ameaçada (1)	Em março, abril e julho
<i>Calidris minutilla</i>	Maçariquinho	Não ameaçada (1)	Em Soledade, com alguns indivíduos na maior parte do ano, poucos invernando, e ausente em maio
<i>Calidris pusilla</i>	Maçarico-rasteirinho	Ameaçada / Em Perigo (1)	Estuários e praias
<i>Catoptrophorus semipalmatus</i>	Maçarico-de-asa-branca	Não ameaçada (2)	Estuários e praias
<i>Charadrius semipalmatus</i>	Batuíra-de-bando	Não ameaçada (2)	Mais de 400 indivíduos em dezembro e janeiro
<i>Limnodromus griseus</i>	Maçarico-de-costas-brancas ou Narceja-de-costas-brancas	Ameaçada / Criticamente em Perigo (1)	Estuários e praias

<i>Numenius phaeopus</i>	Maçarico-galego	Não ameaçada (1)	Máximos de 284 indivíduos em fevereiro, 182 em janeiro-fevereiro, e 137 em junho e início de julho
<i>Pluvialis squatarola</i>	Batuiruçu-de-axila-preta	Não ameaçada (1)	Bandos de mais de 600 indivíduos entre dezembro e março
<i>Sterna hirundo</i>	Trinta-réis-boreal	Não ameaçada (1)	Com pequenos bandos (até 10 aves) nas praias e áreas intertidais, em novembro e janeiro e de maio a julho
<i>Tringa flavipes</i>	Maçarico-de-perna-amarela	Não ameaçada (1)	Estuários e praias
<i>Tringa melanoleuca</i>	Maçarico-grande-de-perna-amarela	Não ameaçada (1)	Estuários e praias
<i>Tringa solitaria</i>	Maçarico-solitário	Ameaçada / Em Perigo (1)	Estuários e praias
<i>Zenaida auriculata</i>	Ribaçaã ou pomba-de-bando	Não ameaçada (1)	Estuários e praias; época de nidificação de janeiro a maio
<i>Pandion haliaetus</i>	Águia-pescadora	Não ameaçada (1)	Estuários e praias

Fonte: ICMBio, 2019

V.3 - Meio Socioeconômico

O diagnóstico do meio socioeconômico foi elaborado conforme as premissas adotadas na seção IV.3 do capítulo anterior (sobre a definição da área de estudo do meio sócio econômico) e de acordo com a organização e conteúdo propostos no Termo de Referência para a elaboração do Estudo Ambiental (EA). A saber:

“3 - MEIO SOCIOECONÔMICO

Deverá ser conduzida uma pesquisa socioeconômica a partir de dados secundários, de forma que este diagnóstico apresente uma descrição da área de intervenção do empreendimento e dos grupos sociais potencialmente impactados, considerando os seguintes aspectos:

3.1 Proposição da área de exclusão de pesca adequada de forma a garantir a segurança dos pescadores e a integridade dos elementos do projeto.

3.2 Descrição das principais atividades econômicas desenvolvidas na área de exclusão de pesca proposta.

3.3 Caracterização das comunidades pesqueiras diretamente afetadas, incluindo populações tradicionais e extrativistas.

3.4 Quantificação da geração de empregos previstos em função das atividades de implantação do empreendimento.

3.5 Caracterização das áreas utilizadas para turismo, lazer e esportes aquáticos.”

Desta forma, a área de estudo do meio socioeconômico foi assumida como a área de intervenção do empreendimento, correspondendo aos municípios de Caiçara do Norte, Galinhos, Guamaré e Macau. Em relação aos grupos sociais potencialmente impactados, foram considerados os integrantes das comunidades pesqueiras presentes nestes quatro municípios, incluindo as populações tradicionais e extrativistas.

V.3.1 - Proposição da Área de Exclusão de Pesca

Não há legislação específica aplicável à empreendimentos eólicos *offshore* no Brasil. Assim sendo, a proposição da área de exclusão de pesca teve como referência a experiência europeia com parques de geração de energia eólica *offshore*.

A proposição das áreas de exclusão do empreendimento levou em consideração duas fases distintas do empreendimento, a instalação e a operação:

- ✓ 500 m a partir do aerogerador, durante a instalação do empreendimento, com duração de no máximo 30 dias;
- ✓ 50 m a partir do aerogerador, durante a operação do empreendimento, com duração estimada de 20 anos.

A maior distância de 500 m durante a fase de instalação é justificada pela presença e movimentação das quatro embarcações de apoio ao longo do processo de fixação das subestruturas, conexão do aerogerador e da torre anemométrica e lançamento do cabo submarino. Sendo que o período de 30 dias foi adotado de forma conservadora, considerando a necessidade das embarcações de apoio aguardarem melhores condições de mar para o início das atividades.

Para a fase de operação, a distância mínima de 50 m visa prevenir eventual contato das embarcações de pesca com as subestruturas. É importante ressaltar que a operação do aerogerador e torre anemométrica serão remotas e que as visitas para manutenção ocorrerão, no máximo, uma vez por mês, através de embarcações do tipo *surfer landing*.

V.3.2 - Descrição das Principais Atividades Econômicas Desenvolvidas na Área de Exclusão de Pesca

Conforme apresentado na seção IV.3, do Capítulo IV, a principal atividade econômica desenvolvida na área proposta para exclusão de pesca do empreendimento é a exploração e produção de petróleo e gás, consolidada há décadas através da existência de plataformas fixas, árvores de natal molhadas e dutos submarinos.

Esta área também é utilizada pela atividade pesqueira, sendo limitada à existência de embarcações com maior autonomia para viagens como, por exemplo, do tipo bote ou barco com propulsão a motor (considerando a distância de 20 km do empreendimento em relação à costa). Entre as espécies comerciais que podem ser pescadas, temos: lagosta, cioba, serra, guarajuba, bonito, ariacó, cavala, pescada e sardinha. Embarcações que realizam a pesca do peixe-voador e que comumente realizam grandes derivas em alto mar, também costumam transitar na região quando na ida e/ou retorno de suas pescarias.

Considerando que os peixes e as lagostas são organismos móveis e as estruturas da Planta Piloto de Geração Eólica *Offshore* podem funcionar como atratores, seria razoável inferir a possibilidade de pesca na área de exclusão do empreendimento. Entretanto, ressalta-se que para a definição do local de instalação do mesmo será respeitado um distanciamento mínimo de 100 metros das formações carbonáticas já mapeadas. Isto evitará a sobreposição com pesqueiros preexistentes.

V.3.3 - Caracterização das Comunidades Pesqueiras Diretamente Afetadas

Metodologia

A revisão de literatura foi um pré-requisito para o desenvolvimento da pesquisa de campo realizada pela equipe, de modo sistemático as temáticas relativas às comunidades tradicionais, área de estudo, impactos socioambientais e a implementação de aerogeradores offshore foram os norteadores deste relatório. A pesquisa bibliográfica foi realizada para fundamentar teoricamente e para subsidiar a

análise dos dados obtidos em campo. Convém enfatizar que o pensamento tem que estar em constante diálogo com o real, isto é, as categorias são apreendidas a partir da realidade, da observação empírica do movimento histórico concreto (QUIROGA, 1991; PONTES, 1997). De modo geral, foi realizado um levantamento em bases de dados nacionais e internacionais que contêm artigos de revistas, livros, teses e outros documentos.

Compreendemos que a entrevista semiestruturada, aliada à observação participante em campo constituem os dois principais instrumentos da coleta de dados, pois permite uma visão ampliada e integralizada do objeto de estudo, desta forma, optou-se por realizar dez entrevistas semiestruturadas (dividida em blocos), em cada um dos quatro municípios considerados pelo estudo de campo, como área de estudo do empreendimento a ser instalado, tendo como público alvo os pescadores ativos, respeitando o contexto individual e do grupo ao qual estão inseridos.

A escolha pela entrevista semiestruturada foi baseada na possibilidade de um diálogo direcionado e flexível, fundamentais para obter informações junto aos pescadores artesanais, que retratam suas experiências com narrativas subjetivas, com gestos e emoções, que podem ser observadas nesta modalidade de entrevista, que combina perguntas fechadas e abertas, com a possibilidade do entrevistado discorrer mais sobre o tema abordado, as perguntas previamente definidas direcionam o entrevistador, que pode realizar perguntas adicionais, esclarecer questões específicas, contextualizar, objetivando aproveitar ao máximo a participação do entrevistado e evitando sair da temática abordada.

Características Gerais dos Municípios da Área de Estudo

De modo geral, os municípios que compõem a área de estudo se conectam pelo desenvolvimento de atividades econômicas, como: pesca, parques eólicos, petróleo e gás, salinas e carcinicultura.

A distribuição, transmissão, geração (convencional e renovável) e comercialização de energia elétrica no Rio Grande do Norte é feita pela Neoenergia. Já a concessão dos serviços públicos de saneamento básico, captação, tratamento e distribuição de água no estado são realizados pela Companhia de Águas e Esgotos do Rio Grande do Norte (CAERN).

V.3.3.1 - Caiçara do Norte

O município de Caiçara do Norte comporta a maior comunidade pesqueira do norte do estado do Rio Grande do Norte. Segundo dados do Ministério da Pesca e Agricultura (MPA), em 2010 o município abrigava cerca de 700 pescadores registrados. Atualmente, esse número pode ser elevado para mais de 900 pescadores.

Historicamente, Caiçara do Norte possui a primeira colônia de pescadores criada no Estado do Rio Grande do Norte, sendo considerada a área de maior produção pesqueira artesanal do Estado. Ainda por isso, tem a pesca como sua principal fonte de renda. Em 2017, segundo dados do Projeto de Monitoramento do Desembarque Pesqueiro realizado pela PETROBRAS na localidade, o município teve sua produção estimada em 1.750 toneladas e movimentou cerca de R\$ 10.741.193,33 de reais, com base apenas no preço médio de primeira comercialização das espécies pescadas no município – isto é, com base apenas no recebidos pelos pescadores, não considerando os valores movimentados pelos compradores de peixe locais, popularmente denominados de rancheiros. Estes atores, por sua vez, recebem e revendem o pescado para o mercado interno e externo.

Os pescadores são, em sua totalidade, de sexo masculino. A figura da mulher não atua na pesca em si, podendo apenas ter envolvimento na limpeza ou beneficiamento do pescado, o que não foi possível de ser observado na realidade em campo. Mesmo assim, praticamente todas as famílias do município têm membros envolvidos nesse setor.

Quanto a idade dos pescadores, é possível observar a presença de adultos e idosos na atividade. O número reduzido de jovens e crianças pode ser resultado do melhor nível de escolaridade dos jovens, o que viabiliza a busca por empregos em outras áreas ou até mesmo fora da comunidade. É comum que os pescadores desejem para seus filhos condições menos árduas de trabalho.

Dentre os pescadores entrevistados, aqueles que possuíam menor tempo de atuação na pesca, afirmaram possuir 16 anos. Isto mostra que a dinâmica de renovação dos pescadores é lenta. Entretanto, há ainda aqueles pescadores eventuais, que na falta de melhores oportunidades em determinado momento, acabam atuando na pesca com intuito de auferir alguma renda. Sobre a escolaridade destes, houve a predominância do ensino fundamental incompleto, sendo esta uma realidade comum em diferentes locais do país, pois a pesca é uma atividade capaz de absorver mão de obra de baixa ou nenhuma escolaridade, podendo chegar a

ser uma das poucas oportunidades de trabalho para indivíduos nesta condição. Neste sentido, a baixa escolaridade pode dificultar a organização social do grupo e à realização de cursos de capacitação técnica. Mesmo assim, estes atores possuem um enorme potencial relacionado ao conhecimento sobre o ambiente marinho local e as espécies pescadas na região.

Para todos os entrevistados, a única fonte de renda familiar era a atividade pesqueira. Alguns englobavam além da pesca, outras atividades relacionadas a cadeia produtiva, como exemplo compra e venda de pescado (atuavam também como rancheiros), realizando algum tipo de beneficiamento do pescado ou auxiliando no descarregamento das embarcações.

A frota pesqueira artesanal de Caiçara do Norte é composta por embarcações a vela e a motor que desenvolvem atividades em áreas costeiras e oceânicas, geralmente em pontos perpendiculares ao litoral do município (OLIVEIRA et al., 2013). Entre as embarcações encontram-se barcos a motor pequenos e médios, botes a motor e a vela, canoas motorizadas e a vela, jangada a motor e a vela e paquetes motorizados e a vela. Algum tipo de pesca desembarcada ocorre através de tresmalho e arrasto de praia. Não há extração de mariscos, siris ou caranguejos na região devido não haver uma região estuarina próxima.

No ano de 2017, haviam cerca de 262 embarcações compondo a frota do município e aproximadamente 190 embarcações permaneceram ativas durante o ano. A predominância é de embarcações a motor, podendo ser a vela também utilizada por elas com intuito de economizar combustível. As canoas, paquetes e jangadas operam no sistema de “ir e vir”, realizando desembarques quase diariamente, enquanto que os botes e barcos possuem maior autonomia, realizando pescarias onde permanecem uma média de 2 a 3 dias no mar, podendo chegar até 8 dias (Figura V.3.3.1-1). A utilização de gelo ou salga para a conservação do pescado é mais comum nas embarcações que passam mais dias no mar, assim como também o uso de equipamentos de auxílio a navegação como o GPS. As demais embarcações navegam através de orientações visuais, observando pontos de referência em terra ou no mar (por exemplo, as plataformas marítimas).



Figura V.3.3.1-1 - Embarcações variadas na praia de Caiçara do Norte/RN.

Fonte: Veritas Engenharia Ambiental, 2019.

Nem todos os pescadores são proprietários das embarcações em que operam, havendo um número maior de pessoas que se revezam nas pescarias. Embarcações menores costumam operar com 1 ou 2 pescadores, enquanto as embarcações maiores com 2 ou 3. E, segundo dados da PETROBRAS (2010), a frota pesqueira de Caiçara do Norte ocasionalmente realiza pescarias desde seu município de origem até o município de Areia Branca, ainda no Rio Grande do Norte. De acordo com informações dos pescadores locais, é comum que barcos e botes que possuem como espécie-alvo de captura o voador acabem chegando próximo da praia de Ponta do Mel, em Areia Branca, retornando para seu município de origem a partir de então.

Os petrechos mais utilizados são: a linha, para captura de espécies como dourados (Figura V.3.3.1-2), albacoras, cavalas, agulhões e vermelhos; Jereré e/ou pequenas redes para a captura do peixe-voador; Rede de espera para captura de serra, guarajuba e ariacós; compressor para captura de lagostas e polvos e; Rede de agulha para captura do agulha-preta.



Figura V.3.3.1-2 - Peixe dourado desembarcado em Caiçara do Norte/RN.

Fonte: Veritas Engenharia Ambiental, 2019.

As pescarias também podem ser realizadas através das combinações destas artes. Há o destaque ainda para o capacho de coqueiro (brácteas e espatas do coqueiro), utilizado para extração da ova não fecundada do peixe-voador, pescado de alto valor agregado. A Tabela V.3.3.1-1, apresenta a produção de pescado no ano de 2017 por tipo de petrecho ou suas combinações.

Tabela V.3.3.1-1 - Produção de pescado em Caiçara do Norte/RN, em toneladas, por tipo de petrecho em 2017.

PETRECHO DE PESCA	PRODUÇÃO DO ANO DE 2017 (TONELADAS)
Linha e jereré	747,9 toneladas
Rede de espera	461,9 toneladas
Linha	164,2 toneladas
Linha, jereré e capacho de coqueiro	118,2 toneladas
Rede de agulha	107,5 toneladas
Compressor	103,6 toneladas
Tresmalho	16,2 toneladas
Espinhel e linha	9,9 toneladas
Rede caçoeira	6,8 toneladas
Espinhel	6,3 toneladas
Arrasto com portas	4,4 toneladas
Linha e rede	1,5 toneladas

Mergulho livre	0,7 toneladas
Covo de peixe	0,5 toneladas
Linha e mergulho livre	0,4 toneladas
Capacho de coqueiro	0,4 toneladas
Linha e covo de peixe	0,2 toneladas
Total	1.750 toneladas

Fonte: Adaptado de PETROBRAS (2018b).

Entre as espécies mais frequentes pescadas estão o peixe-voador (*Hirundichthys affinis*), o dourado, a agulha, o peixe serra e a lagosta. Na região, há um destaque para pesca do voador, a qual acontece durante todo o ano, mas possui uma safra no período de abril a agosto, época de reprodução destes peixes e quando os pescadores conseguem extrair em grandes quantidades a ova do peixe (Figura V.3.3.1-3).



Figura V.3.3.1-3 - Ova do peixe-voador (*Hirundichthys affinis*).

Fonte: Veritas Engenharia Ambiental, 2019.

Tanto a pesca da ova quanto a do peixe-voador é realizada a partir do talude continental, no pesqueiro comumente denominado de “águas do voador”. No local de pesca o barco é deixado à deriva e algum tipo de óleo ou farinha é lançado na água como engodo. Então, quando os voadores se aproximam da embarcação, são capturados com a utilização do jereré e/ou redes pequenas (cerca de 12 metros de comprimento). Para a pesca da ova, são lançados vários capachos de coqueiro amarrados em cordas na água. Os peixes depositam suas ovas nelas. Após um

tempo, o pescador recolhe os capachos para o barco e retira manualmente o aglomerado amarelo formado pela ova. A conservação é feita preferencialmente em gelo, mas também pode ser salgada.

A carne do voador é comercializada comumente como filé ou ainda salgada e seca (Figura V.3.3.1-4). A ova é totalmente vendida para fora do município, há apenas dois compradores que realizam alguma forma de beneficiamento e distribuem para estabelecimentos que vendem sushis, os quais as utiliza como *tobiko*. Quando não, são exportadas. O seu valor de primeira comercialização cerca de R\$7,00 reais o quilo, enquanto o peixe-voador em si é comumente vendido por “milheiros” (hum mil peixes) que custam entre 80,00 e 120,00 reais. Além da importância econômica, esses peixes constituem um importante elo ecológico na cadeia trófica epipelágica, onde são presas preferenciais de grandes predadores de alto valor comercial, tais como, dourado, albacora, agulhões e alguns tubarões (LESSA & ARAÚJO, 2004). Ainda por isso, costumam também ser consumidos pelos próprios pescadores, agora como iscas para a captura das espécies supracitadas.



Figura V.3.3.1-4 - Peixe voador após o processo de secagem.

Fonte: Veritas Engenharia Ambiental, 2019.

De modo geral, há poucos pescadores que negociam sua produção devido a limitação de espaço apropriado para armazenamento do pescado. A maioria costuma tirar alguns quilos para sua subsistência e todo o restante é vendido para os ranchos. Após a venda do peixe do pescador para o rancho, normalmente acontece a partilha do pagamento que costuma acontecer através da divisão de “quinhões”: do valor total, retira-se a despesa com os insumos do barco. O que restou é dividido em duas partes iguais, sendo uma inteiramente para o dono do barco e a outra

dividida entre o número de pescadores que operaram naquele cruzeiro de pesca. Deste modo, quem mais lucra é o rancheiro, o dono da embarcação e, por último, o simples pescador.

A falta de infraestrutura e recursos nas comunidades pesqueiras gera uma dependência dos pescadores pela comercialização do pescado com os rancheiros, que vendem para a comunidade local e repassam também para outros atravessadores (pessoas que compram para revender aos consumidores a preço mais elevado). O atravessador ou “intermediário” pode atuar fornecendo ou financiando insumos para a pesca a fim de assegurar uma parte da produção. Além disso, acaba mediando a chegada ao mercado, garantindo congelamento, estocagem, distribuição, etc. Nesse contexto, há um consumo local, mas boa parte é repassada aos atravessadores para garantirem a chegada do pescado a mercados mais distantes (SILVA et al., 2009).

Os insumos utilizados na pesca são as despesas e investimentos que contribuem para a obtenção do pescado. Corresponde às iscas, aos ranchos (refeições), gelo e combustível. De acordo com as entrevistas realizadas, embarcações menores podem gastar entre R\$20,00 e R\$50,00 reais por viagem, enquanto as despesas das maiores podem variar entre R\$230,00 a R\$420,00 reais. Tais insumos comumente são adquiridos pelo dono do barco e/ou rancheiro que irá comprar a produção.

Por fim, em Caiçara do Norte, há apenas uma entidade de representação da pesca, a Colônia de Pescadores de Caiçara do Norte e São Bento do Norte Z – 01 (Figura V.3.3.1-5). Quase toda a extensão da praia é ocupada por barcos que ali fazem porto, não havendo estruturas específicas para realização de desembarques. O peixe é levado do barco até em terra com auxílio de catraias. Quando necessário, os barcos são colocados em terra com auxílio de rolos de coqueiro ou carretinhas, no caso de embarcações pequeno porte ou de carretinhas e trator, no caso das embarcações de médio a grande porte. Não há empresas de beneficiamento ou frigoríficos, mas há cerca de 40 ranchos. Não há local coletivo para a guarda de materiais que não os ranchos. Há pelo menos três locais onde é possível realizar reparos e reformas nas embarcações, 04 locais onde comprar gelo e apenas 02 locais onde comprar combustível.



Figura V.3.3.1-5 - Fachada da Colônia de Pescadores de Caiçara do Norte Z-01.

Fonte: Veritas Engenharia Ambiental, 2019.

V.3.3.2 - Galinhos

O município de Galinhos comporta uma menor frota quando comparada aos demais municípios. Segundo dados do Ministério da Pesca e Agricultura (MPA), em 2010 o município abrigava cerca de 273 pescadores registrados. Atualmente, entretanto, acredita-se que vários destes pescadores estejam voltados para as atividades turísticas do município como passeios de barco ou ainda transporte de pessoas e/ou materiais entre Galinhos e o estacionamento Pratagil ou Guamaré.

Mesmo assim, a pesca continua sendo uma fonte de renda do município. Em 2017, segundo dados do Projeto de Monitoramento do Desembarque Pesqueiro realizado pela PETROBRAS na localidade, o município teve sua produção estimada em 204 toneladas e movimentou cerca de R\$ 1.085.483,33 de reais, com base apenas no preço médio de primeira comercialização das espécies pescadas no município – isto é, com base apenas no recebidos pelos pescadores, não considerando os valores movimentados pelos compradores de peixe locais, popularmente denominados de rancheiros. Estes atores, por sua vez, recebem e revendem o pescado para o mercado interno e externo.

O município destaca-se pela sua área estuarina, importante local para crescimento de várias espécies de interesse econômico capturadas na região costeira, como também local importante para a pesca local. Além da captura de peixes, favorece ainda a extração do búzio, marisco e ostra. Neste sentido, o favorecimento destas atividades faz surgir no município uma representatividade das mulheres na

pesca, no caso, atuando como marisqueiras. Além disto, atualmente, a presidente de colônia de pescadores local também é uma mulher. Já na pesca embarcada, principalmente em barcos maiores, os pescadores homens são maioria absoluta. De qualquer modo, praticamente todas as famílias do município têm membros envolvidos nesse setor.

Quanto a idade dos pescadores, é possível observar a presença de adultos e idosos na atividade. O número reduzido de jovens e crianças pode ser resultado do melhor nível de escolaridade dos jovens, o que viabiliza a busca por empregos em outras áreas ou até mesmo fora da comunidade. É comum que os pescadores desejem para seus filhos condições menos árduas de trabalho, como também o acesso à educação está mais facilitado.

Dentre os pescadores entrevistados, foi possível observar que haviam pescadores com até 05 anos de atuação na pesca. Isto demonstra que há uma maior dinâmica na renovação de pescadores. Sobre a escolaridade destes, houve a predominância do ensino fundamental incompleto, sendo esta uma realidade comum em diferentes locais do país. A pesca é uma atividade capaz de absorver mão de obra de baixa ou nenhuma escolaridade, podendo chegar a ser uma das poucas oportunidades de trabalho para indivíduos nesta condição. Neste sentido, a baixa escolaridade pode dificultar a organização social do grupo e à realização de cursos de capacitação técnica. Mesmo assim, estes atores possuem um enorme potencial relacionado ao conhecimento sobre o ambiente marinho local e as espécies pescadas na região.

Sobre a transmissão de conhecimentos tradicionais relacionados à pesca, Diegues (2000) destaca que esse processo de aprendizagem, em Galinhos, ocorre corriqueiramente de maneira informal – quando os jovens observam os mestres das embarcações e se apropriam de suas atitudes – do que formalmente, quando os mestres ensinam os mais jovens através de instruções.

Um menor número de entrevistados afirmou a pesca como única fonte de renda familiar. Aqueles que afirmaram ter outras fontes de renda, citaram desenvolver outras atividades que poderiam estar relacionadas a cadeia produtiva, como exemplo, compra e/ou venda direta de pescado (sem a figura do atravessador), ou não, indicando o desenvolvimento de outras atividades como: aluguel de barco para passeio, pilotar barco para passeio, realizar transporte de pessoas ou materiais para o estacionamento Pratagil ou Guamaré, atuação como auxiliar de produção na carcinicultura ou atuação como servente de obras. Ainda, há de se concordar

com Salles (2011), o qual afirma que o uso da mão de obra do pescador em outras atividades profissionais vem se tornando cada vez mais comum, principalmente pelos pescadores de “ir e vir”, o que pode ser notado em Galinhos sobre aqueles pescadores que operam em canoas, realizando a pesca estuarina.

A frota pesqueira artesanal de Galinhos é composta por jangada a motor, canoas a motor que operam na região estuarina e botes a vela, botes a motor e barcos a motor que realizam a pesca costeira ou oceânica (Figura V.3.3.2-1). Esta última, assim como em Caiçara do Norte, possui como espécies-alvo o peixe-voador, a ova do voador e espécies como dourado, cavala, albacora e agulhões, para os quais utiliza-se o peixe-voador como isca.



Figura V.3.3.2-1 - Embarcações componentes da frota pesqueira de Galinhos/RN.

Fonte: Veritas Engenharia Ambiental, 2019.

Segundo dados do Projeto de Monitoramento do Desembarque Pesqueiro, no ano de 2017, haviam cerca de 118 embarcações compondo a frota do município e apenas 58 embarcações permaneceram ativas durante o ano. As canoas foram as mais numerosas, operando no sistema de “ir e vir”, realizando desembarques quase diariamente. Atuam principalmente na pesca de saúna, tainha e espécies capturadas no tresmalho. Já os botes e barcos a motor, por possuírem maior autonomia, costumam realizar pescarias de 02 a 03 dias. A utilização de gelo para a conservação do pescado é mais comum nas embarcações que passam mais dias no mar, assim como também o uso de equipamentos de auxílio a navegação como o GPS. As demais embarcações navegam através de orientações visuais, observando pontos de referência em terra ou no mar (por exemplo, as plataformas marítimas do Campo de Agulha).

Nem todos os pescadores são proprietários das embarcações em que operam, havendo um número maior de pessoas que se revezam nas pescarias. Embarcações menores costumam operar com 1 ou 2 pescadores, enquanto as embarcações maiores com 02 ou 03. Os petrechos mais utilizados por eles são: a rede de espera para captura de serra, guarajuba e ariacós; Tresmalho para captura de espécies diversas como tainha, saúna, caíco, entre outras; Tainheira para captura de tainha e saúna (Figura V.3.3.2-2); Linha para captura de espécies como dourados, albacoras, cavalas, agulhões e vermelhos; Jereré e/ou pequenas redes para a captura do peixe-voador; Compressor para captura de lagostas, polvos e outras variedades de peixes.



Figura V.3.3.2-2 - Pescador remendando sua rede tainheira em Galinhos/RN.

Fonte: Engenharia Ambiental, 2019.

As pescarias também podem ser realizadas através das combinações das artes supracitadas. Assim como em Caiçara do Norte, há também a utilização do capacho de coqueiro para a extração da ova do peixe-voador, porém esta pesca é mais comum durante o período da safra do peixe-voador (abril a agosto), por haver a possibilidade de maiores capturas e maior rentabilidade das viagens. A seguir, a produção de pescado no ano de 2017 por tipo de petrecho ou suas combinações (Tabela V.3.3.2-1).

Tabela V.3.3.2-1 - Produção de pescado em Galinhos/RN, em toneladas, por tipo de petrecho em 2017.

PETRECHO DE PESCA	PRODUÇÃO DO ANO DE 2017 (TONELADAS)
Rede de espera	53,5 toneladas
Tresmalho	45,8 toneladas
Tainheira	34,3 toneladas
Linha e jereré	31,7 toneladas
Linha	15,9 toneladas
Linha, jereré e capacho de coqueiro	7,8 toneladas
Sardinheira	3,9 toneladas
Arrasto de praia	2,4 toneladas
Operação manual de marisco	2,3 toneladas
Linha e mergulho livre	1,8 toneladas
Rede caçoeira	1,2 toneladas
Compressor	1,1 toneladas
Mergulho livre	1 toneladas
Linha e rede de espera	0,5 toneladas
Covo de lagosta	0,4 toneladas
Espinhel	0,2 toneladas
Arrasto de portas	0,1 toneladas
Total	202 toneladas

Fonte: Adaptado de PETROBRAS (2018b).

Entre as espécies mais frequentes pescadas estão a tainha, o caíco, serra, dourado, guaiúba, bicuda, dourado, cioba, cavala e o peixe-voador. Há um destaque também para a extração do búzio, marisco e ostra. Enquanto este último é extraído manualmente com auxílio do facas e espátulas, os demais podem ser catados de forma manual ou ainda separados do substrato em que vive com o auxílio de monoblocos: coloca-se nos monoblocos com ou sem auxílio de pás o substrato em que o animal se encontra e realiza-se movimentos dentro da água para auxiliar a separação. Permanece no monobloco apenas os indivíduos. Este é o tipo de pescado que obrigatoriamente passa por algum tipo de beneficiamento antes da venda. As conchas normalmente são cozinhadas e é retirado e vendido apenas o filé.

Tanto a pesca da ova quanto a do peixe-voador é realizada a partir do talude continental, no pesqueiro comumente denominado de “águas do voador”. No local de pesca o barco é deixado à deriva e algum tipo de óleo ou farinha é lançado na água como engodo. Então, quando os voadores se aproximam da embarcação, são capturados com a utilização do jereré e/ou redes pequenas (cerca de 12 metros de comprimento) (Figura V.3.3.2-3). Para a pesca da ova, são lançados vários capachos de coqueiro amarrados em cordas na água. Os peixes depositam suas ovas nelas. Após um tempo, o pescador recolhe os capachos para o barco e retira manualmente o aglomerado amarelo formado pela ova. A conservação é feita preferencialmente em gelo, mas também pode ser salgada.



Figura V.3.3.2-3 - Jereré utilizado para captura do peixe-voador.

Fonte: Veritas Engenharia Ambiental, 2019.

De modo geral, há poucos pescadores que negociam sua produção devido a limitação de espaço apropriado para armazenamento do pescado. A maioria costuma tirar alguns quilos para sua subsistência e todo o restante é vendido para os ranchos. Parte da produção pesqueira é consumida pelos próprios pescadores ou localmente pela comunidade e em pousadas e restaurantes. A maior parte é vendida para atravessadores de outros municípios próximos, como Caiçara do Norte, ou não, como Santa Cruz. Novamente, a ova é totalmente vendida para fora do município.

Após a venda do peixe do pescador para o rancheiro, normalmente acontece a partilha do pagamento que costuma acontecer através da divisão de “quinhões”: do valor total, retira-se a despesa com os insumos do barco. O que restou é dividido em duas partes iguais, sendo uma inteiramente para o dono do barco e a outra

dividida entre o número de pescadores que operaram naquele cruzeiro de pesca. Deste modo, quem mais lucra é o rancheiro, o dono da embarcação e, por último, o simples pescador. Alguns rancheiros que também são donos de barcos podem ainda atuar dividindo o valor total apenas em duas partes, onde de sua parte já retira as despesas da viagem e a outra é dividida entre o número de pescadores. Neste esquema, o simples pescador consegue ter um maior ganho financeiro.

A falta de infraestrutura e recursos nas comunidades pesqueiras gera uma dependência dos pescadores pela comercialização do pescado com os rancheiros, que passam então para outros atravessadores (pessoas que compram para revender aos consumidores a preço mais elevado). O atravessador ou “intermediário” pode atuar fornecendo ou financiando insumos para a pesca a fim de assegurar uma parte da produção. Além disso, acaba mediando a chegada ao mercado, garantindo congelamento, estocagem, distribuição, etc. Nesse contexto, há um consumo local, mas boa parte é repassada aos atravessadores para garantirem a chegada do pescado a mercados mais distantes (SILVA et al. 2009).

Os insumos utilizados na pesca são as despesas e investimentos que contribuem para a obtenção do pescado. Corresponde às iscas, aos ranchos (refeições), gelo e combustível. De acordo com as entrevistas realizadas, embarcações menores podem gastar entre R\$5,00 e R30,00 reais por viagem, sendo o combustível e o gelo (quando necessário) adquiridos pelo dono do barco e/ou rancheiro que irá comprar a produção. Já as despesas das embarcações maiores podem variar entre R\$170,00 a R\$440,00 reais e, novamente, os insumos são comumente são adquiridos pelo dono do barco e/ou rancheiro que irá comprar a produção.

Por fim, em Galinhos, há apenas uma entidade de representação da pesca, a Colônia de Pescadores de Galinhos Z – 30. Tanto na sede do município quanto no distrito de Galos, há uma grande concentração de embarcações atracadas na beira do rio. São poucas (aproximadamente 05) embarcações que aportam do lado da praia. Apesar de haver estruturas como trapiches em ambas as localidades, estes são utilizados apenas para embarque e desembarque de pessoas e alguns materiais.

Não há empresas de beneficiamento ou frigoríficos, e há cerca de 5 ranchos em todo o município. Não há local coletivo para a guarda de materiais que não os ranchos. Alguns pescadores de Galos acabam por construir estruturas rudimentares a fim de guardar material e ter um espaço na sombra para realizar atividades como os remendos de rede ou pintura de canoas. Há um único local em Galinhos

onde é possível realizar reparos e reformas nas embarcações, sendo mais comum que os façam na beira do rio. Há ainda 02 locais onde comprar gelo e 05 onde comprar combustível. O município, entretanto, não possui postos de combustíveis, vindo este de Caiçara do Norte e Guamaré. Há alguns pescadores que costumam ir de barco e comprar o combustível diretamente nestas localidades, porém, outros compram com pessoas do próprio município de Galinhos que possuem em estoque. Desta última forma, é ínfima a possibilidade de repasse da isenção de ICMS sobre o óleo diesel para os pescadores profissionais e armadores de pesca aprovada pelo Decreto Nº 28.707, de 13 de fevereiro de 2019.

V.3.3.3 - Guamaré

O município de Guamaré, segundo dados do Projeto de Monitoramento do Desembarque Pesqueiro realizado pela PETROBRAS na localidade, possuía, no ano de 2017, 107 embarcações pesqueiras cadastradas. Entretanto, deste quantitativo, apenas 65 foram ativas durante todo o ano. Segundo dados Ministério da Pesca e Agricultura (MPA), em 2010 o município abrigava cerca de 144 pescadores registrados. Atualmente, entretanto, acredita-se haver um número de pelo menos 230 pescadores cadastrados. A Colônia de Pescadores de Guamaré Z-07, atualmente, encontra-se sem presidente, estando sob a junta governativa provisória designada pela Federação de Pescadores do Rio Grande do Norte, a qual participa as Colônias de pescadores de Diogo Lopes, Galinhos e Porto do Mangue – Zonas 41, 30 e 17. Ainda por isso, é possível que este número seja passível de grandes variações, principalmente devido ao crescimento do turismo na região, o que leva a alguns pescadores a desenvolver outras atividades relacionadas ao segmento.

No mais, a pesca continua sendo uma importante fonte de renda para o município, podendo ser a única fonte de renda de vários pescadores. Segundo dados do Projeto de Monitoramento do Desembarque Pesqueiro realizado pela PETROBRAS na localidade, o município teve sua produção estimada em 230 toneladas e movimentou cerca de R\$ 1.154.556,67 de reais, com base apenas no preço médio de primeira comercialização das espécies pescadas no município – isto é, com base apenas no recebidos pelos pescadores, não considerando os valores movimentados pelos compradores de peixe locais, popularmente denominados de rancheiros. Estes atores, por sua vez, recebem e revendem o pescado para o mercado interno e externo.

O município possui uma grande área estuarina, ambiente importante para a pesca local, principalmente a de subsistência. Além da captura de peixes, favorece também a extração do búzio e marisco. O favorecimento da atividade de mariscagem faz surgir alguma representatividade das mulheres na pesca, porém, ao contrário de outros municípios, esta atividade no local está sendo dominada por homens. Na pesca embarcada, principalmente os homens são maioria absoluta. De todo modo, praticamente todas as famílias nativas do município têm membros envolvidos nesse setor.

Quanto a idade dos pescadores, é possível observar a presença de adultos e idosos na atividade. O número reduzido de jovens e crianças pode ser resultado do melhor nível de escolaridade dos jovens, o que viabiliza a busca por empregos em outras áreas ou até mesmo fora da comunidade. É comum que os pescadores desejem para seus filhos condições menos árduas de trabalho, como também o acesso à educação está mais facilitado e há outras oportunidades de emprego para mão de obra qualificada no município.

A frota pesqueira artesanal de Guamaré é composta por paquetes a vela e a motor, canoas a vela e a motor (Figura V.3.3.3-1), botes a vela e a motor e barcos motorizados. Enquanto os paquetes e canoas costumam operar pelo estuário ou em distâncias próximas a costa, os botes e barcos realizam a pesca costeira ou oceânica. Ao contrário dos municípios de Caiçara do Norte, Macau e Galinhos, a pesca do peixe-voador raramente acontece, mesmo na safra (abril a agosto).



Figura V.3.3.3-1 - Canoas que compõem a frota pesqueira de Guamaré/RN.

Fonte: Veritas Engenharia Ambiental, 2019.

Segundo dados do Projeto de Monitoramento do Desembarque Pesqueiro, no ano de 2017, haviam cerca de 107 embarcações compondo a frota do município e apenas 65 embarcações permaneceram ativas durante o ano. As canoas foram as mais numerosas. Estas operam no sistema de “ir e vir”, pescando principalmente com rede tainheira e tresmalho e realizando desembarques quase diariamente. Desembarcam principalmente a tainha e a saúna (Figura V.3.3.3-2). Já os botes e barcos a motor, por possuírem maior autonomia, costumam realizar pescarias de 2 a 3 dias em média. A utilização de gelo para a conservação do pescado é mais comum nas embarcações que passam mais dias no mar, assim como também o uso de equipamentos de auxílio a navegação como o GPS. As demais embarcações navegam através de orientações visuais, observando pontos de referência em terra ou no mar (por exemplo, as plataformas marítimas do Campo de Ubarana e do Campo de Agulha).



Figura V.3.3.3-2 - Desembarque de tainha, saúna e caícos em Guamaré/RN.

Fonte: Veritas Engenharia Ambiental, 2019

Como nos municípios de Caiçara do Norte e Galinhos, nem todos os pescadores são proprietários das embarcações em que operam, havendo um número maior de pessoas que se revezam nas pescarias. Embarcações menores costumam operar com 01 ou 02 pescadores, enquanto as embarcações maiores com 02 ou 03. Os petrechos mais utilizados por eles são: tainheira para captura de tainha e saúna; tresmalho para captura de caíco, espada, tainha e espécies diversas; Linha para captura de dourado, Guaiuba, cioba; Coleta Manual de caranguejos e siris e; Rede de espera para a captura de serra, guaiúba e ariacós. Há ainda a prática do mergulho para captura de peixes e lagosta.

As pescarias também podem ser realizadas através das combinações destas artes. A Tabela V.3.3.3-1 apresenta a produção de pescado no ano de 2017 por tipo de petrecho ou suas combinações.

Tabela V.3.3.3-1 - Produção de pescado em Guamaré/RN, em toneladas, por tipo de petrecho em 2017.

PETRECHO DE PESCA	PRODUÇÃO DO ANO DE 2017 (TONELADAS)
Tainheira	71,0 toneladas
Tresmalho	48,8 toneladas
Linha	28,9 toneladas
Coleta manual de siris e caranguejos	25,6 toneladas
Rede de espera	21,9 toneladas
Rede de agulha	10,1 toneladas
Linha e jereré	9,7 toneladas
Linha, jereré e capacho de coqueiro	2,7 toneladas
Operação manual de marisco	1,9 toneladas
Covo de lagosta	1,5 toneladas
Arrasto de portas	1,3 toneladas
Mergulho livre	0,9 toneladas
Jereré	0,8 toneladas
Tarrafa	0,2 toneladas
Linha e rede de espera	0,1 toneladas
Total	230 toneladas

Fonte: Adaptado de PETROBRAS (2018b).

Entre as espécies mais frequentes pescadas estão a tainha, saúna, o caíco, agulha, espada, cioba, guaiúba, ariacó e serra. A ainda uma grande produção de caranguejo e, atualmente, vem crescendo a produção de búzio. Tal como nas demais localidades, este é extraído e selecionado do ambiente com auxílio de pás e monoblocos. Obrigatoriamente, passa por algum tipo de beneficiamento antes da venda. As conchas normalmente são cozinhadas e é retirado e vendido apenas o filé.

De modo geral, há poucos pescadores que negociam sua produção devido a limitação de espaço apropriado para armazenamento do pescado. A maioria costuma tirar alguns quilos para sua subsistência e todo o restante é vendido para os

ranchos. Parte da produção pesqueira é consumida pelos próprios pescadores ou localmente pela comunidade e em restaurantes. A maior parte é vendida para atravessadores, que levam o pescado para a venda em outros municípios.

A falta de infraestrutura e recursos nas comunidades pesqueiras gera uma dependência dos pescadores pela comercialização do pescado com os rancheiros, que passam então para outros atravessadores (pessoas que compram para revender aos consumidores a preço mais elevado). O atravessador ou “intermediário” pode atuar fornecendo ou financiando insumos para a pesca a fim de assegurar uma parte da produção. Além disso, acaba mediando a chegada ao mercado, garantindo congelamento, estocagem, distribuição, etc. Nesse contexto, há um consumo local, mas boa parte é repassada aos atravessadores para garantirem a chegada do pescado a mercados mais distantes (SILVA et al., 2009).

Os insumos utilizados na pesca são as despesas e investimentos que contribuem para a obtenção do pescado. Corresponde às iscas, aos ranchos (refeições), gelo e combustível. De acordo com as entrevistas realizadas, embarcações menores podem gastar entre R\$20,00 e R\$30,00 reais por viagem, enquanto as despesas das maiores podem variar entre R\$250,00 a R\$500,00 reais. Tais insumos comumente são adquiridos pelo dono do barco.

Em Guararé, há duas entidades de representação da pesca, a Colônia de Pescadores de Guararé Z – 07 e a Associação de Pescadores de Guararé (APAG). Atualmente, apenas a Associação encontra-se em funcionamento pleno. O atendimento na Colônia de pescadores está sendo realizado pelos presidentes das Colônias de Galinhos, Diogo Lopes e Porto do Mangue, que se revezam para tanto.

Há uma concentração de pescadores que residem próximo ao centro de Guararé e fazem porto no Rio Aratuá ou Rio Miassaba (rios que contornam a sede). Novamente, há algumas estruturas criadas pelos pescadores com intuito de criar um espaço para remendar redes ou até guardar a canoa na sombra. Há um outro pequeno grupo de pescadores que atuam na praia do Amaro, onde há pequenas canoas a motor que realizam pesca de tainheira e tresmalho e não possuem qualquer infraestrutura relacionada à pesca.

Por fim, não há empresas de beneficiamento ou frigoríficos, mas há pelo menos 10 ranchos locais. Não há local coletivo para a guarda de materiais que não os ranchos. Há pelo menos um local onde é possível realizar reparos e reformas

nas embarcações, 02 locais onde comprar gelo e apenas 02 locais onde comprar combustível.

V.3.3.4 - Macau

O município de Macau, segundo dados do Projeto de Monitoramento do Desembarque Pesqueiro realizado pela PETROBRAS na localidade, possuía, no ano de 2017, 348 embarcações pesqueiras cadastradas. Entretanto, deste quantitativo, 208 foram ativas durante todo o ano. Segundo dados Ministério da Pesca e Agricultura (MPA), em 2010 o município abrigava cerca de 1.1176 pescadores registrados. Estes distribuem-se por um amplo território: no entorno da sede do município, onde localiza-se também o porto da pescaria (Figura V.3.3.4-1), o mais famoso de Macau e também nos distritos de Barreiras, Diogo Lopes e Sertãozinho, municípios que integram ainda a Reserva de Desenvolvimento Sustentável Estadual Ponta do Tubarão. Desta forma, fica evidente que a pesca é uma importante fonte de renda para o município, podendo ser a única fonte de renda de vários pescadores.



Figura V.3.3.4-1 - Parte da frota pesqueira sediada no Porto da Pescaria em Macau/RN.

Fonte: Veritas Engenharia Ambiental, 2019

Segundo dados do Projeto de Monitoramento do Desembarque Pesqueiro realizado pela PETROBRAS no município, Macau teve sua produção estimada em 1.533 toneladas, ficando atrás apenas de Areia Branca e Caiçara do Norte entre os municípios do presente estudo. Movimentou cerca de R\$ 7.404.950,00 de reais, com base apenas no preço médio de primeira comercialização das espécies pescadas no município – isto é, com base apenas no recebidos pelos pescadores, não

considerando os valores movimentados pelos compradores de peixe locais, popularmente denominados de rancheiros. Estes atores, por sua vez, recebem e revendem o pescado para o mercado interno e externo.

O município possui uma grande área estuarina, ambiente importante para a pesca de subsistência. Além da captura de peixes, favorece também a extração do búzio e marisco. O favorecimento da atividade de mariscagem faz surgir uma grande representatividade das mulheres na pesca, tanto que há duas Associações de Marisqueiras no município: A Associação de Marisqueiras e Osteicultoras de Macau (AMOM) e a Associação de Marisqueiras do Porto da Pescaria. O Município ainda possui uma representante feminina do Movimento de Pescadores e Pescadoras Artesanais (MPP), que exerce o cargo de Coordenadora Estadual da Pesca dentro do Movimento. Ao contrário de Guamaré, a atividade de mariscagem em Macau é dominada pelas mulheres, apesar de haver também a atuação de homens.

Segundo Silva (2010), a atividade pesqueira em Macau é desenvolvida por diferentes gerações e boa parte dos pescadores tem a atividade como única fonte de renda. Ainda, grande parte dos pescadores possuem ensino fundamental incompleto, podendo encontrar na pesca uma oportunidade ou ainda oportunidade em “tempos difíceis”.

Quanto a idade dos pescadores, é possível observar a presença de adultos e idosos na atividade. O número reduzido de jovens e crianças pode ser resultado do melhor nível de escolaridade dos jovens, o que viabiliza a busca por empregos em outras áreas ou até mesmo fora da comunidade. É comum que os pescadores desejem para seus filhos condições menos árduas de trabalho, como também o acesso à educação está mais facilitado e há outras oportunidades de emprego para mão de obra qualificada no município. Pescadores mais jovens foram observados apenas em Diogo Lopes.

A frota pesqueira artesanal de Macau possui uma das maiores frotas do Estado, sendo composta por jangada a motor, canoas a vela e a motor, botes a vela e a motor e barcos a motor. As canoas a motor são predominantes em quantidade e costumam operar na região do estuário e locais próximos à costa. Já os botes e barcos realizam pescarias costeiras e/ou oceânicas. A pescaria do peixe-voador, comumente realizada em áreas oceânicas, é realizada principalmente pelas embarcações de Diogo Lopes – a localidade abriga a maior frota de botes e barcos a motor do município (Figura V.3.3.4-2).



Figura V.3.3.4-2 - Embarcações em Diogo Lopes/RN.

Fonte: Veritas Engenharia Ambiental, 2019

Segundo dados do Projeto de Monitoramento do Desembarque Pesqueiro, no ano de 2017, haviam cerca de 348 embarcações compondo a frota do município e apenas 208 embarcações permaneceram ativas durante o ano. As canoas a motor foram as mais numerosas. Estas operam no sistema de “ir e vir”, pescando principalmente com rede tainheira, puçá, rede de agulha e tresmalho, realizando desembarques quase diariamente. Desembarcam principalmente a tainha, saúna e agulha. Já os botes e barcos a motor, por possuírem maior autonomia, costumam realizar pescarias de 02 a 03 dias em média. A utilização de gelo para a conservação do pescado é mais comum nas embarcações que passam mais dias no mar, assim como também o uso de equipamentos de auxílio a navegação como o GPS. As demais embarcações navegam através de orientações visuais, observando pontos de referência em terra ou no mar (por exemplo, as plataformas marítimas do Campo de Agulha e do Campo de Ubarana).

Como nos demais municípios, nem todos os pescadores são proprietários das embarcações em que operam, havendo um número maior de pessoas que se revezam nas pescarias. Embarcações menores costumam operar com 01 ou 02 pescadores, enquanto as embarcações maiores com 02 ou 03. Os petrechos mais utilizados por eles são: Linha para captura de dourado, Guaiuba, cioba; Jereré e/ou pequenas redes para a captura do peixe-voador; Tainheira para captura de tainha e saúna; Rede de espera para a captura de serra, guaiúba e ariacós; Sardinheira para captura da sardinha; Rede de agulha para captura da agulha-branca ou agulha-preta e; Capacho do coqueiro para extração da ova do voador. Além disso, há

a extração manual do siri e da extração manual do búzio, marisco e sururu, onde é comum o emprego de monoblocos para separação do animal da lama em que é encontrado ou ainda para separação da casca e do filé, após cozidos. A “casca” do búzio – isto é, a concha do bivalve – é comumente encontrada aos montes pelo município (Figura V.3.3.4-3).



Figura V.3.3.4-3 - Montanhas de conchas de bivalves (casca de búzios) em Macau/RN).

Fonte: Veritas Engenharia Ambiental, 2019.

As pescarias também podem ser realizadas através das combinações de diferentes artes. A Tabela V.3.3.4-1 apresenta a produção de pescado no ano de 2017 por tipo de petrecho ou suas combinações.

Tabela V.3.3.4-1 - Produção de pescado em Macau/RN, em toneladas, por tipo de petrecho em 2017.

PETRECHO DE PESCA	PRODUÇÃO DO ANO DE 2017 (TONELADAS)
Linha e jereré	380,2 toneladas
Rede de espera	351,9 toneladas
Tainheira	182,7 toneladas
Sardinheira	163,1 toneladas
Linha e rede de espera	123,4 toneladas
Linha, jereré e capacho de coqueiro	88,1 toneladas
Linha	72,9 toneladas
Tresmalho	41,9 toneladas
Operação manual de marisco	27,0 toneladas
Rede caçoeira	21,9 toneladas

Tarrafa	7,7 toneladas
Curral	6,4 toneladas
Coleta manual de siris e caranguejos	6,3 toneladas
Puçá	5,7 toneladas
Jereré	0,3 toneladas
Compressor	0,1 toneladas
Total	1.532 toneladas

Fonte: Adaptado de PETROBRAS (2018).

Entre as espécies mais frequentes pescadas estão a tainha, saúna, a sardinha, o peixe serra, o peixe-voador e o dourado. Um destaque deve ser dado à produção de sardinha e do peixe-voador em Diogo Lopes. As sardinhas, segundo Silva (2010), são capturadas próximas à costa, em áreas com substrato predominantemente de lama terrígena onde a frota atua adjacente as plataformas de petróleo, tendo como principal local de desembarque o município de Macau. A pesca do peixe-voador, assim como em Caiçara do Norte, acontece durante todo o ano, mas possui uma safra no período de abril a agosto, época de reprodução destes peixes e quando os pescadores conseguem extrair em grandes quantidades a ova não fecundada do peixe.

Tanto a pesca da ova quanto a do peixe-voador é realizada a partir do talude continental, no pesqueiro comumente denominado de “águas do voador”. No local de pesca o barco é deixado à deriva e algum tipo de óleo ou farinha é lançado na água como engodo. Então, quando os voadores se aproximam da embarcação, são capturados com a utilização do jereré e/ou redes pequenas (cerca de 12 metros de comprimento). Para a pesca da ova, são lançados vários capachos de coqueiro amarrados em cordas na água. Os peixes depositam suas ovas nelas. Após um tempo, o pescador recolhe os capachos para o barco e retira manualmente o aglomerado amarelo formado pela ova. A conservação é feita preferencialmente em gelo, mas também pode ser salgada.

A carne do voador é comercializada comumente como filé ou ainda salgada e seca. A ova é totalmente vendida para fora do município e, até onde se sabe, são apenas dois compradores que atuam na região. Estes, por sua vez, realizam alguma forma de beneficiamento e distribuem para estabelecimentos que vendem sushis, os quais as utiliza como tobiko. Quando não, são exportadas. O seu valor de primeira comercialização cerca de R\$7,00 reais o quilo, enquanto o peixe-voador em si é comumente vendido por “milheiros” (hum mil peixes) que custam entre

80,00 e 120,00 reais. Além da importância econômica, esses peixes constituem um importante elo ecológico na cadeia trófica epipelágica, onde são presas preferenciais de grandes predadores de alto valor comercial, tais como, dourado, albacora, agulhões e alguns tubarões (LESSA & ARAÚJO, 2004). Ainda por isso, costumam também ser consumidos pelos próprios pescadores, agora como iscas para a captura das espécies supracitadas.

Há ainda a extração do siri para venda do filé, do caranguejo para venda inatura e do búzio, marisco e sururu, sendo mais comum o búzio. Tais recursos são explorados na região estuarina. Enquanto o siri e o caranguejo são capturados manualmente ou com auxílio de arames, puçás ou redinhas (armadilha fixa feita de saco de estopa, colocada na entrada das tocas de caranguejos), os demais mariscos são comumente retirados através da catação ou ainda através de uma espécie de peneiramento utilizando monoblocos: usando pás, apanham a terra onde os animais se instalam e colocam-na dentro de um monobloco para peneirar e se livrar da lama e, a depender do tamanho dos furos na parte de baixo do monobloco, também das conchas menores. A não captura de indivíduos menores é uma prática sustentável. Tanto o siri quanto o búzio, marisco e sururu passam, obrigatoriamente, por algum tipo de beneficiamento antes da venda, sendo cozinhados para a retirada e venda apenas do filé.

Neste município é onde há mais pescadores que negociam sua produção diretamente com o atravessador que leva o pescado para fora do município ou o público final. Isto ocorre mais comumente com aqueles que vendem o búzio, marisco, sururu, siris e caranguejos. Ademais, é comum que o pescador tire alguns quilos para sua subsistência e venda toda a sua produção para os ranchos. A partir dos valores obtidos, retira-se a despesa da embarcação e divide-se o restante em partes iguais para cada pescador. Assim, os ganhos são diretamente condicionados à produção de cada pescaria.

Parte da produção pesqueira é consumida pelos próprios pescadores ou localmente pela comunidade e em restaurantes. A maior parte é vendida para outros atravessadores, que levam o pescado para a venda em outros municípios. Isso assegura a compra do produto em qualquer época do ano, mesmo que o valor pago não seja o desejado. O preço de venda é imposto pelos atravessadores.

A falta de infraestrutura e recursos nas comunidades pesqueiras gera uma dependência dos pescadores pela comercialização do pescado com os rancheiros,

que passam então para outros atravessadores (pessoas que compram para revender aos consumidores a preço mais elevado). O atravessador ou “intermediário” pode atuar fornecendo ou financiando insumos para a pesca a fim de assegurar uma parte da produção. Além disso, acaba mediando a chegada ao mercado, garantindo congelamento, estocagem, distribuição, etc. Nesse contexto, há um consumo local, mas boa parte é repassada aos atravessadores para garantirem a chegada do pescado a mercados mais distantes (SILVA et al. 2009). Como exemplo de alcance, podemos citar os Natal e os Estados de Alagoas, Paraíba, Pernambuco e Ceará.

Os insumos utilizados na pesca são as despesas e investimentos que contribuem para a obtenção do pescado. Corresponde às iscas, aos ranchos (refeições), gelo e combustível. De acordo com as entrevistas realizadas, embarcações menores podem gastar entre R\$10,00 e R\$30,00 reais por viagem, enquanto as despesas das maiores podem variar entre R\$280,00 a R\$630,00 reais. Tais insumos comumente são adquiridos pelo dono do barco e/ou rancheiro que irá comprar a produção.

Em Macau, há 6 entidades de representação da pesca: Colônia de Pescadores e Maricultura Z – 09, Associação de Marisqueiras e Osteicultoras de Macau (AMOM), Associação de Marisqueiras do Porto da Pescaria, Associação de Pescadores e Pescadoras de Macau (APPM), Colônia de Pescadores z-41 Capataz Manoel Lucas (Diogo Lopes), Cooperativa de Pescado Artesanal e Beneficiamento de Pescado Ponta do Tubarão (COOPESCAT-RN). Esta última entidade está inativa. Há ainda representação do local Movimento de Pescadores e Pescadoras Artesanais (MPP) e do Conselho Pastoral dos Pescadores (CPP).

No município como um todo, há pelo menos cinco pontos onde os pescadores se distribuem: na sede de Macau há o porto da pescaria, que conta com um trapiche para a realização de desembarques e; um outro porto no bairro do Valadão, o trapiche de Nossa Senhora dos Navegantes, mais conhecido como Porto da Areia, onde localiza-se também a colônia de pescadores. Nos distritos de Barreiras, Diogo Lopes e Sertãozinho, os pescadores distribuem-se pela beira do estuário. Em todas os distritos há algumas estruturas criadas pelos pescadores para utilização do lugar para remendar redes e realizar algum reparo nas embarcações, quando estas forem de menor porte. Em Barreiras e Sertãozinho, há ainda um rancho em cada local entregue à comunidade pela PETROBRAS (medida compensatória) que serve como uma casa de apoio aos pescadores, a fim de que utilizem o

espaço para a guarda de materiais diversos e para a produção ou remendo de suas artes de pesca. No mais, não há empresas de beneficiamento ou frigoríficos, mas há pelo menos 30 ranchos. Há vários locais onde comprar gelo e combustível.

V.3.4 - Quantificação da Geração de Empregos Previstos na Implantação do Empreendimento

Devido à natureza do empreendimento, sendo esta uma planta piloto composta por poucas estruturas (apenas um aerogerador) quando comparado a um parque eólico, é provável que toda a mão de obra especializada seja levada até próximo ao local do empreendimento, assim como as estruturas físicas, materiais e equipamentos requeridos para a obra.

Ainda, por a PETROBRAS possuir tanto uma base terrestre com heliporto, quanto um Píer no município de Guamaré, torna-se provável que os trabalhadores se concentrem neste município. Por isso, pode haver uma demanda ligeiramente maior relacionada ao abastecimento de combustíveis, alimentação e hospedagens durante a vida útil do empreendimento.

Dessa forma, é provável que não haja geração de emprego advindo da implantação do empreendimento. Porém, poderá ocorrer ligeiro aumento do consumo de serviços locais, acarretando aumento da arrecadação de impostos e taxas locais.

V.3.5 - Caracterização das Áreas Utilizadas para o Turismo, Lazer e Esportes Aquáticos

Dentre os municípios citados como área de estudo neste relatório, apenas o município de Galinhos é reconhecido como um destino turístico nos roteiros das agências nacionais (Figura V.3.5-1). Existe um esforço dos municípios situados na costa branca em ampliar a oferta de atrações turísticas, para além da opção sol e mar. Potencialidades gastronômicas, culturais e o ecoturismo estão sendo consideradas as novas possibilidades de atrair turistas nacionais.



Figura V.3.5-1 - Área do Pratagil, Galinhos/RN

Fonte: Veritas Engenharia Ambiental, 2019.

As opções turísticas dos municípios de Caiçara do Norte, Galinhos, Guamaré e Macau se resumem no aproveitamento das belezas naturais e da possibilidade de realização de esportes radicais, que atraem turistas nacionais e estrangeiros. Passeios de barco pelo estuário e pela costa com consumo de pescado, mergulhos em urcas, *kitesurf*, surfe, *stand uppaddle*, pesca esportiva são as possibilidades de atividades esportivas aquáticas e de lazer oferecidas nestes municípios.

Nas entrevistas realizadas nos municípios da área de estudo, questionou-se aos entrevistados sobre a realização de atividades turísticas ou de lazer na área onde se pretende instalar a planta piloto. De modo geral, não identificaram atividades turísticas na região, mas citaram que durante os meses de março a outubro grupos de surfista frequentam as urcas (urca do minhoto, urca do tubarão, urca da conceição, urca de cima, entre outras) para a prática desportiva. Além desta atividade, citaram apenas a pesca, a qual pode ainda ser realizada de maneira esportiva por alguns. As opções de lazer dos moradores locais na área costeira consistem em utilizar a faixa de areia, estuário e as praias para eventos e lazer em geral.

Na Reserva de Desenvolvimento Sustentável Estadual Ponta do Tubarão (situada entre os municípios de Guamaré e Macau), existe uma expectativa do desenvolvimento do turismo comunitário. Estudos mostram a potencialidade desta localidade para adesão a este modelo, objetivando beneficiar a comunidade e preservar o meio ambiente. A reserva é conhecida pelos eventos realizados para debater a urgência da preservação ambiental e da necessidade de valorização das comunidades tradicionais. Contudo, durante as entrevistas em campo, os morado-

res afirmaram que é fundamental resgatar a identidade da localidade, da importância de ser uma reserva e compreender os benefícios, pautados basicamente pelo cuidar do meio ambiente.

Apesar desta potencialidade, a localidade é carente de empreendimentos de hospedagem e alimentação, fator que limita atividades turísticas na localidade e assim como Caiçara do Norte, ficam restritas aos turistas que estão de passagem, em deslocamento para se hospedar e se alimentar em outra praia.

Vale salientar que o turismo de massa e o turismo de base comunitária se convergem por se apropriarem do espaço, porém, divergem quanto à forma como cada um desenvolve suas ações. O turismo de massa visa quantificação de lucros, visitantes e empreendimentos, o turismo de base comunitária propõe sustentabilidade nas ações, preservação e envolvimento da comunidade local. Em todos os municípios da área de estudo, se observa potencialidades para o desenvolvimento destes dois tipos de turismo, contudo os investimentos são mínimos e não impulsionam o turismo.

Disponer dos recursos naturais não é suficiente para desenvolver esta atividade econômica, que se realizada de modo responsável e comprometida com a sustentabilidade local, e pode ser a força motriz do desenvolvimento e de mudança na vida dos moradores destes municípios, com projetos voltados para a cooperação e equidade do trabalho e dos benefícios gerados pela prestação dos serviços turísticos.

VI - ANÁLISE INTEGRADA E SÍNTESE DA QUALIDADE AMBIENTAL

VI.1 - Análise integrada

A Figura VI.1-1 procura estabelecer as principais relações entre os fatores dos meios físico, biótico e socioeconômico, com o objetivo de fortalecer a identificação e análise de impactos e riscos ambientais apresentados no capítulo seguinte do estudo. A análise desta figura ressalta a teia de interdependências entre os diferentes fatores e, em particular, a complexidade das inter-relações entre os diferentes componentes bióticos.

Pode-se considerar que os fatores físicos são os mais determinantes nas condições de base da região, tanto no que se refere aos processos de longo prazo e larga escala quanto aos processos de pequena escala espaço-temporal. Em todos os sistemas marinhos, as condições dos fatores físicos suportam e determinam a riqueza natural do meio biótico, particularmente a produtividade primária pelágica e bentônica que por sua vez são a base das cadeias tróficas e da biodiversidade dos sistemas marinhos.

No caso da baía Potiguar, o fluxo estuarino costeiro é responsável pelo aporte de nutrientes que caracteriza o sistema como oligotrófico (pobre em nutrientes). Estas condições em conjunto com a temperatura e o padrão de circulação da água, determinam valores baixos de produtividade primária pelágica e bentônica, suportando, no entanto, a elevada biodiversidade dos seus vários componentes bióticos.

É de realçar a grande importância que as comunidades bentônicas e as comunidades da ictiofauna têm no sistema marinho da baía Potiguar, sendo os fatores bióticos que mais relações estabelecem com os demais fatores bióticos e socioeconômicos. Destaca-se também a dependência que estas comunidades têm em relação à produtividade primária (fitoplâncton, zooplâncton e fitobentos) e a ligação à diversidade do tipo de fundos marinhos (incluindo os recifes carbonáticos) que permitem a adaptação de várias espécies, favorecendo uma vez mais a elevada biodiversidade da região.

Dada a sua importância para a biodiversidade, os fundos compostos por formações carbonáticas tem especial importância do ponto de vista da sensibilidade

ambiental, uma vez que promovem o desenvolvimento de corais, habitats muito importantes para a conservação ambiental.

Por outro lado, verifica-se que os fatores socioeconômicos exercem pressões negativas nos fatores bióticos do sistema, incluindo na avifauna, nas comunidades bentônicas, nas comunidades da ictiofauna e nos mamíferos marinhos. Ademais, as atuais áreas de exclusão à navegação interferem na atividade pesqueira, praticada nos municípios delimitados pela área de estudo.

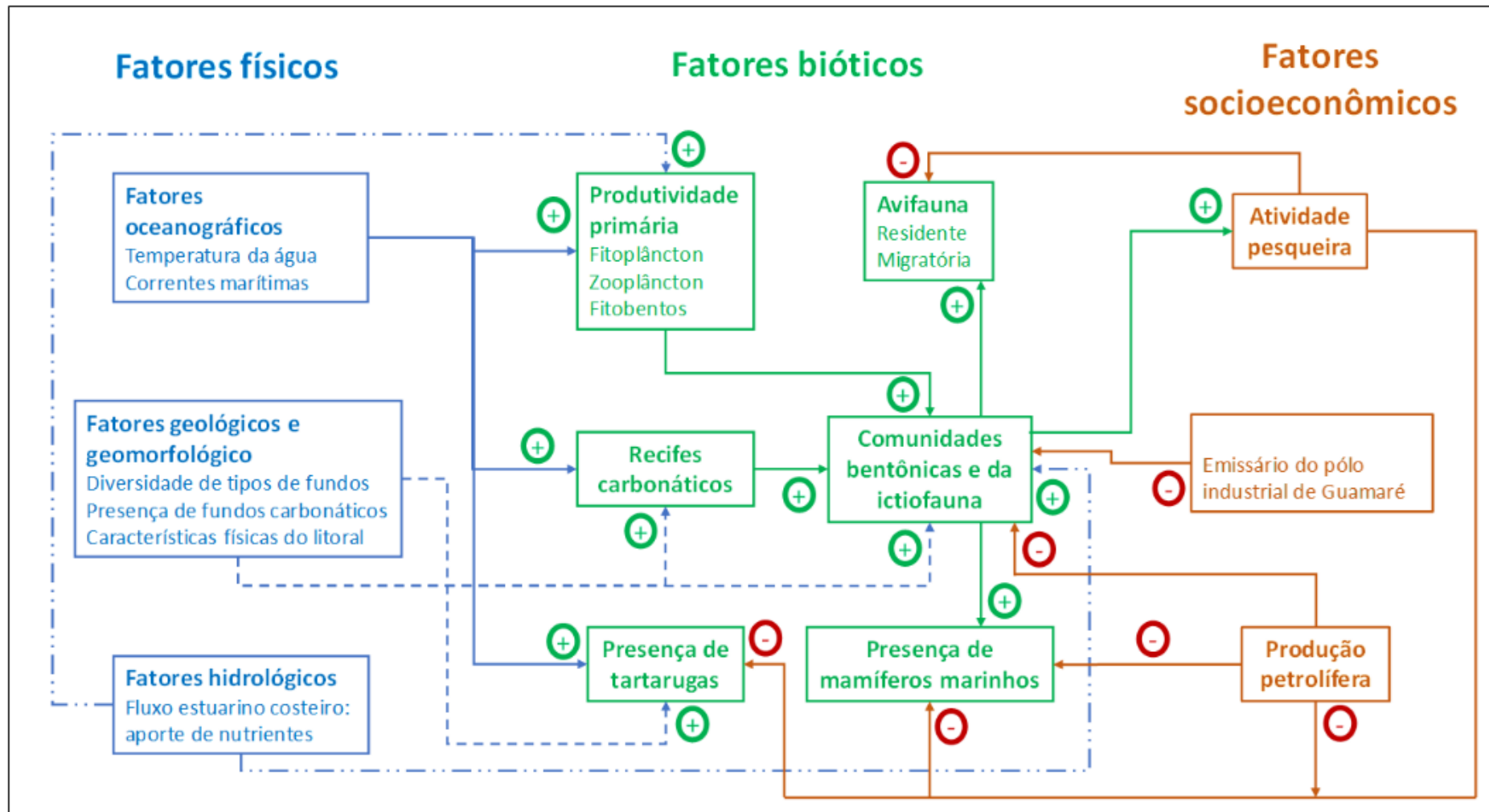


Figura VI.1-1 - Interação entre os fatores ambientais.

VI.2 - Síntese da qualidade ambiental

Nesta seção apresenta-se uma síntese das condições ambientais dos diferentes tipos de meios avaliados: físico, biótico e socioeconômico, terminando com uma seção dedicada ao prognóstico para as condições ambientais futuras sem e com a implementação do empreendimento.

VI.2.1 - Meio Físico

A Área de Influência da atividade em questão está situada na região Nordeste do Brasil, que, por estar situada dentro da faixa tropical, possui variação temporal e espacial de temperatura pouco expressiva, ao contrário da pluviosidade (Nimer, 1989). Por apresentar substanciais variações temporal e espacial da precipitação pluviométrica e elevadas temperaturas ao longo do ano, esta é considerada climatologicamente uma área semiárida (AZEVEDO et al., 1998).

Quanto à temperatura, são evidentes as baixas amplitudes térmicas anuais, sendo que a série temporal construída, mostra que a temperatura na área se apresenta elevada o ano todo, com valor médio de 27,8°C, sendo a menor média observada em julho, com 27,0°C, e o maior valor médio de 28,4°C em fevereiro.

A umidade relativa do ar obedece a um comportamento padrão ao longo do ano, intimamente relacionado com a pluviosidade local e, dessa forma, pode-se esperar que a umidade relativa do ar seja maior durante o principal período de chuvas na região, podendo se estender até julho em determinadas localidades. A umidade do ar na região, encontra-se geralmente acima de 50%, em função da influência do mar e da brisa marinha, comum nas primeiras horas da manhã.

Devido à ampla extensão territorial são vários os sistemas meteorológicos atuantes no Nordeste do Brasil (NEB), sendo os principais: a Zona de Convergência Intertropical (ZCIT), os Vórtices Ciclônicos de Altos Níveis (VCAN), os Distúrbios Ondulatórios de Leste (DOL), as Linhas de Instabilidades (LI), os Sistemas Frontais (SF) e a Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS).

Assim, o regime pluviométrico apresenta-se de forma heterogênea tanto na escala espacial quanto nas escalas de tempo. Essa grande variabilidade foi observada tanto nos totais anuais como também nos totais mensais, refletindo-se marcadamente na qualidade da estação chuvosa. Essa estação, apresenta-se com

valores de precipitação acima de 100 mm e duração média de dois meses, normalmente ocorrendo entre março e abril.

No que diz respeito ao regime de ventos, a região do NEB encontra-se localizada no cinturão dos ventos alísios, que alcançam a costa setentrional do Rio Grande do Norte, predominantemente, provenientes de NE, direção que também é controlada pelos movimentos migratórios sazonais da ZCIT. Os ventos alísios de Sudeste são mais intensos quando a ZCIT se encontra a norte, diminuindo progressivamente com sua migração em direção ao Equador, para alcançar os mínimos valores anuais durante os meses de março a abril, quando os ventos de Sudeste são mais fracos. Com base nos dados mais recentes, recolhidos numa zona próxima da localização do projeto, os ventos apresentam velocidades máximas próximas a 15 m/s, com padrões direcionais variando de ENE (Leste-Nordeste) para SE (Sudeste), sendo sua maior magnitude de ESE (Leste-Sudeste).

No que se refere à forçante eólica, observa-se a indicação de duas épocas distintas de ação do vento na Baía Potiguar. Neste caso, no período mais chuvoso e quente do ano (janeiro-maio) predominam ventos de Leste menos intensos, enquanto que no período seco e mais frio (julho a novembro) são registrados ventos mais fortes e que oscilam entre Leste e Sudeste.

Quanto aos parâmetros oceanográficos estudados, os valores de Temperatura da Superfície do Mar (TSM) na área de estudo, obtidos a partir dos levantamentos mais recentes, mostram uma média de 27,7°C, com as maiores temperaturas, de cerca de 28°C, próximo às desembocaduras dos rios Mossoró e Açú. O comportamento da TSM, mostra que ao longo do ano as águas estão mais aquecidas no período do outono, especificamente no mês de abril.

Quanto à salinidade da superfície do mar, as campanhas efetuadas apresentaram o valor mediano de 36,1 ups, um mínimo de 35,0 ups (mês de julho) e um valor máximo de 38,1 ups (mês de novembro), indicando assim, que no verão a concentração de salinidade da superfície é mais elevada.

Relativamente às massas d'água, foram identificadas: a Água Tropical Superficial (AT), caracterizada por valores de $\sigma_t < 24,500$, a Água Central do Atlântico Sul (ACAS), caracterizada por valores $24,500 < \sigma_t < 27,125$ e, em grandes profundidades, encontra-se a Água Intermediária Antártica (AIA), limitada pelo intervalo de $27,125 < \sigma_t < 27,450$.

A costa norte da região NEB apresenta um regime de correntes controlado por três agentes principais: a circulação de larga-escala do Oceano Atlântico Sul,

através do fluxo unidirecional da Corrente Norte do Brasil (CNB), o ciclo de marés, gerado nos oceanos pelas forças gravitacionais astronômicas e, a ação dos ventos locais, o atrito na interface oceano-atmosfera, as características do substrato marinho e da geometria da linha de costa que, interagindo, produzem a chamada corrente de deriva litorânea.

No que se refere ao regime de ondas, foi possível observar que existem dois compartimentos sazonais bem definidos ao longo do ano. Entre os meses de dezembro a março, que coincide sazonalmente com o verão e início do outono no Hemisfério Sul, são observadas as maiores alturas significativas das ondas no litoral setentrional (0,5 m a 2,05 m) e as menores alturas (0,1 m a 0,5 m), são observadas entre os meses de junho a setembro, que caracteriza o período do inverno e início da primavera neste litoral. Quanto ao regime das marés, observa-se que, a cada ciclo de 24 horas, ocorrem duas marés altas ou preamares e duas marés baixas ou baixa-mares, caracterizando uma maré do tipo semidiurna com desigualdade diária e amplitude da ordem de 2,84 m.

Do ponto de vista geológico, é importante referir que o Campo de Ubarana se situa na plataforma continental do Estado do Rio Grande do Norte (RN), na Baía Potiguar, extremo leste da Margem Equatorial Brasileira, em lâmina d'água de 12 a 17 m. A plataforma continental, que representa a porção imersa da Baía Potiguar, é caracterizada como uma plataforma mista apresentando a transição de um sistema predominantemente siliciclástico na plataforma interna, carbonato-siliciclásticos na plataforma média, para predominantemente carbonáticos na plataforma externa.

A Baía Potiguar faz parte do Sistema de Riftes Cretáceos do Nordeste Brasileiro, cuja formação relaciona-se ao processo de estiramento crustal que resultou no rompimento do Supercontinente Gondwana, a partir do Mesozoico, e que culminou com a separação das placas Sul-Americana e Africana e consequente desenvolvimento do Oceano Atlântico.

A porção emersa do Rifte Potiguar alonga-se segundo uma calha de direção geral ENE-WSW e é limitado a leste e a oeste pelos sistemas de falhas de Carnaubais e de Areia Branca, respectivamente. A borda sul-sudoeste da baía é limitada pela Falha de Apodi, que demarca o graben de mesmo nome. Os limites ao norte e nordeste encontram-se em águas profundas. Portanto, tal estruturação geral compreende as seguintes unidades tectônicas básicas: os sistemas escalonados de horsts e grabens, orientados segundo o trend estrutural NE-SW, e a plataforma do embasamento.

A porção emersa da Baía Potiguar representa cerca de 45 % (21.500 km²) de sua área total, enquanto que a submersa compõe os demais 55 % (26.500 km²), considerando-se como limite submerso a isóbata de 2.000 m. Esta porção submersa é constituída por grabens assimétricos, com eixos orientados segundo a direção geral WNW-ESE, e basculados no sentido sul.

O Campo de Ubarana diferencia-se em dois contextos geológicos distintos: o bloco leste (principal), onde se localiza o projeto, e o bloco oeste. O bloco leste pode ser definido como um homoclinal com mergulho suave para noroeste e limitado na porção oeste por falhamentos de direções gerais NE e NW. No bloco oeste, o estilo estrutural altera-se para uma série de blocos delimitados por falhas de caráter transcorrente, correspondentes à fase rifte, reativadas a partir do Mesocampaniano.

Em relação à estratigrafia específica da região do Campo de Ubarana, as formações abaixo foram identificadas: Formação Tibau/Guamaré (entre as cotas de -30 e -900 m); Formação Ubarana (entre as cotas de -650 a -1750 m e -1800 a -2820 m); Formação Jandaíra (entre as cotas de -1706 e -1771 m); Formação Macau (entre as cotas de -532 e -2200 m) Formação Quebradas (entre as cotas de -1771 e -2930 m); Formação Açú (entre as cotas de -2007 e -2095 m); Formação Alagamar (entre as cotas de -2095 e -3200 m); Formação Pescada (entre as cotas de -2750 e -4500 m); Formação Pendência (entre as cotas de -2447 e -3285 m).

Em termos de classificação da orla marítima, em função das principais características geomorfológicas, a área se encontra na região classificada como litoral nordeste. Esse litoral se estende desde as proximidades da Baía de São Marcos (MA) até a Baía de Todos os Santos (BA). Esta imensa extensão de linha de costa pode ser ainda dividida em dois grandes macro-compartimentos: a Costa Semiárida, a noroeste do Cabo Calcanhar e a Costa Nordeste Oriental, também chamada de Costa dos Tabuleiros. Toda a região é caracterizada por uma acentuada instabilidade morfológica ocasionada pela intensa ação de processos costeiros que, ao longo do Holoceno, modelaram e continuam modelando a costa.

No aspecto geomorfológico, o litoral setentrional está incluído na Região Nordeste ou Litoral das Barreiras de Silveira, definida pela presença acentuada dos depósitos sedimentares da Formação Barreiras, que descrevem uma superfície plana (o Tabuleiro Costeiro), suavemente inclinada em direção ao oceano. Nas regiões estuarinas como aquelas dos rios Piranhas-Açu e Apodi-Mossoró, foram identificados dois grandes domínios geomorfológicos comuns: (i) o Domínio Interior e

(ii) o Domínio Estuarino-Litorâneo. A região interior ocupada pela Formação das barreiras constitui um domínio geomorfológico de distribuição contínua ao longo da costa, marcada por relevo tabular de baixa inclinação para o litoral, cotas baixas e dissecadas pelos vales fluviais. Na zona entre os tabuleiros e a faixa litorânea, a confluência anastomosada do sistema de drenagem favorece o desenvolvimento da extensa planície de inundação flúvio-estuarina formada por depósitos arenosos. Portanto, a análise dos aspectos geológico e geomorfológico permite a compartimentação da paisagem costeira e estuarina do litoral setentrional nas seguintes feições: a Superfície de Aplainamento ou Superfície de Tabuleiro Costeiro; as Planícies de Inundação Flúvio-Estuarinas, onde estão os terraços flúvio-marinhos e estuarinos; as Planícies de Maré; os Campos de Dunas; as Planícies de Deflação, marcadas por intensa deflação e depressões com lagoas interdunares; e, as Praias Arenosas (Zonas de Intermaré), onde se desenvolvem os sistemas de ilhas barreiras e barras arenosas.

O ambiente marinho da Baía Potiguar imersa apresenta fisiografia de plataforma continental e talude, limitada pela linha de costa e estendendo-se em direção ao talude, com transição em profundidades entre 40 m e 60 m. A plataforma pode ser dividida em plataforma interna, média e externa, com base na revisão da caracterização geomorfológica e sedimentológica. As principais feições submarinas observadas sobre a plataforma continental são: região de dunas subaquáticas; campo de dunas longitudinais na plataforma interna; os vales incisos do Rio Açú e do Rio Apodi-Mossoró; dunas transversais na plataforma média; arenitos praias e corpo arenoso marinho raso isolado.

Relativamente à qualidade da água marinha, identificou-se que a transparência da coluna d'água é elevada, variando sazonalmente. Observa-se que há uma redução considerável nas coletas do período seco, com transparência da coluna d'água atingindo 5 m de profundidade secchi, enquanto que no período chuvoso, a transparência mostrou-se um pouco abaixo em relação ao período anterior encontrado em 2010, atingindo 3 m de profundidade secchi.

Quanto aos nutrientes e silicato, em ambas as malhas amostrais realizadas, o pH foi sempre alcalino, com valor mediano de 8,22. O pH acompanhou a mesma variação dos valores do oxigênio dissolvido, com valores medianos mais elevados numa das campanhas, sendo que o valor mínimo de 7,77 foi registrado na estação do talude, na profundidade de 200 m, coincidindo com o mínimo de O.D. Para a

malha amostral de caracterização da Baía Potiguar, o estudo dos nutrientes inorgânicos dissolvidos apresentou valores medianos muito baixos, característicos de áreas oceânicas oligotróficas. Com base nos dados obtidos, foi possível também concluir que as características sazonais possuem uma gradual influência nos parâmetros de oxigênio dissolvido na região da plataforma interna.

O material particulado em suspensão (MPS) apresentou uma variação sazonal definida, com concentrações mais elevadas na campanha realizada no mês de novembro, onde se observa também, um nítido gradiente costa-oceano com concentrações de MPS mais elevadas próximas à costa. O valor máximo de MPS registrado na malha amostral de caracterização foi de 20,24 mg.L⁻¹, na área costeira.

Quanto às medidas de clorofila-a, no âmbito geral da caracterização dos valores por área, faixas com largura média de 15 km a partir da linha de costa apresentam valores relativamente mais elevados, com o decréscimo para as áreas oceânicas mais profundas. Nas concentrações de clorofila-a das campanhas de outubro (durante o período seco) e maio (período chuvoso), os valores são sempre maiores na região da zona da plataforma interna, onde encontra-se localizado a área do projeto piloto para geração eólica offshore. Já os valores máximos, da ordem de 6,5 mg.m⁻³, ocorrem nas imediações das desembocaduras dos estuários dos rios Açu e Apodi.

VI.2.2 - Meio Biótico

A caracterização do meio biótico na área de estudo (Baía de Potiguar) onde se localizará o projeto, indica uma área de águas costeiras tropicais oligotróficas. Em geral, esta área caracteriza-se por águas pobres em nutrientes que sustentam a produtividade primária de uma comunidade fitoplanctônica e fitobentônica muito variada. Embora esta região como um todo seja considerada extremamente oligotrófica, a grande diversidade de processos que influenciam a produtividade pelágica, resultante da integração das condições do meio abiótico e biótico, tais como a temperatura da água, o aporte vertical de nutrientes, a fixação de nitrogênio por cianofíceas, a ressuspensão de sedimentos e o fluxo estuarino-costeiro, promovem o desenvolvimento de uma grande biodiversidade das comunidades pelágicas de fito e zooplâncton. Estas condições favorecem também o uso desta zona, por uma grande variedade de espécies adultas de peixes, como área de desova. Em conjunto com as correntes marítimas que transportam grande quantidade de larvas de

peixes para a plataforma continental da baía, esta área concentra uma grande diversidade específica de ovos e larvas de peixes.

A Baía de Potiguar é, portanto, descrita como uma importante zona de reprodução e desenvolvimento de peixes, que abastecem as pescarias desta região. Os resultados dos estudos de monitoramento analisados indicam que as comunidades pelágicas parecem estar em equilíbrio com o meio ambiente marinho uma vez que as suas características indicam a presença e abundância de espécies típicas de zonas tropicais semelhantes às da área de estudo.

No que diz respeito ao ambiente bentônico, verifica-se igualmente a presença de um elevado número de espécies que ultrapassa mesmo o número de espécies registradas em trabalhos efetuados anteriormente para áreas adjacentes, reforçando a riqueza desta região não só em termos de biodiversidade, mas também em termos de densidade e abundância do número de indivíduos. As espécies que compõem o grupo do macrobentos incluem um elevado número de espécies endêmicas do Brasil, espécies raras e ameaçadas de extinção, espécies de interesse econômico e ainda outras que fazem parte de um extenso número de espécies que foram pela primeira vez referenciadas na costa brasileira. Salienta-se também o efeito moderado da entrada de nutrientes provenientes dos emissários submarinos instalados na área de estudo para descarte de água do polo industrial de Guararé. Ainda que em concentrações reduzidas, verifica-se que esta entrada de nutrientes provoca localmente a redução da biodiversidade e o aumento significativo da densidade, reações típicas de um meio tendencialmente influenciado por carga orgânica, que se faz notar particularmente perto do emissário I (evidenciado pela diminuição do índice Crustacea/ Annelida).

No caso dos recifes, foram identificadas três formações de recifes de algas calcárias: Urca do Minhoto (Guararé), Banco das Agulhas (Guararé) e Urca do Tubarão (Macau). Existem também fundos carbonáticos inorgânicos, conhecidos com arenito de praia ou rocha praial (*beachrocks*), mapeados a norte da localização do projeto onde o desenvolvimento de recifes é propício.

A elevada variedade de espécies de peixes teleósteos tem origem na grande diversidade de habitats (fundo de areia, lama ou cascalho, bem como a presença de manguezais na zona costeira) que estabelecem o desenvolvimento de diferentes espécies. Por outro lado, a Corrente Norte do Brasil é também responsável pelo transporte, para a plataforma continental, de larvas mesopelágicas da família Myc-

tophidae, que servem de alimento a espécies maiores de peixes e cetáceos. Destaca-se a presença de espécies de peixes teleósteos com estatuto de conservação classificado na categoria de “Críticamente em perigo”, como o mero e a piraroba; na categoria de “Em perigo”, a garoupa-de-trindade e o pargo; e na categoria de “Vulnerável”, espécies como a cioba e a caranha.

Ocorrem de igual modo, várias espécies de peixes cartilaginosos (ou elasmobrânquios) tais como os tubarões e as raias, organismos extremamente sensíveis a campos elétricos, habilidade que usam para caçar. Na costa nordeste brasileira, ocorrem 21 espécies de raias e 45 de tubarões destacando-se a ocorrência de cinco espécies ameaçadas e classificadas na categoria de “Em perigo” e “Críticamente em perigo” de extinção.

Destaca-se também a presença de comunidades e espécies com estatuto de conservação desfavorável como os mamíferos marinhos, as tartarugas e as comunidades dos recifes de coral que se estendem desde a área de estudo para sul até ao estado da Baía (Arquipélagos de Abrolhos). Algumas das espécies de mamíferos marinhos com estatuto de conservação particularmente ameaçado (“Em Perigo”) ocorrem exclusivamente nas costas da América do Sul, incluindo a costa nordeste brasileira, o que torna estas espécies particularmente vulneráveis às interferências em seus habitats. As tartarugas encontram nas costas brasileiras condições ideais para a desova e têm por isso sido alvo de vários estudos de monitoramento, alguns deles desenvolvidos pela Petrobras, tendo em vista a sua conservação.

A avifauna da zona de estudo pode ser agrupada em espécies residentes e espécies migratórias. A grande maioria das aves residentes distribui-se essencialmente pelos estuários e praias localizadas na linha de costa, havendo pouca informação sobre os seus períodos de nidificação. Neste grupo, apenas é identificada como vulnerável uma espécie (trinta-reis-róseo). A lista de espécies migratórias é constituída por um número mais elevado de espécies, sendo a rota Atlântica (ao longo de toda a costa Brasileira do Amapá até ao Rio Grande do Sul) a mais próxima da área de estudo. Neste grupo, incluem-se várias espécies setentrionais e limícolas que permanecem no Brasil de setembro a maio e dependem de habitats importantes para descanso, muda de penas e alimentação, incluindo a reposição de energia gasta na migração e preparação para os voos de retorno (algumas delas para o Ártico). No estado do Rio Grande do Norte estão identificados dois locais importantes para as aves migratórias: a salina Diamante Branco (localizada em Galinhos) e

uma área mais extensa denominada de complexo litoral da baía Potiguar. Salientam-se quatro espécies que estão ameaçadas de extinção: na categoria “Em Perigo”, o maçarico-rasteirinho (*Calidris pusilla*) e o maçarico-solitário (*Tringa solitaria*); e na categoria “ criticamente Em Perigo”, o maçarico-de-costas-brancas (*Limnodromus griseus*) e o maçarico-de-papo-vermelho (*Calibris canutus*).

VI.2.3 - Meio Socioeconômico

A atividade pesqueira é importante na região, mas devido ao distanciamento do projeto à costa, salienta-se que tal potencial se restringe às embarcações com maior autonomia para viagens como, por exemplo, barcos do tipo bote ou barcos com propulsão a motor, encontradas em números consideráveis nos municípios de Caiçara do Norte e Macau.

Desde 1993, Caiçara do Norte se mantém entre os cinco maiores municípios na produção pesqueira do Rio Grande do Norte. Seu litoral é considerado a área de maior produção pesqueira artesanal do Estado e a produção pesqueira neste município é uma consequência da elevada diversidade ambiental da região. Quase toda a extensão da praia é ocupada por barcos que ali fazem porto, não havendo estruturas específicas para realização de desembarques.

Neste município, os pescadores são, em sua totalidade, de sexo masculino. A figura da mulher não atua na pesca em si, podendo apenas ter envolvimento na limpeza ou beneficiamento do pescado, o que não foi observado na realidade em campo.

No município de Macau, a atividade pesqueira é desenvolvida por diferentes gerações e boa parte dos pescadores tem a atividade como única fonte de renda. Grande parte dos pescadores possui o ensino fundamental.

Neste município é onde há mais pescadores que negociam sua produção diretamente com o atravessador, que leva o pescado para fora do município, ou com o público final.

Em Caiçara do Norte e em Macau nem todos os pescadores são proprietários das embarcações em que operam, havendo um número maior de pessoas que se revezam nas pescarias. No primeiro município referido, há apenas uma entidade de representação da pesca e, no segundo, há seis destas entidades. Em Macau, há ainda representação local do Movimento de Pescadores e Pescadoras Artesanais (MPP) e do Conselho Pastoral dos Pescadores (CPP).

Quanto à idade dos pescadores, é possível observar, em ambos os municípios, a presença de adultos e idosos na atividade, o que pode resultar do melhor nível de escolaridade dos jovens e da conseqüente busca por empregos em outras áreas ou até mesmo fora da comunidade.

Nos outros municípios da área de estudo, a pesca artesanal ocorre principalmente em ambientes estuarinos (PETROBRAS, 2010). Neste caso, o conflito pelo uso do ambiente aquático configura-se apenas pela possível coincidência com as embarcações que irão prestar apoio ao empreendimento. Leva-se em conta também que a infraestrutura da PETROBRAS já existente em Guamaré (Pier e Base terrestre) irá servir como apoio em potencial às operações relacionadas ao empreendimento.

Em termos sociais e econômicos, a área possui produção de petróleo consolidada há décadas através da existência de plataformas fixas, árvores de natal molhadas e dutos submarinos.

Não há registro de atividade de turismo e/ou lazer identificadas na região proposta para instalação da Planta Piloto.

VI.2.4 - Condições Ambientais Futuras Sem e Com o Empreendimento

Dada a pequena escala do empreendimento em análise (apenas um aerogerador, uma torre anemométrica e 800 metros de cabo submarino) considera-se que os impactos ambientais, positivos e negativos, da Planta Piloto de Geração Eólica Offshore contribuem de forma muito reduzida para alterações relevantes e de larga escala, tanto a nível temporal como espacial, nos meios físico e biótico.

Por outro lado, e considerando que o local onde será instalado o empreendimento corresponde a uma área já em uso para exploração petrolífera, as alterações a nível local que poderão ser provocadas pelo aerogerador, pela torre anemométrica e pelo cabo submarino serão pouco relevantes frente aos aspectos ambientais relacionados à exploração petrolífera, podendo haver até sinergias entre as duas atividades, reduzindo-se assim os impactos cumulativos em relação ao cenário de ambas as atividades existirem em separado durante a fase de operação.

Um exemplo de sinergia com a atividade petrolífera preexistente, de forma a reduzir os impactos cumulativos, foi o critério definido para a escolha da alternativa locacional. O lançamento do cabo submarino buscou-se uma direção na qual já

houvesse encaminhamento de dutos, respeitando-se uma distância segura destes e fora das formações carbonáticas.

Seguindo esta conclusão de que os fatores físicos são os mais determinantes nas condições de base dos processos ambientais da região, e que nesse contexto as formações carbonáticas tem especial importância do ponto de vista da sensibilidade ambiental, a adoção do critério mencionado no parágrafo acima previne impactos geoambientais advindos do empreendimento. A Figura VI.2.4-1 demonstra a localização pretendida para os elementos do projeto em relação às formações carbonáticas.

Deste modo, considera-se que a nível dos meios físico e biótico as condições ambientais futuras relativas às situações de “sem” e “com” o empreendimento são muito semelhantes entre si e dependentes da evolução natural das condições ambientais.

O mesmo não se poderá dizer em relação aos fatores socioeconômicos, visto o efeito demonstrativo que este empreendimento poderá ter, numa futura opção nacional pela produção de energias renováveis marinhas, seja no âmbito da exploração petrolífera offshore seja como alternativa de produção de eletricidade a nível nacional. E isto pode traduzir-se no desenvolvimento da indústria e na criação de empresas do setor, bem como de outras relacionadas com a cadeia de valor. Este projeto poderá ainda demonstrar a sinergia existente na associação do setor das energias renováveis marinhas à exploração de petróleo, através da otimização da utilização do espaço marítimo e da redução das emissões de gases do efeito de estufa provenientes da operação das plataformas petrolíferas, reduzindo-se assim os impactos cumulativos das duas atividades.

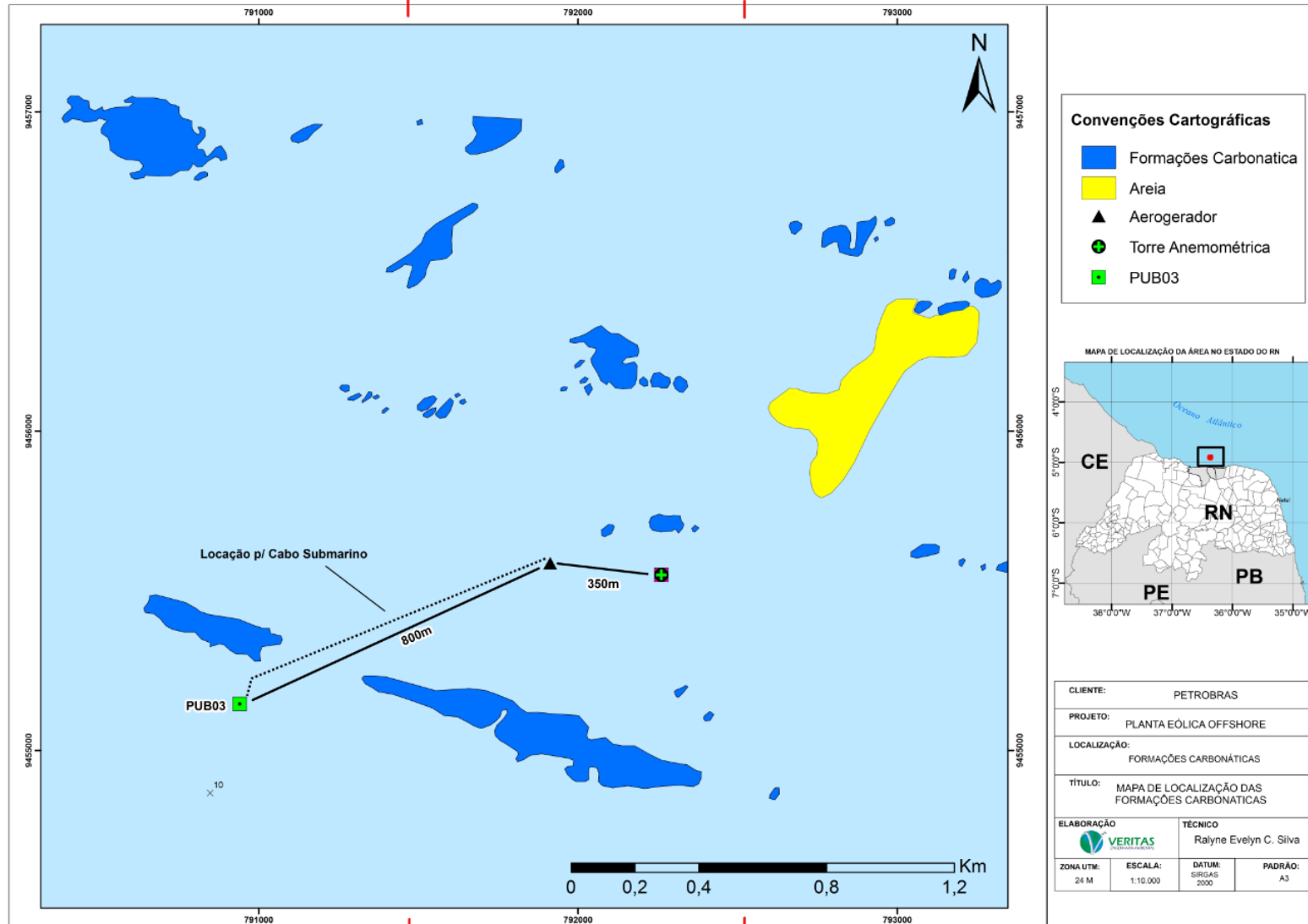


Figura VI.2.4-1 - Mapa de Localização das Formações Carbonáticas.

Ainda em relação aos fatores socioeconômicos, não são esperadas interferências significativas do empreendimento sobre a atividade pesqueira, em função da distância de sua localização pretendida em relação à costa, das características da maioria das embarcações na área de estudo e das áreas de exclusão da navegação que estão sendo consideradas para a instalação e operação do empreendimento.

Em síntese, não havendo diferenças relevantes entre as opções com e sem empreendimento para as condições ambientais futuras relativas aos meios físico e biótico, verifica-se que a opção pela instalação do empreendimento poderá criar uma situação futura bastante benéfica a nível local, regional e mesmo nacional relacionada com o contexto socioeconômico.

VII - IDENTIFICAÇÃO E AVALIAÇÃO DE RISCOS E IMPACTOS AMBIENTAIS

VII.1 - Introdução

Neste capítulo, foram identificados e avaliados os impactos ambientais decorrentes da instalação, operação e desativação da Planta Piloto de Geração Eólica Offshore. Em seguida, foram identificados os principais riscos ambientais associados à implantação do projeto.

O Artigo 1.º da Resolução nº 001/86 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), define Impacto Ambiental como:

“(...) qualquer alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente, causada por qualquer forma de matéria ou energia resultante das atividades humanas que, direta ou indiretamente, afetam:

I- a saúde, a segurança e o bem-estar da população;

II- as atividades sociais e econômicas;

III- a biota;

IV- as condições estéticas e sanitárias do meio ambiente;

V- a qualidade dos recursos ambientais. ”

A identificação dos impactos e dos riscos ambientais baseia-se na identificação de relações causa-efeito, sendo as causas os aspectos ambientais do projeto (Sánchez, 2013). Portanto, a elaboração deste capítulo considerou para o estabelecimento da relação entre os aspectos e impactos e a sua posterior avaliação, as informações constantes no capítulo anterior (VI - Análise Integrada e Síntese da Qualidade Ambiental) e os conhecimentos sobre impactos de projetos similares, associados à experiência acumulada pelos profissionais envolvidos na elaboração deste estudo.

Para além da introdução, o presente capítulo divide-se em duas seções: VII.2 – Impactos Ambientais e VII.3 – Impactos potenciais. A seção VII.2 é dedicada à identificação e avaliação dos impactos ambientais, que estão classificados em reais, quando referentes às atividades previstas para a instalação, operação e desativação do empreendimento, e potenciais, quando associados a situações aciden-

tais. Estes impactos potenciais, predominantemente associados ao uso de embarcações nas fases de instalação e desativação, serviram de base para a identificação dos riscos ambientais.

VII.2 - Impactos Ambientais

VII.2.1 - Metodologia

Nesta seção, procede-se à apresentação das metodologias adotadas para as seguintes atividades:

- (i) Identificação e associação dos aspectos, impactos e fatores ambientais relevantes, nas fases de instalação, operação e desativação do projeto;
- (ii) Descrição detalhada dos impactos ambientais sobre cada fator relevante;
- (iii) Classificação dos impactos ambientais que foram identificados e descritos;
- (iv) Análise sumária dos impactos ambientais cumulativos e sinérgicos;
- (v) Síntese conclusiva.

Identificação dos impactos ambientais

A etapa de identificação dos impactos baseou-se no estabelecimento da relação causa-efeito entre os aspectos ambientais associados às atividades do projeto (de acordo com os dados do empreendimento apresentados no capítulo III), durante as fases de instalação, operação e desativação, e os respectivos impactos sobre fatores ambientais relevantes. O levantamento destes fatores baseou-se no diagnóstico ambiental e na análise integrada e síntese da qualidade ambiental (capítulos V e VI) e estão apresentados na Tabela VII.2.1-1.

Além das informações supracitadas, a etapa de identificação também considerou os impactos ambientais de outros empreendimentos já instalados na área de estudo e de empreendimentos similares noutros países. Em particular, foi utilizada uma revisão dos impactos ambientais de projetos de energias renováveis marinhas a nível mundial, preparada pelo *Pacific Northwest National Laboratory* para o De-

partamento de Energia dos Estados Unidos, no âmbito da Iniciativa para os Sistemas de Energia Oceânica (OES) da Agência Internacional de Energia (Copping et al. 2016).

Tabela VII.2.1-1 - Fatores ambientais relevantes.

MEIOS	FATORES
Físico	Água
	Sedimento
	Zonas de Transição (Praias e Manguezais)
	Recifes
Biótico	Plânctons
	Bentos
	Néctons (Ictiofauna, Quelônios e Mamíferos marinhos)
	Avifauna
Socioeconômico	Atividade pesqueira
	Comércio e serviços

Para facilitar a elaboração e apreciação deste capítulo, os impactos ambientais foram numerados durante as etapas de identificação, cujos resultados estão apresentados nos subitens VII.2.2.1 (impactos reais) e VII.2.3.1 (impactos potenciais).

Descrição dos impactos ambientais

Após a etapa de identificação, os impactos ambientais foram avaliados a partir da sua relação de causa com os aspectos geradores e dos seus efeitos potenciais ou reais sobre os fatores ambientais relevantes. Esta avaliação considerou os seguintes atributos, detalhados na Tabela VII.2.1-2: Natureza, Incidência, Escala, Reversibilidade, Duração, Temporalidade, Magnitude e Importância.

Tabela VII.2.1-2 – Atributos para a avaliação dos impactos ambientais.

ATRIBUTOS	PARÂMETROS DE AVALIAÇÃO
Natureza Capacidade do impacto de trazer benefícios ou prejuízos à qualidade de um fator ambiental.	Positivo (POS): quando a alteração se constitui num ganho para a qualidade ambiental. Negativo (NEG): quando a alteração se constitui numa perda para a qualidade ambiental.

ATRIBUTOS	PARÂMETROS DE AVALIAÇÃO
Incidência Relação de causalidade entre a fonte geradora e o impacto.	Direta (DIR): é consequência direta das ações e/ou atividades realizadas pelo empreendimento. Indireta (IND): decorre de um impacto direto.
Escala Alcance espacial dos efeitos de um determinado impacto.	Local (LOC): quando os efeitos ocorrem apenas na Área Diretamente Afetada (ADA) e/ou em suas imediações. Regional (REG): quando os efeitos ocorrem além da Área Diretamente Afetada (ADA) e/ou em suas imediações. Estratégico (EST): quando os efeitos ocorrem a nível nacional.
Reversibilidade Capacidade do impacto de afetar um determinado fator ambiental de modo que o mesmo possa ou não retornar às suas condições originais.	Reversível (REV): impacto para o qual o fator ambiental afetado, assim que cessada a sua ação, retorna às suas condições originais, com ou sem a adoção de medidas de controle. Irreversível (IRR): impacto para o qual o fator ambiental afetado, uma vez cessada a ação, não retorna às suas condições originais.
Duração Dimensão temporal de ocorrência do impacto.	Permanente (PER): quando os efeitos do impacto não cessam de se manifestar, ao longo da vida útil do empreendimento. Temporário (TEM): quando os efeitos ocorrem apenas em períodos de tempo limitados, ao longo da vida útil do empreendimento. Cíclicos (CIC): quando os efeitos ocorrem de forma intermitente, em geral periódica, ao longo da vida útil do empreendimento.
Temporalidade Período de tempo decorrido desde a ação causadora até a ocorrência do impacto.	Imediato (IME): quando o impacto se dá no instante da ação causadora. Médio Prazo (MP): quando o efeito se manifesta após a ação causadora, da ordem de meses. Longo Prazo (LP): quando o efeito se manifesta após longo tempo da ação causadora, da ordem de anos.
Magnitude Grau de incidência de um impacto sobre o fator ambiental. A	Reduzida (RED): reduzida transformação da situação preexistente do fator ambiental impactado. Média (MED): média transformação da situação preexistente do fator ambiental impactado.

ATRIBUTOS	PARÂMETROS DE AVALIAÇÃO
magnitude está relacionada à dimensão e extensão espacial/temporal do impacto.	Elevada (ELE): elevada transformação da situação preexistente do fator ambiental impactado.
Importância Avaliação final, associada à duração, escala e magnitude do impacto.	Baixa (BAI): quando o efeito sobre o fator ambiental afetado é avaliado como baixo. Moderada (MOD): quando o efeito sobre o fator ambiental afetado é avaliado como moderado. Grande (GRA): quando o efeito sobre o fator ambiental afetado é avaliado como grande.

Para a avaliação da importância dos impactos, foram associados os atributos Duração, Escala e Magnitude; uma adaptação de critério já sugerido por Sánchez (2008). A Tabela VII.2.1-3 apresenta as possíveis associações entre Duração, Escala e Magnitude, e os respectivos graus de importância dos impactos.

Tabela VII.2.1-3 – Avaliação da importância dos impactos reais.

DURAÇÃO	ESCALA	MAGNITUDE	IMPORTÂNCIA
Temporário	Local	Reduzida, Média ou Elevada	Baixa
	Regional	Reduzida	
	Estratégico		
Cíclico	Local	Reduzida ou Média	
	Regional	Reduzida	
Permanente	Local		
Temporário	Regional	Média	Moderada
	Estratégico		
Cíclico	Local	Elevada	
	Regional	Média	
	Estratégico	Reduzida	
Permanente	Local	Média	
	Regional	Reduzida	
Temporário	Regional	Elevada	Grande
	Estratégico		
Cíclico	Regional	Média ou Alta	
	Estratégico		
Permanente	Local	Alta	
	Regional	Média ou Alta	
	Estratégico	Reduzida, Média ou Elevada	

Seguindo a numeração dos impactos ambientais estabelecida nas etapas de identificação, a descrição dos impactos está apresentada nos subitens VII.2.2.2 (impactos reais) e VII.2.3.2 (impactos potenciais). Junto à descrição dos impactos ambientais, são propostas medidas destinadas ao seu equacionamento (ações preventivas e/ou mitigatórias).

Classificação dos impactos ambientais

Após a descrição dos impactos ambientais, as classificações dadas a cada impacto foram apresentadas nas Matrizes de Impactos, considerando os atributos e critérios apresentados neste item, e seguindo a numeração dos impactos estabelecida nas etapas de identificação. Por fim, foram associadas propostas de medidas mitigadoras, que serão detalhadas no capítulo VIII.

As Matrizes de Impactos estão apresentadas nos subitens VII.2.2.3 (impactos reais) e VII.2.3.3 (impactos potenciais).

Análise sumária dos impactos ambientais cumulativos e sinérgicos

De acordo com a definição do *Council on Environmental Quality* dos Estados Unidos (1987), retomada no Guia da Comissão Europeia (Hyder, 2001), impactos cumulativos são os impactos no ambiente que resultam dos impactos incrementais do projeto quando adicionados a outros projetos, passados, presentes ou previsíveis num futuro razoável, independentemente de quem os promove. Ou seja, o centro da análise deixa de ser o projeto que implica potenciais impactos em determinados recursos, para passar a ser o recurso (ou recursos) no qual os potenciais impactos do projeto podem provocar algum efeito.

Os impactos sinérgicos são aqueles que têm a capacidade de potencializar outros, não necessariamente relacionados com o mesmo empreendimento ou atividade.

Tomando como base as definições acima, o item VII.2.4 apresenta uma análise sumária de potenciais efeitos cumulativos e sinérgicos dos impactos ambientais da Planta Piloto de Geração Eólica Offshore, considerando as características do empreendimento apresentadas nesse estudo.

Síntese Conclusiva

A seção VII.2.5 é apresentada uma síntese qualitativa e quantitativa dos impactos ambientais avaliados e são definidos os limites geográficos das Áreas de Influência Direta e Indireta (AID e AI) do empreendimento.

VII.2.2 - Impactos Reais

VII.2.2.1 - Identificação dos impactos reais

Através do estabelecimento de relações causa-efeito, baseadas na metodologia apresentada no item VII.2.1, foram identificados e numerados na Tabela VII.2.2.1-1 os impactos ambientais reais das fases de instalação, operação e desativação do projeto.

Tabela VII.2.2.1-1 - Adaptação da Matriz de Leopold para a identificação dos impactos reais.

FASE	ASPECTOS AMBIENTAIS	FATORES AMBIENTAIS	IMPACTOS AMBIENTAIS	Nº
INSTALAÇÃO	Perfuração do fundo marinho com estacas para fixação das subestruturas	Sedimento	Alteração morfológica do fundo marinho	01
		Bentos	Interferência na comunidade bentônica	02
		Água	Alteração das características físico-químicas da água	03
	Geração de ruído subaquático devido à perfuração do fundo marinho	Néctons	Interferência na ictiofauna e em mamíferos marinhos	04
	Sustentação do navio <i>heavy-lift</i> e ancoragem das embarcações	Sedimento	Alteração na qualidade do sedimento	05
		Bentos	Interferência na comunidade bentônica	06
	Assentamento do cabo submarino	Sedimento	Alteração da qualidade do sedimento	07
		Bentos	Interferência na comunidade bentônica	08

	Geração de ruído subaquático devido ao fluxo de embarcações	Néctons	Interferência na ictiofauna e em mamíferos marinhos	09
	Geração de efluentes e resíduos pelas embarcações	Água	Alteração das características físico-químicas da água	10
		Plânctons	Interferência na comunidade planctônica	11
	Zona de exclusão de pesca	Atividade pesqueira	Interferência sobre atividade pesqueira	12
	Demanda por produtos e serviços	Comércio e serviços	Incremento nas atividades de comércio e serviço	13
OPERAÇÃO	Geração de ruído subaquático pelo aerogerador	Néctons	Interferência na ictiofauna e em mamíferos marinhos	14
	Presença do cabo submarino no leito marinho	Bentos	Interferência na comunidade bentônica	15
	Presença das subestruturas submersas do aerogerador e da torre anemométrica	Bentos	Interferência na comunidade bentônica	16
		Néctons	Interferência na ictiofauna, quelônios e em mamíferos marinhos	17
		Avifauna	Interferência na avifauna	18
	Movimento das pás do aerogerador	Avifauna	Interferência na avifauna	19
	Zona de exclusão de pesca	Atividade pesqueira	Interferência sobre atividade pesqueira	20
DESATIVACÃO	Corte e remoção das subestruturas	Sedimento	Alteração morfológica do fundo marinho	21
		Bentos	Interferência na comunidade bentônica	22
		Água	Alteração das características físico-químicas da água	23
	Geração de ruído subaquático durante a operação de corte e remoção das subestruturas	Néctons	Interferência na ictiofauna e em mamíferos marinhos	24

Sustentação do navio <i>heavy-lift</i> e ancoragem das embarcações	Sedimento	Alteração na qualidade do sedimento	25
	Bentos	Interferência na comunidade bentônica	26
Remoção do cabo submarino	Sedimento	Alteração da qualidade do sedimento	27
	Bentos	Interferência na comunidade bentônica	28
Geração de ruído subaquático devido ao fluxo de embarcações	Néctons	Interferência na ictiofauna e em mamíferos marinhos	29
Geração de efluentes e resíduos pelas embarcações	Água	Alteração das características físico-químicas da água	30
	Plânctons	Interferência na comunidade planctônica	31
Zona de exclusão de pesca	Atividade pesqueira	Interferência sobre atividade pesqueira	32
Demanda por produtos e serviços	Comércio e serviços	Incremento no comércio e serviços	33

VII.2.2.2 - Descrição dos impactos reais

Procede-se neste item à descrição dos impactos ambientais reais identificados na Tabela VII.2.2.1-1, separados por aspecto ambiental e fase do empreendimento correspondentes.

A) Instalação

Aspecto Ambiental: Perfuração do fundo marinho com estacas para fixação das subestruturas

Impacto 01 - Alteração morfológica do fundo marinho

A fixação das subestruturas no fundo marinho alterará as características morfológicas do sedimento, uma vez que as doze estacas da subestrutura do aerogerador e as 4 estacas da subestrutura da torre anemométrica atravessarão o sedimento em 51 metros (após perfuração do mesmo com a perfuratriz), atravessando a camada de rocha calcária abaixo da superfície arenosa. Em menor escala, mas as quatro luvas (de aproximadamente 40 m² cada) e os quatro tubos metálicos

que conectam essas luvas (total de aproximadamente 50 m²) de cada jaqueta, permanecerão em contato com o sedimento após a perfuração das estacas.

Deste modo, o impacto foi classificado como negativo e de forma de incidência direta; escala local, por se limitar aos pontos de fixação das estacas; irreversível, porque as dezesseis estacas de trinta polegadas alterarão a estrutura da rocha calcária, e duração permanente. O impacto terá efeito imediato, a partir do contato das subestruturas com o sedimento e magnitude reduzida, por se limitar ao local de fixação destas. Portanto, o impacto foi avaliado como de baixa importância.

Como medida preventiva, será realizada uma campanha de inspeção do leito marinho (*pre lay survey*) em etapa anterior à fixação das subestruturas, visando garantir a não interferência em formações naturais sensíveis.

Como medida mitigatória, deve-se aplicar procedimentos operacionais com o objetivo de limitar, ao mínimo indispensável, a área de impacto no fundo marinho e a duração da atividade.

Impacto 02 - Interferência na comunidade bentônica

A fixação das subestruturas no fundo marinho provocará alteração morfológica do sedimento, acarretando distúrbios sobre a comunidade bentônica, variando desde um simples afugentamento temporário da biota bentônica local até a mortalidade de exemplares que estejam localizados junto aos pontos de contato com o sedimento.

Deste modo, o impacto foi classificado como negativo e de forma de incidência direta; escala local, por se limitar aos pontos de fixação das estacas e suas imediações; irreversível, pois o contato das subestruturas com o sedimento causará a mortalidade de alguns indivíduos e de duração temporária, pois os indivíduos afugentados ocuparão outros habitats nas imediações das subestruturas. Magnitude reduzida, por se limitar ao local de contato das subestruturas e considerando a dominância das espécies que podem ser afetadas (capacidade de ocupar outros habitats nas imediações, sem comprometer o equilíbrio da comunidade bentônica). Portanto, o impacto foi avaliado como de baixa importância.

Como medida preventiva, será realizada uma campanha de inspeção do leito marinho (*pre lay survey*) em etapa anterior à fixação das subestruturas, visando garantir a não interferência em formações naturais sensíveis.

Como medida mitigatória, deve-se aplicar procedimentos operacionais com o objetivo de limitar, ao mínimo indispensável, a área de impacto no fundo marinho e a duração da atividade.

Impacto 03 - Alteração das características físico-químicas da água

A fixação das subestruturas no fundo marinho provocará a ressuspensão do sedimento, que poderá alterar a transparência da coluna d'água. Entretanto, este efeito será extremamente localizado e de curtíssima duração.

Deste modo, o impacto foi classificado como negativo e de forma de incidência direta; escala local, por se limitar às imediações dos pontos de contato das subestruturas com o sedimento; reversível e de duração temporária. Magnitude reduzida, por ter baixa capacidade espacial/temporal de provocar efeitos adversos sobre a fauna bentônica e demersal. Portanto, o impacto foi avaliado como de baixa importância.

Como medida preventiva, será realizada uma campanha de inspeção do leito marinho (*pre lay survey*) em etapa anterior à fixação das subestruturas, visando garantir a não interferência em formações naturais sensíveis.

Como medida mitigatória, deve-se aplicar procedimentos operacionais com o objetivo de limitar, ao mínimo indispensável, a área de impacto no fundo marinho e a duração da atividade.

Aspecto Ambiental: Geração de ruído subaquático devido à perfuração do fundo marinho

Impacto 04 - Interferência na ictiofauna e em mamíferos marinhos

A geração de ruído subaquático será desencadeada pela perfuração do sedimento para fixação das estacas das subestruturas, estando essencialmente relacionada com as vibrações transmitidas pela perfuratriz através do sedimento e coluna d'água adjacentes. As vibrações no sedimento têm uma atenuação de cerca de 90 % nos primeiros 50 m ao redor dos pontos de perfuração, embora a cerca de 150 metros ainda possam ser sentidas (Abdel-Rahman *et al.*, 2005).

Dadas as características de propagação do som na água, este é utilizado por muitas espécies, em particular mamíferos marinhos e peixes, como principal mecanismo de percepção e interação com o meio (Tyack e Miller, 2002; Popper, 2003). Desta forma, os principais efeitos do ruído nos cetáceos, sirênios e peixes

passam pela alteração do comportamento, mascaramento dos sinais emitidos por esses animais e alterações no seu sistema fisiológico. Como exemplo destes efeitos, podem ocorrer perturbações ou mesmo lesões a nível do ouvido interno (Weilgart *et al.*, 2007; Slabbekoorn *et al.*, 2010) e alterações comportamentais no padrão de respiração à superfície, no caso dos mamíferos marinhos (Richardson *et al.*, 1995).

Mamíferos marinhos e peixes podem estar presentes na adjacência da área de instalação do projeto, onde níveis de ruído elevados podem ser experienciados. Por outro lado, considera-se a área de ocupação do projeto pequena, quando comparada com a área de distribuição das espécies na região. Deste modo, o local poderá ser temporariamente evitado por esses animais durante a fase de instalação (quando os ruídos forem percebidos), não se prevendo um impacto irreversível sobre esses animais.

Desta forma, avalia-se este impacto como negativo, de incidência direta e de escala regional, devido a capacidade do ruído de ultrapassar as imediações da área diretamente afetada; reversível e temporário, pois ocorre somente durante a atividade e os efeitos cessam após o fim da mesma (o único efeito esperado é o afastamento temporário de cetáceos, sirênios e ictiofauna das fontes de ruídos); de efeito imediato, o efeito dos ruídos ocorrerão no momento da perfuração do sedimento; e, de forma conservadora, o impacto é avaliado como de magnitude média, considerando a capacidade de alcance dos ruídos e o potencial efeito fisiológico sobre indivíduos ameaçados de extinção (como sirênios e alguns cetáceos), apesar da já mencionada previsão de afastamento desses animais ao perceberem os ruídos. Sendo assim a importância é moderada.

Como medida preventiva, será executado o Programa de Monitoramento Embarcado (PME), incluindo um monitor de biota nas embarcações durante a instalação, devendo a atividade ser interrompida caso seja observada a aproximação de um mamífero marinho.

De forma a melhor entender o padrão de ruídos subaquáticos da instalação de subestruturas de aerogerador, será implementado o monitoramento do ruído subaquático com o uso de hidrofones, durante a execução dessa atividade.

Aspecto Ambiental: Sustentação do navio *heavy-lift* e ancoragem das embarcações

Impacto 05 - Alteração na qualidade do sedimento

Ao longo da fase de instalação, a movimentação do sistema de ancoragem e a sustentação das pernas do navio *heavy-lift* acarretarão revolvimento parcial e localizado do sedimento, nas imediações da área diretamente afetada. Conseqüentemente, a mistura das camadas do sedimento poderá provocar alterações em sua granulometria superficial, devido à perda da fração mais fina, em função da sua ressuspensão na coluna d'água. É importante ressaltar que esta alteração ocorrerá apenas durante a movimentação do sistema de ancoragem e das pernas do navio *heavy-lift*, sendo esperado o breve retorno às condições preexistentes, devido à hidrodinâmica da área.

Por isso, o impacto foi classificado como negativo, de forma de incidência direta, escala local, reversível e imediato. Este impacto foi avaliado com magnitude reduzida, por alterar pequenas porções do substrato móvel e cessar após a paralisação da atividade. Sendo assim a importância é baixa.

Como medida preventiva, será elaborado um plano de ancoragem, após campanha de inspeção do leito marinho (*pre lay survey*), em etapa anterior à instalação.

Impacto 06 - Interferência na comunidade bentônica

Ao longo da fase de instalação, a movimentação do sistema de ancoragem e a sustentação das pernas do navio *heavy-lift* provocarão o revolvimento do sedimento, que poderá ocasionar distúrbios sobre a comunidade bentônica, variando desde um simples afugentamento temporário da biota local até a mortalidade de alguns indivíduos que estejam localizados junto às âncoras e pernas do *heavy-lift*.

O revolvimento do sedimento marinho pode provocar a morte de alguns organismos sésseis por soterramento e/ou asfixia, enquanto os indivíduos vágéis poderão ser afugentados com a aproximação das âncoras e pernas do *heavy-lift*. A alteração da granulometria provocada pelo sistema de ancoragem também poderá afetar o padrão de distribuição dos organismos bentônicos, mesmo que de forma pontual e temporária.

Desta forma, o impacto foi classificado como negativo, de forma de incidência direta e escala local, pois afetará apenas as imediações da área diretamente afetada; imediato e irreversível, pois o contato das âncoras e pernas do *heavy-lift* com o sedimento causará a mortalidade de alguns indivíduos e de duração temporária, porque os indivíduos afugentados ocuparão outros habitats nas imediações

destas estruturas. Como o impacto se restringe a alguns indivíduos sésseis de forma localizada e sem alterar a comunidade bentônica, a magnitude foi considerada como reduzida e a importância baixa.

Como medida preventiva, será elaborado um plano de ancoragem, após campanha de inspeção do leito marinho (*pre lay survey*), em etapa anterior à instalação.

Aspecto Ambiental: Assentamento do cabo submarino

Impacto 07 - Alteração na qualidade do sedimento

O assentamento do cabo submarino acarretará revolvimento parcial e linear no fundo marinho, apenas na faixa onde o cabo será posicionado e em suas imediações. Conforme descrição do impacto 05, a mistura das camadas do sedimento poderá provocar alterações em sua granulometria superficial, devido à perda da fração mais fina, em função da sua ressuspensão na coluna d'água. É importante ressaltar que esta alteração ocorrerá apenas durante o assentamento do cabo, sendo esperado o breve retorno às condições preexistentes, devido à hidrodinâmica da área.

Por isso, o impacto foi classificado como negativo, de forma de incidência direta, escala local, reversível, temporário e imediato. Este impacto foi avaliado com magnitude reduzida, por alterar pequenas porções do substrato móvel e cessar após o assentamento do cabo. Sendo assim a importância é baixa.

Como medida preventiva, será realizada uma campanha de inspeção do leito marinho (*pre lay survey*) em etapa anterior ao lançamento do cabo submarino, visando garantir a não interferência da rota do cabo em formações naturais sensíveis.

Impacto 08 - Interferência na comunidade bentônica

O assentamento do cabo submarino acarretará o revolvimento do sedimento, que poderá ocasionar distúrbios sobre a comunidade bentônica, variando desde um simples afugentamento temporário da biota local até a mortalidade de alguns indivíduos que estejam localizados apenas na faixa onde o cabo será posicionado e em suas imediações.

O revolvimento do sedimento marinho pode provocar a morte de alguns organismos sésseis por soterramento e/ou asfixia, enquanto os indivíduos vágeis poderão ser afugentados. A alteração da granulometria provocada pelo assentamento do cabo também poderá afetar o padrão de distribuição dos organismos bentônicos, mesmo que de forma pontual e temporária.

Desta forma, o impacto foi classificado como negativo, de forma de incidência direta, escala local, irreversível, temporário e imediato. Como o impacto se restringe a alguns indivíduos sésseis de forma localizada e sem alterar a comunidade bentônica, a magnitude foi considerada como reduzida e a importância baixa.

Como medida preventiva, será realizada uma campanha de inspeção do leito marinho (*pre lay survey*) em etapa anterior ao lançamento do cabo submarino, visando garantir a não interferência da rota do cabo em formações naturais sensíveis.

Aspecto Ambiental: Geração de ruído subaquático devido ao fluxo de embarcações

Impacto 09 - Interferência na ictiofauna e em mamíferos marinhos

Ao longo da instalação, quatro embarcações gerarão ruídos a partir do funcionamento dos seus motores. Conforme descrição do impacto 04, sabe-se que os ruídos subaquáticos podem impactar a biota nectônica, especialmente, mamíferos marinhos e algumas espécies da ictiofauna. Estudos sobre as respostas de cetáceos à poluição sonora incluem o afugentamento da fonte de ruído e a alteração de comportamento (Gordon e Moscrop, 1996; Moore e Clarke, 2002; Williams et al., 2002). Entretanto o conhecimento científico atual sobre o efeito do ruído em mamíferos marinhos e seu habitat ainda é insuficiente para compreender a relação entre intensidade, frequência e duração da exposição que pode levar a consequências negativas irreversíveis.

Considerando que a instalação contará com apenas quatro embarcações e durará, no pior cenário, trinta dias, qualquer efeito fisiológico ou de afugentamento da ictiofauna e de mamíferos marinhos em função dos ruídos será reduzido.

Desta forma, este impacto foi classificado como negativo, de incidência direta, escala regional (devido ao alcance dos ruídos superar as imediações da área diretamente afetada), reversível, duração temporária e imediato. A magnitude é reduzida, pois o único efeito esperado é o afastamento temporário de indivíduos da biota nectônica em relação às fontes de ruídos. Sendo assim a importância é baixa.

Como medida preventiva a empresa, executará o programa de monitoramento embarcado (PME), incluindo um monitor de biota nas embarcações durante a instalação.

Aspecto Ambiental: Geração de efluentes e resíduos pelas embarcações

Impacto 10 - Alteração das características físico-químicas da água

Os restos alimentares, efluentes sanitários e águas servidas descartados pontualmente, em decorrência do efetivo a bordo, poderão aumentar a disponibilidade de nutrientes e turbidez da água.

Devido a elevada hidrodinâmica da área em questão, espera-se que ocorra uma rápida dispersão e diluição dos resíduos orgânicos e efluentes lançados. Considerando esta característica, o impacto foi avaliado como negativo, direto, local, reversível, temporário e imediato. Foi avaliado com magnitude reduzida em função da previsão de baixo contingente nas quatro embarcações e em função da previsão de retorno às suas condições originais após interrupção dos lançamentos. Sendo assim a importância é baixa.

Como medida preventiva para esse impacto, deve-se garantir que a empresa contratada para executar a instalação possua em suas embarcações sistema de acondicionamento, tratamento e destinação final dos resíduos orgânicos, dos efluentes sanitários e de águas servidas. É fundamental atender, especialmente, à Convenção MARPOL (73/78), à NORMAM 07, que trata da poluição no mar, à Resolução CONAMA nº 430/2011 e à Norma Técnica IBAMA nº 01/2011.

A empresa elaborará o Programa de Controle da Poluição, conforme detalhado no capítulo VIII, que norteará a gestão de efluentes e resíduos nas embarcações.

Impacto 11 - Interferência na comunidade planctônica

O lançamento de efluentes e restos de alimentos poderá acarretar um aumento pontual na disponibilidade de nutrientes na coluna d'água. O aumento de nutrientes favorece o incremento da produtividade primária, gerando efeitos na cadeia trófica local (Nibakken, 1993) podendo causar distúrbios sobre a comunidade planctônica.

Portanto, este impacto foi classificado como negativo, indireto (por ser consequência da alteração da qualidade da água), local, reversível, temporário e imediato. Foi avaliado com magnitude reduzida em função da previsão de retorno às suas condições originais após o reestabelecimento da qualidade da água. Sendo assim a importância é baixa.

Como medida preventiva para esse impacto, deve-se garantir que a empresa contratada para executar a instalação possua em suas embarcações sistema de acondicionamento, tratamento e destinação final dos resíduos orgânicos, dos efluentes sanitários e de águas servidas. É fundamental atender, especialmente, à Convenção MARPOL (73/78), à NORMAM 07, que trata da poluição no mar, à Resolução CONAMA nº 430/2011 e à Norma Técnica IBAMA nº 01/2011.

A empresa elaborará o Programa de Controle da Poluição, conforme detalhado no capítulo VIII, norteará a gestão de efluentes e resíduos nas embarcações.

Aspecto Ambiental: Zona de exclusão de pesca

Impacto 12 – interferência sobre atividade pesqueira

As atividades que envolvem a instalação da Planta Piloto ocorrerão dentro de uma zona de restrição à pesca de 500 m a partir do aerogerador, conforme proposta no capítulo IV. O estabelecimento desta restrição visa garantir a segurança dos pescadores e a integridade dos elementos do projeto. Esta zona restrita de 500 m será adotada somente durante o período da instalação, que durará, no máximo, trinta dias. Após esse período, será adotada como zona de exclusão da atividade pesqueira aquela correspondente a um raio de 50 m do aerogerador e da torre anemométrica, tornando desprezível a interferência na pesca regional, ainda considerando a distância do projeto em relação à costa.

Portanto, o impacto foi classificado como negativo, direto, local (em função do raio de 500 m corresponder às imediações da área diretamente afetada), reversível, temporário e imediato. Em função da zona de segurança restritiva à pesca representar uma área muito pequena (quando comparada à área em que a pesca oceânica é praticada na região) e da ausência de pescadores dentro desta zona, este impacto foi classificado como de reduzida magnitude. Conforme metodologia adotada nesse estudo, a importância deste impacto é baixa.

Como medida preventiva, todas as operações serão devidamente informadas ao serviço de Aviso aos Navegantes da Marinha do Brasil, de forma que todas

as embarcações não envolvidas nas operações de instalação da Planta Piloto sejam orientadas a não se aproximar da área durante o período em que durar a atividade. Também serão implementadas ações de comunicação antes, durante (caso necessário) e depois da instalação, perante as entidades representativas da classe pesqueira, informando cronograma, justificativa e escopo da atividade. Também será buscada a redução do período de instalação dos elementos do projeto.

As ações de comunicação serão executadas através do Programa de Comunicação Social da UO-RNCE.

Aspecto Ambiental: Demanda por produtos e serviços

Impacto 13 - Incremento no comércio e serviços

A instalação da Planta Piloto poderá provocar um pequeno incremento do comércio e dos serviços de hotelaria e alimentação, uma vez que o número de trabalhadores previsto é reduzido e a duração da atividade é curta. Diante destes fatores, este impacto foi considerado como positivo, indireto, local, reversível, temporário, magnitude reduzida e de importância baixa.

B) Operação

Aspecto Ambiental: Geração de ruído subaquático pelo aerogerador

Impacto 14 - Interferência na ictiofauna e em mamíferos marinhos

Durante a fase de operação, o funcionamento dos aerogeradores gerará ruído devido ao funcionamento da *nacelle*, localizada no topo da torre. O ruído e a vibração aí produzidos são transmitidos para a água por propagação ao longo da torre e jaqueta (Nedwell and Howell, 2004).

Estudos em plataformas fixas de águas pouco profundas indicam que as turbinas emitem ruído de baixa frequência com um pico na gama de frequência entre 16 e 60 Hz e com um nível de pressão sonora até 153 dB re 1 μ Pa @ 1m, a 16 Hz (Nedwell e Howell, 2004). Apesar do ruído emitido ser de pouca intensidade, este contribui para o nível de ruído ambiente de forma contínua, na área de implementação do projeto e áreas adjacentes.

Em algumas condições (níveis de ruído ambiente baixos, por exemplo) o som produzido pelos aerogeradores pode propagar-se por alguns quilômetros a

partir do local de instalação das turbinas, podendo ser ouvido por mamíferos marinhos e peixes. No entanto, efeitos de alteração ou mascaramento de sinal são considerados pouco prováveis e, caso aconteçam, estarão reduzidos à proximidade do aerogerador (raio inferior a 2 km). Também não são expectáveis alterações do limiar de audição de mamíferos marinhos e peixes.

Nedwell *et al.*, 2007 verificaram que o aumento dos níveis de ruído na proximidade dos aerogeradores não será suficiente para provocar alterações comportamentais nas espécies de robalo (*Dicentrarchus labrax*), arenque (*Clupea harengus*), golfinho-roaz (*Tursiops truncatus*) e boto (*Phocoena phocoena*). No mesmo estudo verificou-se que o boto não terá capacidade para detectar o som do aerogerador a 100 m de distância. No parque eólico de North Hoyle (reino Unido), esta distância aumenta para 200 m.

A preocupação relativa aos impactos do ruído na fauna marinha tem sido dirigida para o boto. Por exemplo, no parque eólico de Horns Rev não foram verificadas diferenças na distribuição de botos entre a fase pré-projeto e de operação. No parque eólico de Egmond aan Zee (Países Baixos), verificou-se um aumento de vocalizações em seu interior. Por um lado, este aumento de vocalizações pode estar relacionado com o efeito de atração devido à maior disponibilidade de alimento e, por outro, à necessidade dos animais emitirem mais sons para detectarem a presença de obstáculos.

Em relação ao impacto do ruído subaquático nos peixes, não são expectáveis efeitos significativos. Estudos realizados no parque eólico de Vindeby, na Dinamarca, para avaliar o impacto do ruído subaquático, mostram que os peixes não são afetados pelo ruído emitido pelos aerogeradores. Na verdade, ao longo do tempo verifica-se um efeito de acumulação de peixes ao redor das plataformas, indicando que o efeito recife é mais relevante que o potencial distúrbio provocado pelo ruído (Vella *et al.*, 2001). Outro estudo realizado nos parques eólicos de Horns Rev e Nysted, mostra que não existem diferenças entre a composição da ictiofauna no interior e exterior dos parques (Danish Energy Authority, 2006).

Considerando as informações apresentadas acima, classifica-se a interferência provocada pelo ruído nos mamíferos aquáticos e nos peixes como um impacto negativo, direto, regional (pois poderá ser percebido além das imediações da área diretamente afetada), reversível, permanente e imediato. A magnitude é redu-

zida, em função da capacidade de provocar danos ao nécton estar limitada às proximidades do aerogerador, e ainda assim ser improvável. Sendo assim, sua importância é moderada.

De forma a melhor entender o padrão de ruídos subaquáticos de um aerogerador, será implementado o monitoramento do ruído subaquático com o uso de hidrofones.

Aspecto Ambiental: Presença do cabo submarino no leito marinho

Impacto 15 - Interferência na comunidade bentônica

A presença do cabo submarino no leito marinho poderá constituir um novo habitat, que tenderá a ser colonizado por algumas espécies de organismos bentônicos presentes na região. Isto poderá acarretar um aumento na biomassa local, especialmente de algas e invertebrados.

Entretanto, esta alteração de biomassa está restrita à superfície do cabo submarino e este possui um diâmetro reduzido (>130 mm). Desta forma, o impacto é considerado negativo, pois altera a estrutura das comunidades biológicas locais, direto, local, reversível, permanente e imediato. A sua magnitude é reduzida, pois a alteração de biomassa não provocará um efeito além das imediações do cabo. Sendo assim, sua importância é baixa.

Como medida preventiva, será realizada uma campanha de inspeção do leito marinho (*pre lay survey*) em etapa anterior ao lançamento do cabo submarino, visando garantir a não interferência da rota do cabo em formações naturais sensíveis.

Aspecto Ambiental: Presença das subestruturas do aerogerador e da torre anemométrica no leito marinho

Impactos

16 - Interferência na comunidade bentônica

17 - Interferência na ictiofauna, quelônios e em mamíferos marinhos

18 - Interferência na avifauna

Vários trabalhos têm reconhecido os parques eólicos offshore como áreas marinhas protegidas, que fornecem substratos para a colonização de organismos bentônicos (Linley et al., 2007; Inger et al., 2009; Hiscock et al., 2010; Ashley et al.,

2014). As subestruturas dos aerogeradores acabam atuando como recifes artificiais, atraindo diferentes espécies de peixes, mamíferos marinhos, quelônios e aves que se aproximam em busca de alimento, refúgio ou abrigo e, eventualmente, reprodução. Potenciando essa capacidade de atrair a biota marinha, é exercido o efeito sinérgico da restrição à pesca no entorno.

Os resultados da monitorização deste efeito recife na subestrutura do aerogerador piloto *Windfloat*, instalado na Aguçadoura (Portugal), indicou que a composição e abundância de espécies duplica ao redor da mesma, em comparação aos pontos controle. Entretanto, recomenda-se precaução na avaliação do efeito de recife como um efeito positivo em termos de aumento de biomassa e biodiversidade no meio marinho (Wilhelmsson and Malm, 2008; Hiscock *et al.*, 2010). O aumento de predadores, como aves e mamíferos marinhos, pode desequilibrar o ecossistema local.

De forma conservadora, e considerando que haverá um desequilíbrio na abundância de espécies marinhas dos bentos, néctons e aves próximos às subestruturas, os impactos sobre estes fatores ambientais foi classificado como negativo. Em relação aos bentos, o impacto é considerado direto (resulta diretamente da presença das subestruturas), enquanto para néctons e avifauna, o impacto é indireto (resulta do incremento na comunidade bentônica local). O impacto é local, reversível, permanente e de médio prazo. A magnitude é reduzida, pois não se vislumbra um desequilíbrio ecológico além da escala local (podendo eventualmente ter efeito positivo, agindo como uma área de proteção). Logo, a importância deste impacto é baixa.

Como medida de controle, será realizado o monitoramento da fauna marinha e da avifauna no entorno das subestruturas.

Aspecto Ambiental: Movimento das pás do aerogerador

Impacto 19 - Interferência na avifauna

Vários estudos efetuados em parques eólicos no mar indicam que algumas espécies de aves evitam voar nas proximidades dos parques e no interior dos mesmos, indicando um efeito de barreira (Inger *et al.*, 2009; Peterson *et al.*, 2007; Desholm e Kahlert, 2005; Larsen e Guillemette, 2007). Por outro lado, algumas das variações que se verificaram na abundância e ocorrência de aves marinhas não

foram diretamente relacionadas com a presença do parque, mas com a alteração da disponibilidade de alimento.

O efeito de barreira pode levar à alteração da rota de voo, a uma desconexão entre unidades ecológicas, como por exemplo, entre áreas de reprodução, alimentação ou repouso (Drewitt e Langston, 2006; Dahl *et al.*, 2012) e, em último caso (e menos comum), à colisão com as pás do aerogerador. O grau de distúrbio depende de vários fatores: a localização e dimensão do parque (número de aerogeradores), a disposição dos aerogeradores e a distância entre os mesmos; bem como das características das espécies, o seu ciclo de vida, a dimensão do bando e o próprio comportamento. O efeito de barreira surge sobretudo quando os parques eólicos intersectam corredores de migração (um corredor migratório ou num caminho de migração local), levando à alteração das rotas de voo, tendo como consequência um dispêndio de energia superior por parte das aves (Masden *et al.*, 2010).

De acordo com a informação recolhida para o diagnóstico do meio biótico, a maioria das espécies ocorre na área de estudo em regime migratório. No entanto, como referido anteriormente, estes impactos são descritos em parques com dimensões muito superiores às do parque em análise, sendo necessário, nesses casos e para algumas aves, percorrer largas distâncias para os evitar, o que não é o caso da Planta Piloto (contará com apenas um aerogerador).

Portanto, este impacto classifica-se como negativo, direto, local, reversível, cíclico (ocorrerá quando houver a passagem das aves), imediato e de magnitude reduzida, em função da presença de apenas um aerogerador, o que reduz a capacidade de provocar este impacto significativamente. Sendo assim, a importância desse impacto é baixa.

De forma a conhecer os potenciais efeitos da interação entre a operação do aerogerador e a avifauna, será executado o Plano de Monitoramento da Avifauna.

Aspecto Ambiental: Zona de exclusão de pesca

Impacto 20 – interferência sobre atividade pesqueira

Conforme descrito para o impacto 12, e proposta do capítulo IV, a operação do aerogerador ocorrerá dentro de uma área de exclusão da atividade pesqueira correspondente a um raio de 50 m do aerogerador e da torre anemométrica. O estabelecimento desta restrição visa garantir a segurança dos pescadores e a integridade dos elementos do projeto.

Considerando as dimensões destas áreas restritas e a distância do projeto em relação à costa, considera-se que a interferência sobre a atividade pesqueira será desprezível durante a operação da planta.

Portanto, o impacto foi classificado como negativo, direto, local (em função do raio de 50 m corresponder às imediações da área diretamente afetada), reversível, permanente e imediato. Em função da zona de segurança restritiva à pesca representar uma área muito pequena, quando comparada à área em que a pesca oceânica é praticada na região, este impacto foi classificado como de reduzida magnitude. Conforme metodologia adotada nesse estudo, a importância deste impacto é baixa.

Como medida preventiva, serão implementadas ações de comunicação durante a operação do empreendimento perante as entidades representativas da classe pesqueira.

As ações de comunicação serão executadas através do Programa de Comunicação Social da UO-RNCE.

C) Desativação

Os impactos ambientais associados à fase de desativação são, de maneira geral, semelhantes àqueles correspondentes da fase de instalação. Isto porque as atividades atuam sobre os mesmos fatores, e de forma similar, além do uso previsto do mesmo número e tipos de embarcações. Por isso, as descrições dos impactos da desinstalação fazem referência ao item da instalação associado.

A desativação da Planta Piloto de Geração Eólica Offshore está prevista para ocorrer em um prazo de 20 anos. Portanto, a Petrobras elaborará e adotará procedimentos para prevenir impactos ao meio ambiente através da construção de um Plano de Desativação, que considerará premissas e preceitos ambientais com base nas novas tecnologias que poderão surgir até a data prevista de desativação do empreendimento.

Aspecto Ambiental: Corte e remoção das subestruturas

Impacto 21 - Alteração morfológica do fundo marinho

A atividade de corte e remoção das jaquetas será responsável por causar, mais uma vez (após a instalação), a alteração das características morfológicas do

sedimento, uma vez que as estacas da subestrutura estarão fixadas através da camada de rocha calcária abaixo da superfície arenosa.

Portanto, a classificação deste impacto é semelhante à do impacto 01.

Como medida mitigatória, deve-se elaborar um Programa de Desativação.

Impacto 22 - Interferência na comunidade bentônica

A atividade de corte e remoção das jaquetas será responsável por causar alteração morfológica do sedimento, acarretando distúrbios sobre a comunidade bentônica, variando desde um simples afugentamento temporário da biota bentônica local até a mortalidade de exemplares que estejam localizados junto aos pontos de fixação.

Portanto, a classificação deste impacto é semelhante à do impacto 02.

Como medida mitigatória, deve-se elaborar um Programa de Desativação.

Impacto 23 - Alteração das características físico-químicas da água

A atividade de corte e remoção das jaquetas provocará a ressuspensão do sedimento, que poderá alterar a transparência da coluna d'água. Entretanto, este efeito será extremamente localizado e de curtíssima duração.

Portanto, a classificação deste impacto é semelhante à do impacto 03.

Como medida mitigatória, deve-se elaborar um Programa de Desativação.

Aspecto Ambiental: Geração de ruído subaquático durante a operação de corte e remoção das subestruturas

Impacto 24 - Interferência na ictiofauna e em mamíferos marinhos

A atividade de corte e remoção das jaquetas provocará a geração de ruído subaquático em uma escala semelhante à atividade de fixação das subestruturas.

Portanto, a classificação deste impacto é semelhante à do impacto 04.

Como medida preventiva a empresa, deverá ser executado o Programa de Monitoramento Embarcado (PME), incluindo um monitor de biota nas embarcações durante a desativação, devendo a atividade ser interrompida caso seja observada a aproximação de um mamífero marinho.

Aspecto Ambiental: Sustentação do navio *heavy-lift* e ancoragem das embarcações de apoio

Impacto 25 - Alteração na qualidade do sedimento

Ao longo da fase de desativação, a movimentação do sistema de ancoragem e a sustentação das pernas do navio *heavy-lift* acarretarão revolvimento parcial e pontual do fundo marinho, nas imediações da área diretamente afetada. Como também são previstas quatro embarcações para a fase de desativação, a classificação deste impacto é semelhante à do impacto 05.

Como medida preventiva, será elaborado um plano de ancoragem.

Impacto 26 - Interferência na comunidade bentônica

Ao longo da fase de desativação, a movimentação do sistema de ancoragem e a sustentação das pernas do navio *heavy-lift* provocarão o revolvimento do sedimento, que poderá ocasionar distúrbios sobre a comunidade bentônica. Como também são previstas quatro embarcações para a fase de desativação, a classificação deste impacto é semelhante à do impacto 06.

Como medida preventiva, será elaborado um plano de ancoragem.

Aspecto Ambiental: Remoção do cabo submarino**Impacto 27 - Alteração na qualidade do sedimento**

A remoção do cabo submarino acarretará revolvimento parcial e linear no fundo marinho, apenas na faixa onde o cabo será posicionado e em suas imediações. Portanto, a classificação deste impacto é semelhante à do impacto 07.

Como medida mitigatória, deve-se elaborar um Programa de Desativação.

Impacto 28 - Interferência na comunidade bentônica

A remoção do cabo submarino acarretará o revolvimento do sedimento, que poderá ocasionar distúrbios sobre a comunidade bentônica, variando desde um simples afugentamento temporário da biota local até a mortalidade de alguns indivíduos que estejam localizados apenas na faixa onde o cabo será posicionado e em suas imediações. Portanto, a classificação deste impacto é semelhante à do impacto 08.

Como medida mitigatória, deve-se elaborar um Programa de Desativação.

Aspecto Ambiental: Geração de ruído subaquático devido ao fluxo de embarcações

Impacto 29 - Interferência na ictiofauna e em mamíferos marinhos

Assim como na instalação, quatro embarcações serão utilizadas durante a desativação. Portanto, a classificação deste impacto é semelhante à do impacto 09.

Como medida preventiva a empresa, executará o programa de monitoramento embarcado (PME), incluindo um monitor de biota nas embarcações durante a instalação.

Aspecto Ambiental: Geração de efluentes e resíduos pelas embarcações

Impacto 30 - Alteração das características físico-químicas da água

Assim como na instalação, quatro embarcações serão utilizadas durante a desativação. Portanto, a classificação deste impacto é semelhante à do impacto 10.

Como medida preventiva para esse impacto, deve-se garantir que a empresa contratada para executar a instalação possua em suas embarcações sistema de acondicionamento, tratamento e destinação final dos resíduos orgânicos, dos efluentes sanitários e de águas servidas. É fundamental atender, especialmente, à Convenção MARPOL (73/78), à NORMAM 07, que trata da poluição no mar, à Resolução CONAMA nº 430/2011 e à Norma Técnica IBAMA nº 01/2011.

A empresa elaborará o Programa de Controle da Poluição, conforme detalhado no capítulo VIII, que norteará a gestão de efluentes e resíduos nas embarcações.

Impacto 31 - Interferência na comunidade planctônica

Assim como na instalação, quatro embarcações serão utilizadas durante a desativação. Portanto, a classificação deste impacto é semelhante à do impacto 11.

Como medida preventiva para esse impacto, deve-se garantir que a empresa contratada para executar a instalação possua em suas embarcações sistema de acondicionamento, tratamento e destinação final dos resíduos orgânicos, dos efluentes sanitários e de águas servidas. É fundamental atender, especialmente, à Convenção MARPOL (73/78), à NORMAM 07, que trata da poluição no mar, à Resolução CONAMA nº 430/2011 e à Norma Técnica IBAMA nº 01/2011.

A empresa elaborará o Programa de Controle da Poluição, conforme detalhado no capítulo VIII, que norteará a gestão de efluentes e resíduos nas embarcações.

Aspecto Ambiental: Zona de exclusão de pesca

Impacto 32 – interferência sobre atividade pesqueira

A desinstalação da Planta Piloto também demandará a adoção de uma área de segurança, onde será restringida a atividade pesqueira. Esta área, será semelhante àquela adotada durante a instalação, ou seja, 500 m a partir do aerogerador. Isto se justifica em função da previsão de uso do mesmo número e tipo de embarcações.

Portanto, a classificação deste impacto é semelhante à do impacto 12.

Como medida preventiva, todas as operações serão devidamente informadas ao serviço de Aviso aos Navegantes da Marinha do Brasil, de forma que todas as embarcações não envolvidas nas operações de instalação da Planta Piloto sejam orientadas a não se aproximar da área durante o período em que durar a atividade. Também serão implementadas ações de comunicação antes, durante (caso necessário) e depois da desinstalação, perante as entidades representativas da classe pesqueira, informando cronograma, justificativa e escopo da atividade. As ações de comunicação serão executadas através do Programa de Comunicação Social da UO-RNCE.

Também será buscada a redução do período de desinstalação dos elementos do projeto.

Aspecto Ambiental: Demanda por produtos e serviços

Impacto 33 - Incremento no comércio e serviços

A desinstalação da Planta Piloto deverá provocar o mesmo incremento do comércio e dos serviços de hotelaria e alimentação previstos para a fase de instalação. Portanto, a classificação deste impacto é semelhante à do impacto 13.

VII.2.2.3 - Classificação dos impactos reais

Nas Tabelas VII.2.2.3-1 a VII.2.2.3-3 apresenta-se a síntese da classificação dos impactos reais avaliados e as respectivas medidas destinadas ao seu equacionamento, relativo às fases de instalação, operação e desativação.

Tabela VII.2.2.3-1 – Matriz de classificação dos impactos reais da fase de instalação.

Ação geradora de impacto	Fator Ambiental	Nº	Impactos	Natureza	Incidência	Escala	Reversibilidade	Duração	Temporalidade	Magnitude	Importância	Medidas mitigadoras
Perfuração do fundo marinho com estacas para fixação das subestruturas	Sedimento	1	Alteração morfológica do fundo marinho	NEG	DIR	LOC	IRR	PER	IME	RED	BAI	Aplicar procedimentos operacionais com o objetivo de limitar, ao mínimo indispensável, a área de impacto no fundo marinho e a duração da atividade. Realizar campanha de inspeção do leito marinho (<i>pre lay survey</i>) em etapa anterior à fixação das subestruturas
	Bentos	2	Interferência na comunidade bentônica	NEG	DIR	LOC	IRR	TEM	IME	RED	BAI	
	Água	3	Alteração das características físico-químicas da água	NEG	DIR	LOC	REV	TEM	IME	RED	BAI	
Geração de ruído subaquático devido à perfuração do fundo marinho	Néctons	4	Interferência na ictiofauna e de mamíferos marinhos	NEG	DIR	REG	REV	TEM	IME	MED	MOD	Executar o Programa de Monitoramento Embarcado (PME), incluindo um monitor de biota na embarcação. Monitoramento do ruído subaquático.
	Sedimento	5	Alteração na qualidade do sedimento	NEG	DIR	LOC	REV	TEM	IME	RED	BAI	Elaborar um Plano de Ancoragem

Ação geradora de impacto	Fator Ambiental	Nº	Impactos	Natureza	Incidência	Escala	Reversibilidade	Duração	Temporalidade	Magnitude	Importância	Medidas mitigadoras
Sustentação do navio heavy-lift e ancoragem das embarcações	Bentos	6	Interferência na comunidade bentônica	NEG	DIR	LOC	IRR	TEM	IME	RED	BAI	Realizar campanha de inspeção do leito marinho (<i>pre lay survey</i>) em etapa anterior à fixação das subestruturas e lançamento do cabo submarino
Assentamento do cabo submarino	Sedimento	7	Alteração na qualidade do sedimento	NEG	DIR	LOC	REV	TEM	IME	RED	BAI	Realizar campanha de inspeção do leito marinho (<i>pre lay survey</i>) em etapa anterior ao lançamento do cabo submarino
	Bentos	8	Interferência na comunidade bentônica	NEG	DIR	LOC	IRR	TEM	IME	RED	BAI	
Geração de ruído subaquático devido ao fluxo de embarcações	Néctons	9	Interferência na ictiofauna e em mamíferos marinhos	NEG	DIR	REG	REV	TEM	IME	RED	BAI	Executar o Programa de Monitoramento Embarcado (PME), incluindo um monitor de biota na embarcação.
Geração de efluentes e resíduos pelas embarcações	Água	10	Alteração das características físico-químicas da água	NEG	DIR	LOC	REV	TEM	IME	RED	BAI	Garantir que as embarcações possuam sistema de acondicio-

Ação geradora de impacto	Fator Ambiental	Nº	Impactos	Natureza	Incidência	Escala	Reversibilidade	Duração	Temporalidade	Magnitude	Importância	Medidas mitigadoras
	Plâncton	1 1	Interferência na comunidade planctônica	NEG	IND	LOC	REV	TEM	IME	RED	BAI	namento, tratamento e destinação final dos resíduos orgânicos, dos efluentes sanitários e de águas servidas (atender ao PCP).
Zona de exclusão de pesca	Atividade pesqueira	1 2	Interferência sobre atividade pesqueira	NEG	DIR	LOC	REV	TEM	IME	RED	BAI	Comunicação ao serviço de Aviso aos Navegantes da Marinha do Brasil e entidades pesqueiras
Demanda por produtos e serviços	Comércio e serviços	1 3	Incremento no comércio e serviços	POS	IND	LOC	REV	TEM	IME	RED	BAI	-

Tabela VII.2.2.3-2 – Matriz de classificação dos impactos reais da fase de operação.

Ação geradora de impacto	Fator Ambiental	Nº	Impacto	Natureza	Incidência	Escala	Reversibilidade	Duração	Temporalidade	Magnitude	Significância	Medidas mitigadoras
Geração de ruído subaquático pelo aerogerador	Néctons	14	Interferência na ictiofauna e em mamíferos marinhos	NEG	DIR	REG	REV	PER	IME	RED	MOD	Executar o Monitoramento do ruído subaquático com hidrofones
Presença do cabo submarino no leito marinho	Bentos	15	Interferência na comunidade bentônica	NEG	DIR	LOC	REV	PER	IME	RED	BAI	Realizar campanha de inspeção do leito marinho (<i>pre lay survey</i>) em etapa anterior ao lançamento do cabo submarino
Presença das subestruturas submersas do aerogerador e da torre anemométrica	Bentos	16	Interferência na comunidade bentônica	NEG	DIR	LOC	REV	PER	MP	RED	BAI	Realizar monitoramento da fauna marinha no entorno das subestruturas
	Néctons	17	Interferência na ictiofauna, quelônios e em mamíferos marinhos	NEG	IND	LOC	REV	PER	MP	RED	BAI	

Ação geradora de impacto	Fator Ambiental	N°	Impacto	Natureza	Incidência	Escala	Reversibilidade	Duração	Temporalidade	Magnitude	Significância	Medidas mitigadoras
	Avifauna	18	Interferência na avifauna	NEG	IND	LOC	REV	PER	MP	RED	BAI	Realizar monitoramento da avifauna
Movimento das pás do aerogerador	Avifauna	19	Interferência na avifauna	NEG	DIR	LOC	REV	PER	CIC	RED	BAI	Realizar monitoramento da avifauna
Zona de exclusão de pesca	Atividade pesqueira	20	Interferência sobre atividade pesqueira	NEG	DIR	LOC	REV	PER	IME	RED	BAI	Realizar ações de comunicação durante a operação do empreendimento perante as entidades representativas da classe pesqueira.

Tabela VII.2.2.3-3 – Matriz de classificação dos impactos reais da fase de desativação.

Ação geradora de impacto	Fator Ambiental	Nº	Impacto	Natureza	Incidência	Escala	Reversibilidade	Duração	Temporalidade	Magnitude	Importância	Medidas mitigadoras
Corte e remoção das subestruturas	Sedimento	2 1	Alteração morfológica do fundo marinho	NEG	DIR	LOC	IRR	PER	IME	RED	BAI	Elaborar Plano de Desativação
	Bentos	2 2	Interferência na comunidade bentônica	NEG	DIR	LOC	IRR	TEM	IME	RED	BAI	
	Água	2 3	Alteração das características físico-químicas da água	NEG	DIR	LOC	REV	TEM	IME	RED	BAI	
Geração de ruído subaquático devido ao corte e remoção das subestruturas	Néctons	2 4	Interferência na ictiofauna e de mamíferos marinhos	NEG	DIR	REG	REV	TEM	IME	MED	MOD	
Sustentação do navio heavy-lift e ancoragem	Sedimento	2 5	Alteração na qualidade do sedimento	NEG	DIR	LOC	REV	TEM	IME	RED	BAI	Elaborar um Plano de Ancoragem

Ação geradora de impacto	Fator Ambiental	Nº	Impacto	Natureza	Incidência	Escala	Reversibilidade	Duração	Temporalidade	Magnitude	Importância	Medidas mitigadoras
das embarcações	Bentos	26	Interferência na comunidade bentônica	NEG	DIR	LOC	IRR	TEM	IME	RED	BAI	
Remoção do cabo submarino	Sedimento	27	Alteração na qualidade do sedimento	NEG	DIR	LOC	REV	TEM	IME	RED	BAI	Elaborar Plano de Desativação
	Bentos	28	Interferência na comunidade bentônica	NEG	DIR	LOC	IRR	TEM	IME	RED	BAI	
Geração de ruído subaquático devido ao fluxo de embarcações	Néctons	29	Interferência na ictiofauna e em mamíferos marinhos	NEG	DIR	REG	REV	TEM	IME	RED	BAI	Executar o Programa de Monitoramento Embarcado (PME), incluindo um monitor de biota na embarcação.
	Água	30	Alteração das características físico-químicas da água	NEG	DIR	LOC	REV	TEM	IME	RED	BAI	Garantir que as embarcações possuam sistema de acondicionamento, tratamento e destinação final dos resíduos orgânicos,

Ação geradora de impacto	Fator Ambiental	Nº	Impacto	Natureza	Incidência	Escala	Reversibilidade	Duração	Temporalidade	Magnitude	Importância	Medidas mitigadoras
Geração de efluentes e resíduos pelas embarcações	Plâncton	3 1	Interferência na comunidade planctônica	NEG	IND	LOC	REV	TEM	IME	RED	BAI	dos efluentes sanitários e de águas servidas (atender ao PCP).
Zona de exclusão de pesca	Atividade pesqueira	3 2	Interferência sobre atividade pesqueira	NEG	DIR	LOC	REV	TEM	IME	RED	BAI	Comunicação ao serviço de Aviso aos Navegantes da Marinha do Brasil e entidades pesqueiras
Demanda por produtos e serviços	Comércio e serviços	3 3	Incremento no comércio e serviços	POS	IND	LOC	REV	TEM	IME	RED	BAI	-

VII.2.3 - Impactos Potenciais

VII.2.3.1 - Identificação dos impactos potenciais

Através do estabelecimento de relações causa-efeito, baseados na metodologia apresentada no item VII.2.1, foram identificados e numerados na Tabela VII.2.3.1-1 os impactos ambientais potenciais das fases de instalação, operação e desativação do projeto.

Tabela VII.2.3.1-1 – Adaptação da Matriz de Leopold para a identificação dos impactos potenciais.

FASE	ASPECTOS AMBIENTAIS	FATORES AMBIENTAIS	IMPACTOS AMBIENTAIS	Nº
INSTALAÇÃO	Vazamento de óleo combustível no mar pelas embarcações	Água	Alteração das características físico-químicas da água	1
		Plânctons	Interferência na comunidade planctônica	2
		Néctons	Interferência na ictiofauna, quelônios e mamíferos marinhos	3
		Bentos	Interferência na comunidade bentônica	4
		Avifauna	Interferência na avifauna	5
		Zonas de Transição	Distúrbios em manguezais e praias	6
		Recifes	Distúrbios em áreas recifais	7
		Atividade pesqueira	Interferência sobre atividade pesqueira	8
	Introdução de espécies exóticas	Bentos	Interferência na comunidade bentônica	9
		Néctons	Interferência na ictiofauna, quelônios e mamíferos marinhos	10
		Atividade pesqueira	Interferência sobre atividade pesqueira	11
	Trafego de embarcações	Néctons	Abalroamento de fauna marinha por embarcações	12

OPERAÇÃO	Trafego de embarcações <i>surfer landing</i>	Néctons	Abalroamento de fauna marinha por embarcações	13
	Efeito de piloto para produção de energia eólica offshore	Atividades de comércio e serviços	Incremento das economias local, estadual e nacional	14
DESATIVACÃO	Vazamento de óleo combustível no mar pelas embarcações	Água	Alteração das características físico-químicas da água	15
		Plânctons	Interferência na comunidade planctônica	16
		Néctons	Interferência na ictiofauna, quelônios e mamíferos marinhos	17
		Bentos	Interferência na comunidade bentônica	18
		Avifauna	Interferência na avifauna	19
		Zonas de Transição	Distúrbios em manguezais e praias	20
		Recifes	Distúrbios em áreas recifais	21
		Atividade pesqueira	Interferência sobre atividade pesqueira	22
	Trafego de embarcações	Néctons	Abalroamento de fauna marinha por embarcações	23

VII.2.3.2 - Descrição dos impactos potenciais

Procede-se neste item à descrição dos impactos ambientais potenciais identificados na Tabela VII.2.3.1-1, separados por aspecto ambiental e fase do empreendimento correspondentes.

A) Instalação

Aspecto Ambiental: Vazamento de óleo combustível no mar pelas embarcações

Para a avaliação dos impactos ambientais relacionados ao aspecto “vazamento de óleo combustível no mar pelas embarcações” foi considerado, conservadoramente, um evento acidental com afundamento de uma das quatro embarcações e vazamento de 600 m³ de óleo diesel.

Os perigos associados a esse evento acidental, bem como suas causas e salvaguardas aplicáveis serão apresentadas na seção VII.3.

Impacto 01 - Alteração das características físico-químicas da água

Em ocorrência de evento de vazamento, a presença do diesel poderá alterar as propriedades físico-químicas da água do mar, com possível redução na transparência da água (cor e turbidez), alteração do pH, variações térmicas e redução das trocas gasosas (devido a presença do óleo na interface ar-água).

Por causa da pequena profundidade local (≤ 13 m) é possível algum nível de alteração ao longo da coluna d'água. No entanto, dada a hidrodinâmica local, com intensidade dominante das correntes de 0,1 a 0,2 m/s (Petrobras, 2008); a constância e velocidade dos ventos ao longo de todo o ano; e a insolação elevada da área, é esperado que o diesel seja rapidamente dispersado, diluído, evaporado e foto-oxidado.

Deste modo, o impacto foi classificado como negativo e com forma de incidência direta e escala regional, pois ultrapassa as imediações da área diretamente afetada. Este também foi classificado como reversível, visto que as condições ambientais, incluindo a hidrodinâmica local favorecem o retorno das condições originais; Temporário e imediato. A magnitude foi considerada como reduzida, em função da limitada extensão temporal do seu efeito. Portanto, este impacto foi avaliado como de baixa importância.

A ação mitigadora é o acionamento do Plano de Emergência para Vazamento de Óleo (PEVO) da empresa. Também devem ser aplicadas as salvaguardas que serão propostas na seção VII.3 para as atividades envolvendo embarcações.

Impacto 02 - Interferência na comunidade planctônica

O vazamento de óleo diesel pode provocar uma redução na biomassa ou alterar a composição da comunidade planctônica, apesar de não haver consenso na literatura sobre os efeitos do óleo e derivados (Clark, 1982).

No geral, os estudos não têm apontado efeito grave sobre a comunidade planctônica (Clark, 1982; IPIECA 1991; IPIECA 2000; O'Sullivan & Jacque, 2001; Teal & Howarth, 1984). Isto provavelmente se deve às altas taxas de reprodução e imigração de fora da área afetada, que em curto prazo, adentram e agem reduzindo/equilibrando o número de mortes causadas pelo diesel (IPIECA 1991).

Deste modo, o impacto foi classificado como negativo e com forma de incidência direta e escala regional, pois ultrapassa as imediações da área diretamente afetada. Este também foi classificado como reversível, visto que as taxas de reprodução e imigração do plâncton reequilibram a composição da comunidade após os vazamentos; Temporário e imediato. A magnitude foi considerada como reduzida, em função da resiliência da comunidade planctônica. Portanto, este impacto foi avaliado como de baixa importância.

A ação mitigadora é o acionamento do Plano de Emergência para Vazamento de Óleo (PEVO) da empresa. Também devem ser aplicadas as salvaguardas que serão propostas na seção VII.3 para as atividades envolvendo embarcações.

Impacto 03 - Interferência na ictiofauna, quelônios e mamíferos marinhos

O vazamento de óleo diesel pode atingir os organismos nectônicos (peixes, quelônios e mamíferos marinhos) de forma direta (contato com o óleo diesel) quanto indireta (ingestão de alimento contaminado). Sendo os peixes o grupo dominante deste fator ambiental (nécton).

De acordo com IPIECA (2000) e O'Sullivan & Jacques (2001) os principais impactos causados pelo vazamento de óleos e seus derivados nas populações de peixe são: mortalidade de ovos e larvas; interferência na desova; fecundação ou reprodução, incluindo-se a migração; contaminação ao se alimentar de presas contaminadas; e mortalidade em seus estágios adulto ou juvenil.

A dinâmica local e o fato da maior fração do óleo diesel permanecer na superfície, faz com que não haja grande mortalidade tanto de peixes adultos como juvenis (IPIECA, 1991 e 2000; O'Sullivan & Jacques 2001).

Outro grupo que pode ser impactado, são os quelônios, presentes na área de estudo. Dentro desse grupo, de acordo com o Livro Vermelho da Fauna Brasileira Ameaçada de Extinção (2008), estão a tartaruga cabeçuda e a verde com *status* de “ameaça vulnerável”, a tartaruga de pente e oliva com *status* “em perigo” e a tartaruga de couro com *status* “criticamente em perigo”.

Em relação aos mamíferos marinhos, os cetáceos mais vulneráveis no caso de um vazamento de óleo seriam o boto cinza e o golfinho nariz-de-garrafa, devido aos seus hábitos costeiros (AMSA, 2012). As baleias são raramente afetadas por um vazamento de óleo devido ao seu comportamento migratório, tornando-as menos vulneráveis aos impactos do derramamento de óleo. Entretanto, os sirênios, representados pelo peixe-boi marinho, (*Trichechus manatus*) seriam os mamíferos marinhos mais vulneráveis ao vazamento de óleo, pois sua resiliência é baixa. Estes estão classificados com o *status* de “criticamente em perigo”, segundo o Livro Vermelho da Fauna Brasileira Ameaçada de Extinção (2008).

Cabe ressaltar que o óleo diesel é um produto de petróleo leve, refinado e quando derramado sobre a água do mar, mais de 90% evapora, podendo ainda ser foto-oxidando ou naturalmente disperso na coluna de água em intervalos de tempo de algumas horas a alguns dias. Devido a estas características, o possível efeito do óleo diesel sobre a estrutura da comunidade, na escala temporal, é minimizado.

Deste modo, o impacto foi classificado como negativo e de incidência direta; escala regional, reversível, de duração temporária e imediato. Magnitude elevada, porque potencialmente afetará indivíduos ameaçados de extinção e sensíveis, assim como diferentes grupos faunísticos do fator ambiental nécton. Portanto, o impacto foi avaliado como de grande importância.

A ação mitigadora é o acionamento do Plano de Emergência para Vazamento de Óleo (PEVO) da empresa. Também devem ser aplicadas as salvaguardas que serão propostas na seção VII.3 para as atividades envolvendo embarcações.

Impacto 04 - Interferência na comunidade bentônica

Após o vazamento de óleo diesel, apenas um baixo percentual do mesmo poderá chegar ao leito marinho, segundo, Teal & Howard (1984) e Kingston (2002).

Logo, a comunidade bentônica que inclui moluscos, crustáceos, equinodermos, poliquetas e nematelmintos dificilmente será afetada.

Entretanto, os organismos filtradores e detritívoros de uma maneira geral, podem sofrer intoxicação pela ingestão de partículas ou organismos contaminados por óleo, alterando suas taxas metabólicas, seu comportamento alimentar e a formação de suas conchas (U.S. Fish and Wildlife Service, 2004).

Contudo, a característica volátil do diesel (mencionadas na descrição dos impactos anteriores) reduzem a possibilidade de efeito do mesmo sobre a estrutura da comunidade bentônica é minimizada.

As algas também podem ser impactadas no caso de um vazamento de óleo. Elas apresentam grande variação de respostas, podendo ocorrer desde a morte até o aumento na abundância de algumas espécies (O'Sullivan & Jacques 2001, U.S. Fish and Wildlife Service, 2004). Há registros interferência na germinação e crescimento de plantas marinhas. Entretanto, a maior parte das algas, parece se recuperar após o término do vazamento (U.S. Fish and Wildlife Service, 2004).

Deste modo, o impacto foi classificado como negativo e de incidência direta; escala regional, reversível, de duração temporária e imediato. Magnitude reduzida, em função da baixa probabilidade do óleo chegar ao substrato marinho. Portanto, o impacto foi avaliado como de baixa importância.

A ação mitigadora é o acionamento do Plano de Emergência para Vazamento de Óleo (PEVO) da empresa. Também devem ser aplicadas as salvaguardas que serão propostas na seção VII.3 para as atividades envolvendo embarcações.

Impacto 05 - Interferência na avifauna

A avifauna é um grupo de animais sensíveis ao contato com o óleo (Baker, 2001). As aves marinhas mais vulneráveis ao impacto de vazamento de óleo são aquelas que se reúnem em grande número em águas costeiras ou nas praias e as usam para alimentação, muda, descanso e reprodução.

Deste modo, o impacto foi classificado como negativo e de incidência direta; escala regional, reversível, de duração temporária e imediato. Magnitude média, porque apesar da baixa probabilidade do óleo chegar à região costeira, caso isso aconteça, poderá provocar efeitos sobre a avifauna que é sensível a esse impacto. Portanto, o impacto foi avaliado como de moderada importância.

A ação mitigadora é o acionamento do Plano de Emergência para Vazamento de Óleo (PEVO) da empresa. Também devem ser aplicadas as salvaguardas que serão propostas na seção VII.3 para as atividades envolvendo embarcações.

Impacto 06 - Distúrbios em manguezais e praias

O vazamento de óleo pode atingir a zona de transição terra-mar da área de estudo, que comporta ambientes com diferentes características como praias e manguezais.

No estuário localizado em Macau (RN), existem manguezais que desempenham a função ecológica de área para a reprodução, proteção e alimentação de diversas espécies. De acordo com Gundlach e Hayes (1978) o ecossistema manguezal é classificado como sensível a impactos de vazamentos de óleo devido a diversidade, extensão e elevada sensibilidade a esses poluentes. O recobrimento das raízes e pneumatóforos pelo óleo pode causar asfixia e morte dessas árvores (IPIECA, 1993).

Outro ecossistema menos sensível ao óleo, mas que também poderá ser afetado são as praias arenosas, cuja fauna está representada principalmente por táxons de invertebrados escavadores, especialmente moluscos, crustáceos, poliquetas e visitantes ocasionais, tais como aves marinhas e peixes, que exploram a areia em busca de alimento.

Considerando as descrições acima, o impacto foi classificado como negativo e de incidência direta; escala regional, reversível, de duração temporária e imediato. Magnitude média, porque apesar da baixa probabilidade do óleo chegar à região costeira, caso isso aconteça, poderá provocar efeitos significativos sobre os manguezais, que são especialmente sensíveis a esse poluente. Portanto, o impacto foi avaliado como de moderada importância.

A ação mitigadora é o acionamento do Plano de Emergência para Vazamento de Óleo (PEVO) da empresa. Também devem ser aplicadas as salvaguardas que serão propostas na seção VII.3 para as atividades envolvendo embarcações.

Impacto 07 - Distúrbios em áreas recifais

O vazamento de óleo poderá atingir áreas recifais existentes na área de estudo do projeto, locais onde diversos organismos bentônicos estão associados, com destaque para macroalgas, esponjas, moluscos, cefalópodes, crustáceos, anelídeos e cnidários (Brasil, 2004).

Arenitos localizados adjacentes às praias, expostos durante as marés vazantes, são muito vulneráveis ao óleo, tendo em vista que em situações de acidentes pode confinar e aprisionar o óleo, ampliando sua permanência (Lopes et al., 2006). Por estarem ainda sujeitos ao contato direto com o óleo, é esperado que a fauna e flora associadas sofram os efeitos tanto do recobrimento físico como da intoxicação química (O'Sullivan & Jacques, 2001).

Considerando o exposto, este impacto foi avaliado como negativo, direto, regional, reversível, temporário e imediato. Como o efeito do impacto é mais significativo para a biota associada aos recifes, sua magnitude é média e moderada importância.

A ação mitigadora é o acionamento do Plano de Emergência para Vazamento de Óleo (PEVO) da empresa. Também devem ser aplicadas as salvaguardas que serão propostas na seção VII.3 para as atividades envolvendo embarcações.

Impacto 08 - Interferência sobre atividade pesqueira

Durante um evento acidental de vazamento de óleo diesel, a atividade pesqueira pode ser afetada devido a mortalidade de peixes comerciais. Contudo, considerando a volatilidade do óleo diesel e a quantidade das embarcações utilizadas na instalação, é improvável que eventual acidente atinja magnitude suficiente para impactar de forma significativa a atividade pesqueira.

Portanto, o impacto foi avaliado como negativo, indireto, regional, reversível, temporário e imediato. Reduzida magnitude e pequena importância.

A ação mitigadora é o acionamento do Plano de Emergência para Vazamento de Óleo (PEVO) da empresa. Também devem ser aplicadas as salvaguardas que serão propostas na seção VII.3 para as atividades envolvendo embarcações.

Em um eventual acidente, serão implementadas ações de comunicação junto à comunidade pesqueira local para evitar a área abrangida pelo vazamento.

Aspecto Ambiental: Introdução de espécies invasoras

Impacto 09 - Interferência na comunidade bentônica

Devido ao uso de embarcações vindas de outras regiões para a instalação das subestruturas, existe o risco de introdução de espécies exóticas na área de estudo do empreendimento. Os principais organismos invasores no meio marinho pertencem à fauna incrustante, logo, os indivíduos bentônicos seriam os primeiros

representes da biota local a sofrer impactos desta natureza, pela competição por espaço.

Deve-se ponderar o distanciamento mínimo das formações carbonáticas em relação aos elementos do projeto e a baixa probabilidade de ocorrência do impacto. Logo, não se vislumbra o potencial do empreendimento como um vetor de introdução e transporte de espécies invasoras.

Desta forma, este impacto foi classificado como negativo, de incidência direta, escala regional, irreversível, duração permanente e médio prazo. A magnitude é média e a importância é grande.

Como medida preventiva, a empresa deverá certificar-se que as embarcações estarão com os cascos limpos, livres de bioincrustação e pintados com tinta antiincrustantes, devidamente certificada pela Sociedade Classificadora, em atendimento a NORMAM 23/2007 DPC de Controle de Sistemas Antiincrustantes Danosos em Embarcações.

Impacto 10 - Interferência na ictiofauna, quelônios e mamíferos marinhos

A ocupação do ambiente por espécie bentônica invasora, pode provocar um desequilíbrio na cadeia alimentar com uma conseqüente redução da disponibilidade de alimentos para a fauna nectônica. Ou seja, esse impacto seria uma conseqüência indireta do impacto 09. Entretanto, os indivíduos da fauna nectônica são menos sensíveis que os bentônicos para este impacto, pela maior possibilidade que têm de buscar novos nichos.

Portanto, o impacto foi avaliado como negativo, indireto, regional, irreversível, permanente e de médio prazo. Foi avaliado com magnitude reduzida. Sendo assim a importância é moderada.

Como medida preventiva, a empresa deverá certificar-se que as embarcações estarão com os cascos limpos, livres de bioincrustação e pintados com tinta antiincrustantes, devidamente certificada pela Sociedade Classificadora, em atendimento a NORMAM 23/2007 DPC de Controle de Sistemas Antiincrustantes Danosos em Embarcações.

Impacto 11 - Interferência sobre atividade pesqueira

A ocupação do ambiente por espécie invasora e seu efeito indireto sobre a fauna nectônica, conforme impactos 09 e 10, poderão causar a redução da quanti-

dade de pescados de interesse comercial. Entretanto, considerando a menor sensibilidade da fauna nectônica, de acordo com o impacto 10, e a alta improbabilidade de impacto com extensão espacial na atividade pesqueira, este impacto é considerado de reduzida magnitude.

Portanto, este impacto foi classificado como negativo, indireto, regional, irreversível, permanente e imediato. Sendo assim, a importância é moderada.

Como medida preventiva, a empresa deverá certificar-se que as embarcações estarão com os cascos limpos, livres de bioincrustação e pintados com tinta antiincrustantes, devidamente certificada pela Sociedade Classificadora, em atendimento a NORMAM 23/2007 DPC de Controle de Sistemas Antiincrustantes Danosos em Embarcações.

Aspecto Ambiental: Trafego de embarcações

Impacto 12 – Abalroamento de fauna marinha por embarcações

O fluxo das embarcações durante as atividades que envolvem a instalação da Planta Piloto poderá provocar a colisão com indivíduos da fauna nectônica.

Tanto os cetáceos, quanto os sirênios estão suscetíveis a esses acidentes, sendo estes fatores ambientais de alta sensibilidade, por possuírem espécies na lista de ameaçados de extinção. Entretanto, de acordo com as informações descritas no Programa de Monitoramento da Pesca, esse tipo de acidente é raro e não é registrado desde 2009.

Portanto, este impacto foi classificado como negativo, direto, regional, irreversível, cíclico (pois somente ocorrerá quando as embarcações estiverem se deslocando) e imediato. Foi avaliado com magnitude média, pois apesar de poder provocar efeito sobre espécies sensíveis, a probabilidade de ocorrer é ínfima. Sendo assim a importância é moderada.

Como medida preventiva a empresa, executará o programa de monitoramento embarcado (PME), incluindo um monitor de biota nas embarcações durante sua operação.

B) Operação

Aspecto Ambiental: Trafego de embarcações

Impacto 13 – Abalroamento de fauna marinha por embarcações

A descrição deste impacto é semelhante à do impacto 12, as únicas diferenças são relacionadas ao tipo de embarcação (*surfer landing*) e à periodicidade do seu uso. Essas embarcações farão uma incursão (ida e volta) do porto até a Planta Piloto em no máximo, uma vez por mês, ao longo da operação do empreendimento (visando a manutenção das estruturas). Portanto, a capacidade de atrair mamíferos marinhos e de ocorrer o abalroamento acidental é ainda menor.

Portanto, este impacto foi classificado como negativo, direto, regional, irreversível, cíclico (pois somente ocorrerá quando as embarcações estiverem se deslocando) e imediato. Foi avaliado com magnitude média, pois apesar de poder provocar efeito sobre espécies sensíveis, a probabilidade de ocorrer é ínfima. Sendo assim a importância é moderada.

Como medida preventiva a empresa, treinará a equipe de manutenção sobre os procedimentos específicos de navegação com a finalidade de evitar a ocorrência desse acidente.

Aspecto Ambiental: Efeito de piloto para produção de energia eólica offshore

Impacto 14 – Incremento das economias local, estadual e nacional

Trata-se de um risco positivo relativo ao efeito demonstrativo que este empreendimento pode ter numa futura opção nacional pela produção de energias renováveis marinhas, seja no âmbito da exploração petrolífera offshore seja como alternativa de produção de eletricidade a nível nacional.

Caso se materialize, promoverá a criação de empresas e do sector das energias renováveis marinhas no Brasil que ainda se encontra pouco desenvolvido.

Portanto, este impacto foi classificado como positivo, direto, estratégico, reversível, permanente e de longo prazo. Foi avaliado com magnitude elevada, pois poderá alterar a matriz energética do país. Sendo assim a importância é grande.

C) Desativação

A avaliação dos impactos ambientais relacionados ao vazamento de óleo combustível das embarcações para a fase de desinstalação (do número 15 ao 22) corresponde às avaliações dos impactos relativos ao mesmo aspecto na fase de instalação (do número 01 ao 08).

Da mesma forma, a avaliação do impacto 23, relativo ao tráfego de embarcações, corresponde à avaliação do impacto relativo ao mesmo aspecto na fase de instalação (12).

VII.3.3.3 - Classificação dos impactos potenciais

Nas Tabelas VII.2.3.3-1 a VII.2.3.3-3, apresenta-se a síntese da classificação dos impactos potenciais avaliados e as respectivas medidas destinadas ao seu equacionamento, relativo às fases de instalação, operação e desativação.

Tabela VII.2.3.3-1 – Matriz de classificação dos impactos potenciais da fase de instalação.

Ação geradora de impacto	Fator Ambiental	Nº	Impacto	Natureza	Incidência	Escala	Reversibili-	Duração	Temporali-	Magnitude	Importância	Medidas mitigadoras
Vazamento de óleo combustível no mar pelas embarcações	Água	01	Alteração das características físico-químicas da água	NEG	DIR	REG	REV	TEM	IME	RED	BAI	Acionar o Plano de Emergência para Vazamento de Óleo (PEVO) da empresa. Aplicar as salvaguardas propostas para as atividades envolvendo embarcações.
	Plânctons	02	Interferência na comunidade planctônica	NEG	DIR	REG	REV	TEM	IME	RED	BAI	
	Néctons	03	Interferência na ictiofauna, quelônios e mamíferos marinhos	NEG	DIR	REG	REV	TEM	IME	ELE	GRA	
	Bentos	04	Interferência na comunidade bentônica	NEG	DIR	REG	REV	TEM	IME	RED	BAI	
	Avifauna	05	Interferência na avifauna	NEG	DIR	REG	REV	TEM	IME	MED	MOD	
	Zonas de Transição	06	Distúrbios em manguezais e praias	NEG	DIR	REG	REV	TEM	IME	MED	MOD	

Ação geradora de impacto	Fator Ambiental	Nº	Impacto	Natureza	Incidência	Escala	Reversibili-	Duração	Temporali-	Magnitude	Importância	Medidas mitigadoras
	Recifes	07	Distúrbios em áreas recifais	NEG	DIR	REG	REV	TEM	IME	MED	MOD	
	Atividade pesqueira	08	Interferência sobre atividade pesqueira	NEG	IND	REG	REV	TEM	IME	RED	BAI	
Introdução de espécies invasoras	Bentos	09	Interferência na comunidade bentônica	NEG	DIR	REG	IRR	PER	MP	MED	GRA	Como medida preventiva, as embarcações estarão com os cascos limpos, livres de bioincrustação e pintados com tinta antiincrustrantes, devidamente certificada pela Sociedade Classificadora, em atendimento a NORMAM 23/2007 DPC de Controle de Sistemas Antiincrustrantes Danosos em Embarcações.
	Néctons	10	Interferência na ictiofauna, quelônios e mamíferos marinhos	NEG	IND	REG	REV	PER	MP	RED	MOD	
	Atividade pesqueira	11	Interferência sobre atividade pesqueira	NEG	IND	REG	REV	PER	MP	RED	MOD	
Tráfego de embarcações	Néctons	12	Abalroamento de fauna marinha	NEG	DIR	REG	IRR	CIC	IME	MED	MOD	Executar o Programa de Monitoramento Embarcado (PME), incluindo um monitor de biota a bordo.

Tabela VII.2.3.3-2 – Matriz de classificação dos impactos potenciais da fase de operação.

Ação geradora de impacto	Fator Ambiental	Nº	Impacto	Natureza	Incidência	Escala	Reversibilidade	Duração	Temporalidade	Magnitude	Significância	Medidas mitigadoras
Tráfego de embarcações <i>surfer landing</i>	Néctons	13	Abalroamento de fauna marinha	NEG	DIR	REG	IRR	CIC	IME	MED	MOD	Como medida preventiva a empresa, treinará a equipe de manutenção sobre os procedimentos específicos de navegação com a finalidade de evitar a ocorrência desse acidente.
Efeito de piloto para produção de energia eólica offshore	Atividades de comércio e serviços	14	Incremento das economias local, estadual e nacional	POS	DIR	EST	REV	PER	LP	ELE	GRA	X

Tabela VII.2.3.3-3 – Matriz de classificação dos impactos potenciais da fase de desativação.

Ação geradora de impacto	Fator Ambiental	Nº	Impacto	Natureza	Incidência	Escala	Reversibili-	Duração	Temporali-	Magnitude	Importância	Medidas mitigadoras
Vazamento de óleo combustível no mar pelas embarcações	Água	15	Alteração das características físico-químicas da água	NEG	DIR	REG	REV	TEM	IME	RED	BAI	Acionar o Plano de Emergência para Vazamento de Óleo (PEVO) da empresa. Aplicar as salvaguardas propostas para as atividades envolvendo embarcações.
	Plânctons	16	Interferência na comunidade planctônica	NEG	DIR	REG	REV	TEM	IME	RED	BAI	
	Néctons	17	Interferência na ictiofauna, quelônios e mamíferos marinhos	NEG	DIR	REG	REV	TEM	IME	ELE	GRA	
	Bentos	18	Interferência na comunidade bentônica	NEG	DIR	REG	REV	TEM	IME	RED	BAI	
	Avifauna	19	Interferência na avifauna	NEG	DIR	REG	REV	TEM	IME	MED	MOD	
	Zonas de Transição	20	Distúrbios em manguezais e praias	NEG	DIR	REG	REV	TEM	IME	MED	MOD	

Ação geradora de impacto	Fator Ambiental	Nº	Impacto	Natureza	Incidência	Escala	Reversibili-	Duração	Temporali-	Magnitude	Importância	Medidas mitigadoras
	Recifes	21	Distúrbios em áreas recifais	NEG	DIR	REG	REV	TEM	IME	MED	MOD	
	Atividade pesqueira	22	Interferência sobre atividade pesqueira	NEG	IND	REG	REV	TEM	IME	RED	BAI	
Tráfego de embarcações	Néctons	23	Abalroamento de fauna marinha	NEG	DIR	REG	IRR	CIC	IME	MED	MOD	Executar o Programa de Monitoramento Embarcado (PME), incluindo um monitor de biota na embarcação

VII.2.4 - Análise Sumária dos Impactos Cumulativos e Sinérgicos

Os impactos ambientais relacionados à alteração morfológica do sedimento e à interferência sobre a fauna marinha (causada por ruídos e pela presença dos elementos do projeto) são cumulativos em relação às atividades petrolíferas e pesqueiras praticadas na região. O mesmo pode ser dito em relação aos impactos sobre a atividade pesqueira, em função do estabelecimento de novas zonas de restrição à pesca.

Entretanto, dada a pequena escala do empreendimento em análise (apenas um aerogerador, uma torre anemométrica e o cabo submarino) considera-se que os impactos ambientais da Planta Piloto de Geração Eólica Offshore contribuem de forma desprezível para os impactos cumulativos sobre os recursos naturais e sociais da área de estudo.

Em relação a impacto sinérgico, destaca-se a intensificação do efeito recife no entorno das subestruturas do aerogerador e da torre anemométrica, quando associado à área de restrição da pesca. Entretanto, por conta do seu porte, a relevância deste impacto sinérgico é ínfima, podendo até se configurar em um efeito positivo por reproduzir uma zona de proteção para a fauna marinha.

A única exceção em termos de relevância estaria relacionada ao potencial impacto sinérgico relativo ao efeito demonstrativo que este empreendimento pode ter numa futura opção nacional pela produção de energias renováveis marinhas, seja no âmbito da exploração petrolífera offshore, seja como alternativa de produção de eletricidade a nível nacional, podendo promover a criação de empresas e estimular o desenvolvimento do setor das energias renováveis marinhas no Brasil.

VII.2.5 - Síntese Conclusiva

Em síntese, foram avaliados 56 impactos ambientais do empreendimento Planta Piloto de Geração Eólica Offshore, 33 impactos reais (58,93 %) e 23 impactos potenciais (41,07 %).

Dentre os impactos avaliados, 25 são da fase de instalação (44,64 %), 9 da operação (16,07 %) e 22 da desinstalação (39,29 %).

A Tabela VII.2.5-1 aponta a distribuição dos impactos reais e potenciais por fatores ambientais:

Tabela VII.2.5-1 - Distribuição dos impactos reais e potenciais por fatores ambientais

Fatores Ambientais	Impactos Reais	Impactos Potenciais	Total
Meio Físico	10	6	16 – 28,57 %
Biótico	18	13	31 – 55,36 %
Socioeconômico	5	4	09 – 16,07 %

Os impactos ambientais negativos mais relevantes, classificados com Importância Moderada (MOD) ou Grande (GRA), foram distribuídos entre os fatores ambientais nos quais atuam, conforme tabela a seguir:

Tabela VII.2.5-2 - Distribuição da importância dos impactos reais e potenciais relevantes, por fatores ambientais.

Fatores Ambientais	Impactos Reais		Impactos potenciais	
	MOD	GRA	MOD	GRA
Meio Físico	0	0	4	0
Biótico	3	0	6	3
Socioeconômico	0	0	1	0

Ressalta-se que foi avaliado um impacto ambiental positivo de grande importância, relacionado ao efeito indutor da implantação do projeto para a matriz energética nacional.

Áreas de influência Direta e Indireta

Conforme orientado pelo Termo de Referência emitido para esse estudo pelo IBAMA, as Áreas de influência Direta (AID) e Indireta (AI) só foram conhecidas após a avaliação dos impactos ambientais, realizadas nesse capítulo.

A AID é a área geográfica diretamente afetada pelos impactos decorrentes do empreendimento e corresponde ao espaço territorial contíguo e ampliado da Área Diretamente Afetada (ADA). Neste estudo, corresponde à fronteira entre os impactos classificados na escala local e regional. Logo, o limite da AID neste estudo corresponde à distância de 500 metros a partir das subestruturas nas fases de instalação e desativação do empreendimento, 50 metros na fase de operação (conforme delimitado no capítulo IV), à área da ADA na localização do cabo submarino e ao município de Guamaré (meio socioeconômico). A Figura VII.2.5-1 apresenta a delimitação da AID do projeto para os meios físico e biótico:

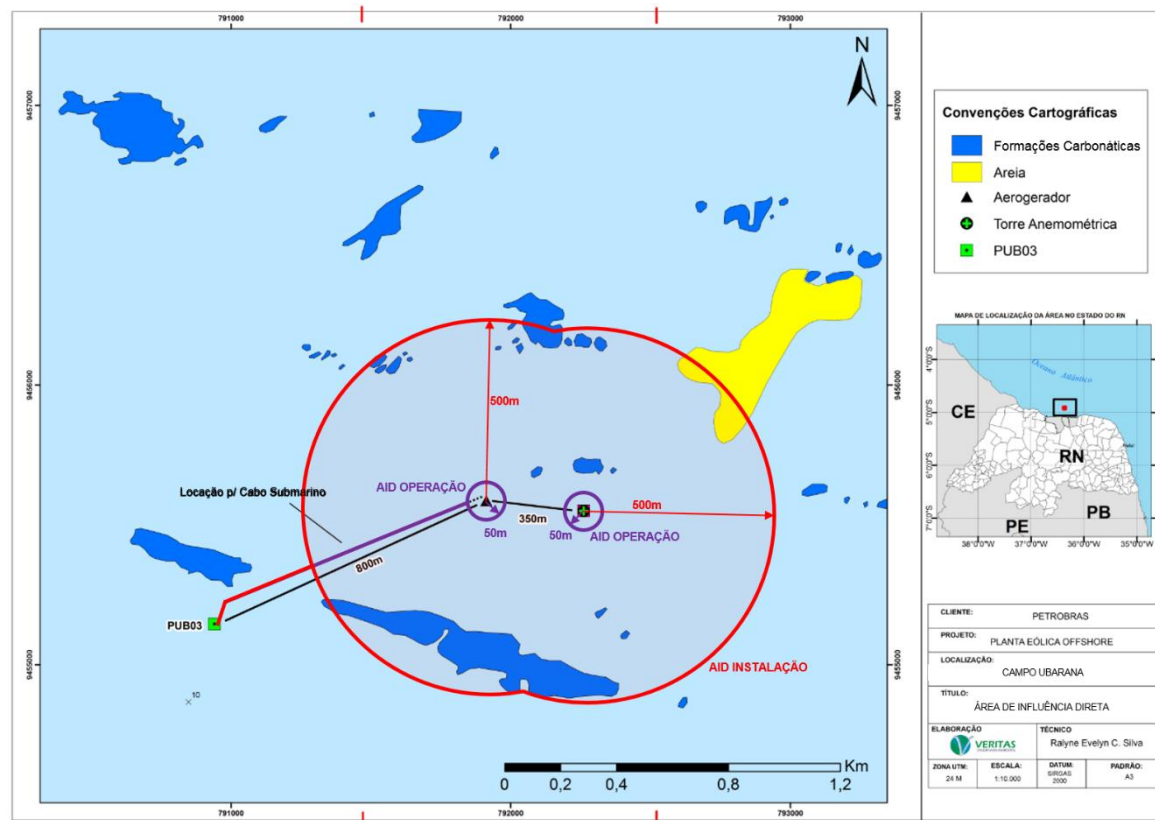


Figura VII.2.5-1 – Área de Influência Direta do meio físico e biótico

A AI, corresponde à Área de Estudo (AE), também delimitada no capítulo IV, uma vez que corresponde ao alcance máximo de efeitos não desprezíveis dos

impactos relacionados aos ruídos subaquáticos, à impactos socioeconômicos e ao alcance máximo dos impactos potenciais (vazamento de óleo, por exemplo).

VII.3 - Riscos Ambientais

A descrição do empreendimento (Capítulo III.2) e a avaliação dos impactos potenciais (item VII.2.3) permitiram a percepção de que a maioria dos riscos ambientais estão associados ao uso de embarcações durante a instalação e desativação do empreendimento. Notadamente, o vazamento de um grande volume de óleo combustível após um evento acidental extremo.

Considerando que para a fase de desativação (prevista para ocorrer em um prazo de 20 anos) serão adotadas premissas e preceitos ambientais com base nas novas tecnologias que poderão surgir até o fim da vida útil do empreendimento, esta seção focou na identificação dos riscos ambientais da fase de instalação.

Entretanto, ressaltamos que a avaliação dos riscos identificados nesta seção será complementada e detalhada após o término da licitação da empresa que executará os procedimentos de instalação e montagem dos elementos do projeto, com a participação conjunta dos representantes de todas as atividades envolvidas.

VII.3.1 - Metodologia

Conforme descrição da implantação do empreendimento, foram listadas as atividades que subsidiaram a elaboração deste trabalho:

- 1- Transporte dos elementos do projeto até o local de instalação;
- 2- Sustentação do navio *heavy-lift*;
- 3- Aproximação das embarcações e içamento das jaquetas;
- 4- Posicionamento das jaquetas no fundo marinho;
- 5- Perfuração do sedimento e fixação das estacas;
- 6- Montagem do aerogerador e da torre anemométrica;
- 7- Montagem do aerogerador e da torre anemométrica;
- 8- Lançamento do cabo submarino.

A partir da observação as atividades listadas acima, a identificação dos riscos ambientais nesta seção considerou como evento acidental o afundamento de

uma das quatro embarcações que serão utilizadas na instalação do empreendimento, e consequente vazamento de 600 m³ de óleo diesel no mar.

Considerando que as possíveis consequências ambientais da materialização deste evento acidental foram descritas no subitem VII.2.3.2 (Descrição dos Impactos Potenciais), esta seção focará na correspondência dos riscos identificados aos perigos, causas e salvaguardas potencialmente relacionados.

VII.3.2 - Identificação dos Riscos Ambientais

A identificação dos riscos está apresentada na matriz abaixo (Tabela VII.3.2-1), que associa os diferentes perigos potencialmente relacionados ao evento acidental considerado, com suas prováveis causas e as salvaguardas aplicáveis.

Tabela VII.3.2-1 – Matriz de identificação dos riscos ambientais.

PERIGOS	POSSÍVEIS CAUSAS	SALVAGUARDAS
Queda de carga	Falha dos cabos e acessórios; Falha na operação; Falha mecânica; Descumprimento do plano de <i>rigging</i> ;	Utilizar materiais certificados e dimensionados corretamente; Capacitar as equipes; Cumprir plano de manutenção e inspeção; Atender ao plano de <i>rigging</i> .
Colisão contra cargas	Falha na sinalização e isolamento da área; Falha na operação da movimentação de carga; Falha mecânica; Descumprimento do plano de <i>rigging</i> ;	Supervisionar atividades por TST; Capacitar as equipes; Cumprir plano de manutenção e inspeção; Atender ao plano de <i>rigging</i> .
Colisão com estruturas fixas	Falha na operação; Falha mecânica; Descumprimento do RIPEAM; Condições ambientais desfavoráveis	Capacitar as equipes; Cumprir plano de manutenção e inspeção; Atender exigências contratuais relativas ao anexo de SMS. Observar prévia das condições meteorológicas; Cumprir recomendações da autoridade marítima.

PERIGOS	POSSÍVEIS CAUSAS	SALVAGUARDAS
Ruptura das amarras	Falha dos cabos e acessórios; Falha na operação; Falha mecânica; Condições ambientais desfavoráveis	Utilizar materiais certificados e dimensionados corretamente; Capacitar as equipes; Cumprir plano de manutenção e inspeção; Atender exigências contratuais relativas ao anexo de SMS. Observar prévia das condições meteorológicas.
Tombamento de Equipamento	Condições de sedimento inadequadas para a operação de movimentação de cargas; Desrespeito aos limites de operação dos equipamentos de movimentação de carga (peso, raio etc); Falha na operação da movimentação de carga; Falha mecânica; Descumprimento do plano de <i>rigging</i> ;	Avaliar previamente o sedimento; Cobrar capacitação das equipes; Cumprir plano de manutenção e inspeção; Atender as recomendações do plano de <i>rigging</i> .
Fogo Repentino	Liberação de produto inflamável; Presença de um agente de ignição; Falha no controle do princípio do incêndio; Falta ou falha de equipamentos para controle de incêndios.	Capacitar as equipes; Cumprir plano de manutenção e inspeção; Atender exigências contratuais relativas ao anexo de SMS; Controlar de acesso e serviços a quente.
Queda de raio	Ocorrência natural fortuita	Aparelhamento e manutenção do sistema de proteção de descargas atmosféricas; Acompanhar prévia das condições meteorológicas.

PERIGOS	POSSÍVEIS CAUSAS	SALVAGUARDAS
Adernamento e Movimentos excessivos da embarcação (RAO)	Condições ambientais desfavoráveis Movimentação e apeamento de cargas inapropriadas; Falha no sistema de lastro; Falha na operação;	Capacitar as equipes; Cumprir plano de manutenção e inspeção; Cumprir condições impostas pela Análise de estabilidade das embarcações aprovado pela Petrobras; Cumprir exigências contratuais pertinentes; Observar previamente condições meteorológicas. Atender recomendações do plano de <i>rigging</i> .
Colisão de embarcações	Falha na operação; Falha mecânica; Descumprimento do RIPEAM; Condições ambientais desfavoráveis	Capacitar as equipes; Cumprir plano de manutenção e inspeção; Cumprir exigências contratuais pertinentes; Observar previamente condições meteorológicas; Cumprir recomendações da autoridade marítima.
Perda de ancoragem	Falha na operação; Condições ambientais desfavoráveis Não cumprimento do plano de ancoragem aprovado pela Petrobras; Falha mecânica nos sistemas de ancoragem (incluindo cabos, âncoras etc) Dimensionamento incorreto do sistema de ancoragem (pequenas embarcações).	Capacitar as equipes; Cumprir plano de manutenção e inspeção; Cumprir plano de ancoragem aprovado pela Petrobras e/ou LV da embarcação; Cumprir exigências contratuais pertinentes; Observar previamente condições meteorológicas.

PERIGOS	POSSÍVEIS CAUSAS	SALVAGUARDAS
Perda de flutuabilidade	Falha na operação; Falha mecânica; Descumprimento do RIPEAM; Condições ambientais desfavoráveis Furo no casco. Tombamento e/ou falha no apeamento de cargas. Falha no sistema de lastro;	Capacitar as equipes; Cumprir plano de manutenção e inspeção; Cumprir condições impostas pela Análise de estabilidade das embarcações aprovado pela Petrobras; Cumprir exigências contratuais pertinentes; Observar previamente condições meteorológicas; Observar previamente cartas náuticas; Cumprir SEA FASTENING aprovado pela PETROBRAS.

VII.3.3 - Descrição das Causas

Este item se dedica à apresentação das principais causas dos riscos associados ao afundamento de embarcação seguido de vazamento de óleo diesel (Tabela VII.3.3-1):

Tabela VII.3.3-1 – Descrição das possíveis causas.

POSSÍVEIS CAUSAS	DESCRIÇÃO
Falha dos cabos e acessórios	Falha no dimensionamento do plano de movimentação de cargas (plano de <i>rigging</i>). Erro no dimensionamento de cabos e acessórios. Equipamentos submetidos a esforços além de seu regime de trabalho. Cabos ou acessórios subdimensionados para a movimentação da carga. Cabos ou acessórios malconservados, com inspeção vencida, fora do prazo de validade ou não certificado.
Falha na operação	Pode envolver situações como fatores humanos (biopsicossociais), falhas por interpretação de dados incorretos (erro de calibração de instrumentos), ausência de informações adequadas para a operação de máquinas e equipamentos, ausência de supervisão ou falha humana.
Falha mecânica	Evento ocorrido em máquina ou equipamento que impede seu funcionamento, envolvendo elementos preventivos ou corretivos dos procedimentos de manutenção.

POSSÍVEIS CAUSAS	DESCRIÇÃO
Descumprimento do plano de <i>rigging</i>	O plano de <i>rigging</i> é um documento que contém o plano de "movimentação de cargas". Este documento leva em consideração, entre outras variáveis, o peso da carga, dimensões, necessidade do uso de eslingas especiais e pontos de ancoragem ou guindastes. Seu descumprimento pode ocasionar em acidentes como tombamento de estruturas de guindar, colapso de acessórios, queda de cargas entre outros.
Falha na operação da movimentação de carga	Pode envolver fatores diversos como fatores humanos (biopsicossociais) durante a operação de máquinas e equipamentos, condições ambientais adversas ou ainda déficit de informações para realização da tarefa.
Descumprimento do RI-PEAM	Deixar de cumprir o Regulamento Internacional Para Evitar Abalroamentos no Mar - Norma expedida pela autoridade marítima.
Condições ambientais desfavoráveis	As condições meteorológicas adversas como chuvas, ocorrência de raios, presença de fortes ventos e de ondas altas podem comprometer a realização de determinadas atividades, como as que envolvem movimentação de carga.
Condições de sedimento inadequadas para a operação de movimentação de cargas	A constituição do sedimento não suporta a estrutura de movimentação de carga. Acarreta em afundamento, oscilação ou tombamento de equipamentos de elevação e movimentação de carga durante a realização da atividade. Neste contexto, é especialmente relevante a sustentação das pernas do navio <i>heavy-lift</i> .
Desrespeito aos limites de operação dos equipamentos de movimentação de carga (peso, raio etc);	Utilizar equipamentos de carga fora da especificação. Submeter os equipamentos a cargas maiores que as suportadas dentro de suas condições de operação. Pode ocasionar em acidentes como tombamento de estruturas de guindar, colapso de acessórios, queda de cargas entre outros.
Liberação de produto inflamável	Perda de contenção primária de produto inflamável.
Presença de um agente de ignição	Presença de superfícies quentes, chamas ou faíscas que sirvam de fonte de ignição para atmosferas explosivas ou queima de produtos inflamáveis ou combustíveis.
Falha no controle do princípio do incêndio	Quando as ações iniciais de combate ao princípio de incêndio superam os recursos locais, ocasionando em agravamento de sinistro.

POSSÍVEIS CAUSAS	DESCRIÇÃO
Falta ou falha de equipamentos para controle de incêndios	Ausência ou falha de equipamentos móveis ou fixos para combate a incêndios como hidrantes, sprinklers ou sistemas de dilúvio (combate com água); Ausência ou falha de equipamentos móveis ou fixos para combate a incêndios como extintores portáteis (com agentes extintores Água, Pó químico, Dióxido de Carbono ou Pó especial classes ABC) ou sistemas fixos pressurizados. Pode ocorrer por falha nas inspeções periódicas, ausência de recargas ou por perda de pressão.
Ocorrência natural fortuita	Ocorrência de fenômenos da natureza, como maremotos ou tempestades.
Movimentação e apeamento de cargas inapropriadas	Falha no dimensionamento do plano de movimentação de cargas (plano de <i>rigging</i>).
Falha no sistema de lastro	Falha no sistema que mantém a estabilidade, balanço e integridade estrutural de uma embarcação. Geralmente o lastro das embarcações é preenchido com água, quando vazio e está água é esvaziada, quando o navio é carregado com cargas.
Não cumprimento do plano de ancoragem aprovado pela Petrobras	Descumprimento dos procedimentos impostos no plano de ancoragem, consistindo em falhas na disciplina operacional ou supervisão dos serviços.
Falha mecânica nos sistemas de ancoragem (incluindo cabos, âncoras etc)	Falhas derivadas de fadigas, corrosão prematura ou sobrecarga aos sistemas de ancoragem.
Dimensionamento incorreto do sistema de ancoragem (pequenas embarcações)	Ocorrência de falhas no dimensionamento das estruturas de ancoragem, favorecendo o rompimento e consequente desestabilização das embarcações.
Furo no casco	Evento no qual uma embarcação pode vir a pique, em função da entrada de água nos seus compartimentos internos, alternando a sua condição de flutuabilidade e centro de gravidade.

POSSÍVEIS CAUSAS	DESCRIÇÃO
Tombamento e/ou falha no apeamento de cargas	Falhas nos procedimentos ou dimensionamento equivocado dos equipamentos de carga, favorecendo o tombamento de toda a estrutura, incluindo a máquina de carga.

VII.3.4 - Descrição das Salvaguardas

Este item se dedica à apresentação das principais salvaguardas propostas de forma a prevenir as causas dos riscos associados ao afundamento de embarcação seguido de vazamento de óleo diesel (Tabela VII.3.4-1):

Tabela VII.3.4-1 – Descrição das salvaguardas propostas.

SALVAGUARDAS PROPOSTAS	DESCRIÇÃO
Utilizar materiais certificados e dimensionados corretamente	Garantir que serão evitados o uso de materiais fora de especificação técnica, improvisações e adaptações. Utilizar materiais adequados e específicos para a realização da atividade.
Capacitar as equipes	Garantir que os membros da equipe conhecem os riscos relativos a atividade, as condições e os padrões de execução da tarefa, incluindo os treinamentos legais previstos para realização da atividade.
Cumprir plano de manutenção e inspeção	Cumprir integralmente as manutenções preventivas, preditivas ou corretivas, previstas no plano de manutenção e inspeção. Garantir que as inspeções visuais ou especiais sejam realizadas. Esta salvaguarda visa atuar na prevenção a acidentes por falhas ou fadigas. Incrementa a confiabilidade e durabilidade de equipamentos e máquinas, sistemas ou processos em geral.
Atender ao plano de <i>rigging</i>	Garantir o cumprimento do dimensionamento contido no plano de "movimentação de cargas". Estes documentos levam em consideração, entre outras variáveis, o peso da carga, dimensões, necessidade do uso de eslingas especiais, pontos de ancoragem e o uso de guindastes.
Supervisionar atividades por TST	Garantir a presença de um profissional técnico de Segurança do Trabalho durante a execução das atividades, sendo tal requisito uma exigência contratual aos serviços a serem realizados.

SALVAGUARDAS PROPOSTAS	DESCRIÇÃO
Atender exigências contratuais relativas ao anexo de SMS	Os anexos de SMS contêm diversas recomendações para garantia de condições basilares quanto ao atendimento a normas nacionais ou internas da companhia. Dependendo do tipo de atividade, pode conter recomendações especiais e específicas, de modo a garantir o bom andamento dos trabalhos nos quesitos de Segurança, Meio Ambiente e Saúde. São exemplos de exigências contratuais a informação de acidentes ou incidentes ocorridos com pessoas, meio ambiente ou patrimônio, diretamente ao fiscal do contrato, a implementação de programas como o PPRA e PCMSO, a exigência de comprovação de cursos e treinamentos e ainda as comprovações de vínculos empregatícios e exames de aptidão para o trabalho.
Observar prévia das condições meteorológicas	As condições meteorológicas adversas como precipitação de chuvas, ocorrência de raios, baixa ou alta umidade relativa do ar, presença de fortes ventos podem comprometer a realização de determinadas atividades, como as que envolvem movimentação de carga, trabalho em redes energizadas, trabalhos em plataformas ou em campo aberto. Logo, a obtenção online e prévia dessas informações garante a não ocorrência de surpresas durante certas tarefas.
Aparelhamento e manutenção do sistema de proteção de descargas atmosféricas	Também conhecido como SPDA ou sistema "para-raios". Evita a ignição de produtos inflamáveis ou explosivos em áreas classificadas, evitando princípios de incêndio ou ainda eletrolessões. Incrementa a segurança de equipamentos sensíveis a variações de tensão e corrente, garantindo a sua integridade.
Cumprir recomendações da autoridade marítima	Cumprir as recomendações oriundas da autoridade marítima, por meio das normas ou inclusive recomendações adicionais de segurança.
Avaliar previamente o sedimento	Garantir que o sedimento suporte a estrutura de movimentação de carga. Evitar que equipamentos de elevação e movimentação de carga afundem, oscilem ou tombem durante a realização da atividade.
Controlar de acesso e serviços a quente	Tornar a área restrita ao acesso de pessoas, somente permitindo a entrada a profissionais treinados em técnicas de combate a incêndios (brigadistas ou bombeiros).

SALVAGUARDAS PROPOSTAS	DESCRIÇÃO
Cumprir condições impostas pela Análise de estabilidade das embarcações aprovado pela Petrobras	Para realização das atividades, as condições marítimas aceitáveis, serão impostas pela Petrobras, mediante acordo prévio com as autoridades náuticas e com a observância as boas práticas de navegação e realização de trabalhos de transferência de cargas.
Cumprir exigências contratuais pertinentes	Obedecer às cláusulas contratuais existentes nos processos de contratação de bens e serviços da companhia.
Cumprir plano de ancoragem aprovado pela Petrobras e/ou LV da embarcação	Antes da liberação de quaisquer embarcações a Petrobras aplica uma lista de verificação para avaliação da qualidade e conformidade de padrões de atendimento aos serviços previstos. Apenas embarcações aprovadas serão utilizadas no serviço.
Cumprir condições impostas pela Análise de estabilidade das embarcações aprovado pela Petrobras	Para realização das atividades, as condições marítimas aceitáveis, serão impostas pela Petrobras, mediante acordo prévio com as autoridades náuticas e com a observância as boas práticas de navegação e realização de trabalhos de transferência de cargas.
Observar previamente cartas náuticas	Observar antecipadamente a representação cartográfica de uma área náutica, visando identificar condições como relevo da costa, relevo aquático, além de outras edificações (portos etc), vegetação, infraestrutura e pontos relevantes da costa.
Cumprir SEA FASTENING aprovado pela PETROBRAS	Realizar o devido amarramento dos equipamentos à embarcação de modo a garantir sua segurança ao longo da viagem.

As salvaguardas descritas neste item somam-se às medidas mitigatórias propostas na seção VIII, onde serão apresentadas todas as ações, planos e programas responsáveis pela prevenção, correção, monitoramento e gerenciamento dos riscos e impactos ambientais do empreendimento.

VIII - MEDIDAS MITIGADORAS, COMPENSATÓRIAS, PROGRAMAS DE CONTROLE, MONITORAMENTO E GERENCIAMENTO DE RISCOS E ACIDENTES

Serão apresentados neste capítulo as medidas mitigatórias, compensatórias e os programas de controle, monitoramento e gerenciamento de riscos e acidentes, congregando assim todos os elos para a efetiva mitigação dos impactos e riscos identificados.

Todo o capítulo é estruturado com base no prognóstico das condições emergentes, atentando para a avaliação com e sem a implantação do empreendimento, como já apresentado nos capítulos VI e VII, e, portanto, relacionando as medidas mitigadoras com vistas a eliminar, minimizar ou compensar os possíveis impactos e riscos identificados.

O capítulo será dividido em duas seções: a VIII.1 tratará das Medidas Mitigadoras e Compensatórias e a VIII.2 descreverá os Programas de Controle, Monitoramento e Gerenciamento de Riscos e Acidentes.

As medidas mitigatórias recomendadas serão associadas a todos os aspectos e respectivos impactos reais e potenciais, das fases de instalação, operação e desativação, bem como ao fator ambiental (componente ambiental) afetado. Em seguida, essas medidas serão classificadas quanto ao carácter e eficácia, conforme abaixo:

Carácter da Medida Mitigadora

Preventiva – quando a ação resulta na prevenção da ocorrência total ou parcial do impacto ambiental negativo;

Corretiva – quando a ação resulta na correção total ou parcial do impacto ambiental negativo que já ocorreu.

Eficácia da Medida Mitigadora

Baixa – quando a ação não reduz o impacto ou resulta em redução irrelevante na avaliação final do impacto ambiental negativo;

Média – quando a ação resulta em redução parcial do impacto ambiental negativo;

Alta – quando a ação anula o impacto ou resulta em uma relevante redução na avaliação final do impacto ambiental negativo.

Quanto aos Programas de Controle, Monitoramento e Gerenciamento de Riscos e Acidentes, serão descritos o planejamento conceitual da implementação das medidas mitigatórias, bem como os demais componentes considerados necessários e integrantes do Sistema de Gestão Ambiental (SGA).

Também será efetuada, quando possível, a associação de programas já existentes na região de implantação do empreendimento, principalmente na PUB-3, aos propostos neste capítulo.

VIII.1 - Medidas Mitigadoras e Compensatórias

VIII.1.1 - Medidas Mitigadoras dos Impactos Reais

A seguir, nas Tabelas VIII.1.1-1 a VIII.1.1-3, estão apresentadas e classificadas todas as medidas mitigatórias recomendadas aos impactos reais do empreendimento, para as fases de instalação, operação e desativação, respectivamente.

A avaliação dos impactos reais da Planta Piloto não identificou a pertinência para aplicação de medida compensatória.

Tabela VIII.1.1-1 – Medidas Mitigadoras dos Impactos Ambientais Reais para a Fase de Instalação

Ação geradora de impacto	Fator Ambiental	Nº	Impacto	Medidas Mitigadoras Recomendadas	Caráter	Eficácia
Perfuração do fundo marinho com estacas para fixação das subestruturas	Sedimento	1	Alteração morfológica do fundo marinho	Será realizada uma campanha de inspeção do leito marinho (<i>pre lay survey</i>) em etapa anterior à perfuração do sedimento, visando garantir a não interferência em formações naturais sensíveis, além de evitar obstáculos naturais. Após a definição exata dos pontos de perfuração do sedimento, com base nos resultados da campanha de inspeção, serão elaborados e aplicados procedimentos operacionais com o objetivo de limitar, ao mínimo indispensável, a área de contato com o fundo marinho e a duração da atividade.	Preventiva	Média
	Bentos	2	Interferência na comunidade bentônica			
	Água	3	Alteração das características físico-químicas da água			
Geração de ruído subaquático devido à perfuração do fundo marinho	Néctons	4	Interferência na ictiofauna e de mamíferos marinhos	Será executado o Programa de Monitoramento Embarcado (PME), incluindo um monitor de biota nas embarcações durante a instalação, devendo as atividades serem interrompidas caso seja observada a aproximação de um mamífero marinho.	Preventiva	Alta
Sustentação do navio heavy-lift e	Sedimento	5	Alteração na qualidade do sedimento	A inspeção do leito marinho também servirá como base para o Plano de Ancoragem das embarcações (mostrando os locais isentos de vida marinha, onde	Preventiva	Média

Ação geradora de impacto	Fator Ambiental	Nº	Impacto	Medidas Mitigadoras Recomendadas	Caráter	Eficácia
ancoragem das embarcações	Bentos	6	Interferência na comunidade bentônica	poderá ancorar), que conterà uma sequência operacional de posicionamento e um conjunto completo de desenhos indicadores das posições das âncoras, cabos de ancoragem e das pernas do navio <i>heavy-lift</i> , durante todas atividades embarcadas. Para cada posicionamento será garantida a segurança da operação, respeitando as formações naturais sensíveis e as estruturas artificiais indicadas pela inspeção preliminar, onde não será permitido o fundeio.		
Assentamento do cabo submarino	Sedimento	7	Alteração na qualidade do sedimento	Será realizada uma campanha de inspeção do leito marinho (<i>pre lay survey</i>) em etapa anterior ao lançamento do cabo, visando garantir a não interferência em formações naturais sensíveis, além de evitar obstáculos naturais.	Preventiva	Média
	Bentos	8	Interferência na comunidade bentônica			
Geração de ruído subaquático devido ao fluxo de embarcações	Néctons	9	Interferência na ictiofauna e em mamíferos marinhos	Será executado o Programa de Monitoramento Embarcado (PME), incluindo um monitor de biota nas embarcações durante a instalação, devendo as atividades serem interrompidas caso seja observada a aproximação de um mamífero marinho.	Preventiva	Alta

Ação geradora de impacto	Fator Ambiental	Nº	Impacto	Medidas Mitigadoras Recomendadas	Caráter	Eficácia
Geração de efluentes e resíduos pelas embarcações	Água	10	Alteração das características físico-químicas da água	Deve-se garantir que a empresa contratada para executar a instalação possua em suas embarcações sistema de condicionamento, tratamento e destinação final dos resíduos orgânicos, dos efluentes sanitários e de águas servidas. É fundamental atender, especialmente, à Convenção MARPOL (73/78), à NORMAM 07, que trata da poluição no mar, à Resolução CONAMA nº 430/2011 e à Norma Técnica IBAMA nº 01/2011. Atender ao Programa de Controle da Poluição.	Preventiva	Média
	Plâncton	11	Interferência na comunidade planctônica			
Zona de exclusão de pesca	Atividade pesqueira	12	Interferência sobre atividade pesqueira	Todas as operações serão devidamente informadas ao serviço de Aviso aos Navegantes da Marinha do Brasil, de forma que todas as embarcações não envolvidas nas operações de instalação da Planta Piloto sejam orientadas a não se aproximar da área durante o período em que durar a atividade. Através do Programa de Comunicação Social da UORNCE, serão implementadas ações de comunicação antes, durante (caso necessário) e depois da instalação, perante as entidades representativas da classe pesqueira, informando cronograma, justificativa e escopo da atividade. Também será buscada a redução do período de instalação dos elementos do projeto.	Preventiva	Alta

Ação geradora de impacto	Fator Ambiental	Nº	Impacto	Medidas Mitigadoras Recomendadas	Caráter	Eficácia
Demanda por produtos e serviços	Comércio e serviços	13	Incremento no comércio e serviço	-	,	-

Tabela VIII.1.1-2 – Medidas Mitigadoras dos Impactos Ambientais Reais para a Fase de Operação

Ação geradora de impacto	Fator Ambiental	Nº	Impacto	Medidas mitigadoras	Caráter	Eficácia
Geração de ruído subaquático pelo aerogerador	Néctons	14	Interferência na ictiofauna e em mamíferos marinhos	Executar o Plano de Monitoramento do Ruído Subaquático, com o uso de hidrofones, de forma a monitorar o potencial efeito dos ruídos e vibrações sobre a comunidade nectônica e subsidiar a avaliação da aplicabilidade de medidas adicionais.	Preventiva	Média
Presença do cabo submarino no leito marinho	Bentos	15	Interferência na comunidade bentônica	A realização da campanha de inspeção do leito marinho (<i>pre lay survey</i>) em etapa anterior ao lançamento do cabo, garantirá a não interferência em formações naturais sensíveis.	Preventiva	Média
Presença das subestruturas submersas do aerogerador e da torre anemométrica	Bentos	16	Interferência na comunidade bentônica	Executar o Plano de Monitoramento da Fauna Marinha no entorno das subestruturas, de forma a monitorar o potencial efeito recife e subsidiar a avaliação da aplicabilidade de medidas adicionais.	Preventiva	Média
	Néctons	17	Interferência na ictiofauna, quelônios e em mamíferos marinhos			

Ação geradora de impacto	Fator Ambiental	Nº	Impacto	Medidas mitigadoras	Caráter	Eficácia
	Avifauna	18	Interferência na avifauna	Executar o Plano de Monitoramento da Avifauna, através de câmeras, de forma a monitorar o potencial efeito barreira e subsidiar a avaliação da aplicabilidade de medidas adicionais. Caso seja observada uma perturbação significativa sobre a avifauna, o movimento das pás do aerogerador pode ser interrompido através do sistema de operação remoto.	Preventiva	Média
Movimento das pás do aerogerador	Avifauna	19	Interferência na avifauna		Preventiva	Média
Zona de exclusão de pesca	Atividade pesqueira	20	Interferência sobre atividade pesqueira	Executar, através do Programa de Comunicação Social da UO-RNCE, a comunicação ao serviço de Aviso aos Navegantes da Marinha do Brasil e entidades pesqueiras.	Preventiva	Alta

Tabela VIII.1.1-3 – Medidas Mitigadoras dos Impactos Ambientais Reais para a Fase de Desativação

Ação geradora de impacto	Fator Ambiental	Nº	Impacto	Medidas mitigadoras	Caráter	Eficácia
Corte e remoção das subestruturas	Sedimento	21	Alteração morfológica do fundo marinho	Elaborar Plano de Desativação que contenha procedimentos operacionais com o objetivo de limitar, ao mínimo indispensável, a área de contato com o fundo marinho e a duração da atividade.	Preventiva	Média
	Bentos	22	Interferência na comunidade bentônica			
	Água	23	Alteração das características físico-químicas da água			
Geração de ruído subaquático durante a operação de corte e remoção das subestruturas	Néctons	24	Interferência na ictiofauna e de mamíferos marinhos	Será executado o Programa de Monitoramento Embarcado (PME), incluindo um monitor de biota nas embarcações durante a desativação, devendo as atividades serem interrompidas caso seja observada a aproximação de um mamífero marinho.	Preventiva	Alta
Sustentação do navio he-	Sedimento	25	Alteração na qualidade do sedimento	A inspeção do leito marinho também servirá como base para o Plano de Ancoragem das embarcações (mostrando os locais isentos de vida marinha, onde poderá	Preventiva	Média

Ação geradora de impacto	Fator Ambiental	Nº	Impacto	Medidas mitigadoras	Caráter	Eficácia
avy-lift e ancoragem das embarcações de apoio	Bentos	26	Interferência na comunidade bentônica	ancorar), que conterà uma sequência operacional de posicionamento e um conjunto completo de desenhos indicadores das posições das âncoras, cabos de ancoragem e das pernas do navio <i>heavy-lift</i> , durante todas atividades embarcadas. Para cada posicionamento será garantida a segurança da operação, respeitando as formações naturais sensíveis e as estruturas artificiais indicadas pela inspeção preliminar, onde não será permitido o fundeio.		
Remoção do cabo submarino	Sedimento	27	Alteração na qualidade do sedimento	Elaborar Plano de Desativação que contenha procedimentos operacionais com o objetivo de limitar, ao mínimo indispensável, a área de contato com o fundo marinho e a duração da atividade.	Preventiva	Alta
	Bentos	28	Interferência na comunidade bentônica			
Geração de ruído subaquático devido ao fluxo de embarcações	Néctons	29	Interferência na ictiofauna e em mamíferos marinhos	Será executado o Programa de Monitoramento Embarcado (PME), incluindo um monitor de biota nas embarcações durante a desativação, devendo as atividades serem interrompidas caso seja observada a aproximação de um mamífero marinho.	Preventiva	Alta
Geração de efluentes e resíduos pelas embarcações	Água	30	Alteração das características físico-químicas da água	Deve-se garantir que a empresa contratada para executar a desativação possua em suas embarcações sistema de acondicionamento, tratamento e destinação final dos resíduos orgânicos, dos efluentes sanitários e de águas	Preventiva	Alta

Ação geradora de impacto	Fator Ambiental	Nº	Impacto	Medidas mitigadoras	Caráter	Eficácia
	Plâncton	31	Interferência na comunidade planctônica	servidas. É fundamental atender, especialmente, à Convenção MARPOL (73/78), à NORMAM 07, que trata da poluição no mar, à Resolução CONAMA nº 430/2011 e à Norma Técnica IBAMA nº 01/2011. Atender ao Programa de Controle da Poluição.		
Zona de exclusão de pesca	Atividade pesqueira	32	Interferência sobre atividade pesqueira	Todas as operações serão devidamente informadas ao serviço de Aviso aos Navegantes da Marinha do Brasil, de forma que todas as embarcações não envolvidas nas operações de desativação da Planta Piloto sejam orientadas a não se aproximar da área durante o período em que durar a atividade. Serão implementadas ações de comunicação antes, durante (caso necessário) e depois da desativação, perante as entidades representativas da classe pesqueira, informando cronograma, justificativa e escopo da atividade. Também será buscada a redução do período das atividades	Preventiva	Alta
Demanda por produtos e serviços	Comércio e serviços	33	Incremento no comércio e serviço	-	-	-

VIII.1.2 - Medidas Mitigadoras dos Impactos Potenciais

A seguir, nas Tabelas VIII.1.2-1 a VIII.1.2-3, estão apresentadas e classificadas todas as medidas mitigatórias recomendadas aos impactos potenciais do empreendimento, para as fases de instalação, operação e desativação, respectivamente.

Tabela VIII.1.2-1 – Medidas Mitigadoras dos Impactos Ambientais Potenciais para a Fase de Instalação

Ação geradora de impacto	Fator Ambiental	Nº	Impacto	Medidas mitigadoras	Caráter	Eficácia
Vazamento de óleo combustível no mar pelas embarcações	Água	01	Alteração das características físico-químicas da água	Aplicar todas as salvaguardas propostas no item VII.3.4 para as atividades envolvendo embarcações: <ul style="list-style-type: none"> – Cumprir plano de manutenção e inspeção; – Atender ao plano de rigging; – Supervisionar atividades por TST; – Atender exigências contratuais relativas ao anexo de SMS; – Observar prévia das condições meteorológicas; – Aparelhamento e manutenção do sistema de proteção de descargas atmosféricas; – Cumprir recomendações da autoridade marítima; – Avaliar previamente o sedimento marinho; – Controlar de acesso e serviços a quente; – Cumprir condições impostas pela Análise de estabilidade das embarcações aprovado pela Petrobras; – Cumprir exigências contratuais pertinentes; 	Preventiva	Alta
	Plânctons	02	Interferência na comunidade planctônica			
	Néctons	03	Interferência na ictiofauna, quelônios e mamíferos marinhos			

Ação geradora de impacto	Fator Ambiental	N°	Impacto	Medidas mitigadoras	Caráter	Eficácia
	Bentos	04	Interferência na comunidade bentônica	<ul style="list-style-type: none"> - Cumprir plano de ancoragem aprovado pela Petrobras e/ou LV da embarcação; - Cumprir condições impostas pela Análise de estabilidade das embarcações aprovado pela Petrobras; - Observar previamente cartas náuticas; - Cumprir SEA FASTENING aprovado pela PETROBRAS. 		
	Avifauna	05	Interferência na avifauna	Acionar o Plano de Emergência para Vazamento de Óleo (PEVO) da empresa. A estrutura do PEVO está dimensionada e apta para conter manchas oleosas, evitando que esta atinja ecossistemas sensíveis, identificados no Atlas de Sensibilidade Ambiental ao Óleo das Bacias marítimas do Ceará e Potiguar.	Corretiva	Alta
	Zonas de Transição	06	Distúrbios em manguezais e praias			
	Recifes	07	Distúrbios em áreas recifais			
	Atividade pesqueira	08	Interferência sobre atividade pesqueira			
Introdução de espécies invasoras	Bentos	09	Interferência na comunidade bentônica	Como medida preventiva, as embarcações estarão com os cascos limpos, livres de bioincrustação e pintados com tinta antiin-	Preventivo	Alta

Ação geradora de impacto	Fator Ambiental	Nº	Impacto	Medidas mitigadoras	Caráter	Eficácia
	Néctons	10	Interferência na ictiofauna, quelônios e mamíferos marinhos	crustrantes, devidamente certificada pela Sociedade Classificadora, em atendimento a NORMAM 23/2007 DPC de Controle de Sistemas Antiincrustrantes Danosos em Embarcações.		
	Atividade pesqueira	11	Interferência sobre atividade pesqueira			
Tráfego de embarcações	Néctons	12	Abalroamento de fauna marinha	Será executado o Programa de Monitoramento Embarcado (PME), incluindo um monitor de biota nas embarcações durante a instalação, devendo as atividades serem interrompidas caso seja observada a aproximação de um mamífero marinho.	Preventivo	Alta

Tabela VIII.1.2-2 – Medidas Mitigadoras dos Impactos Ambientais Potenciais para a Fase de Operação

Ação geradora de impacto	Fator Ambiental	Nº	Impacto	Medidas mitigadoras	Caráter	Eficácia
Tráfego de embarcações <i>surfer landing</i>	Néctons	13	Abalroamento de fauna marinha	A empresa treinará a equipe de manutenção sobre os procedimentos específicos de navegação com a finalidade de evitar a ocorrência desse acidente.	Preventiva	Alta
Efeito de piloto para produção de energia eólica offshore	Atividades de comércio e serviços	14	Incremento das economias local, estadual e nacional	-	-	-

Tabela VIII.1.2-3 – Medidas Mitigadoras dos Impactos Ambientais Potenciais para a Fase de Desativação

Ação geradora de impacto	Fator Ambiental	Nº	Impacto	Medidas mitigadoras	Caráter	Eficácia
Vazamento de óleo combustível no mar pelas embarcações	Água	01	Alteração das características físico-químicas da água	Aplicar todas as salvaguardas propostas no item VII.3.4 para as atividades envolvendo embarcações: <ul style="list-style-type: none"> – Cumprir plano de manutenção e inspeção; – Atender ao plano de rigging; – Supervisionar atividades por TST; – Atender exigências contratuais relativas ao anexo de SMS; – Observar prévia das condições meteorológicas; – Aparelhamento e manutenção do sistema de proteção de descargas atmosféricas; – Cumprir recomendações da autoridade marítima; – Avaliar previamente o sedimento marinho; – Controlar de acesso e serviços a quente; – Cumprir condições impostas pela Análise de estabilidade das embarcações aprovado pela Petrobras; – Cumprir exigências contratuais pertinentes; – Cumprir plano de ancoragem aprovado pela Petrobras e/ou LV da embarcação; – Cumprir condições impostas pela Análise de estabilidade das embarcações aprovado pela Petrobras; – Observar previamente cartas náuticas; – Cumprir SEA FASTENING aprovado pela PETROBRAS. 	Preventiva	Alta
	Plânctons	02	Interferência na comunidade planctônica			
	Néctons	03	Interferência na ictiofauna, quelônios e mamíferos marinhos			
	Bentos	04	Interferência na comunidade bentônica			

Ação geradora de impacto	Fator Ambiental	N°	Impacto	Medidas mitigadoras	Caráter	Eficácia
	Avifauna	05	Interferência na avifauna	Acionar o Plano de Emergência para Vazamento de Óleo (PEVO) da empresa. A estrutura do PEVO está dimensionada e apta para conter manchas oleosas, evitando que está atinja ecossistemas sensíveis, identificados no Atlas de Sensibilidade Ambiental ao Óleo das Bacias marítimas do Ceará e Potiguar.	Corretiva	Alta
	Zonas de Transição	06	Distúrbios em manguezais e praias			
	Recifes	07	Distúrbios em áreas recifais			
	Atividade pesqueira	08	Interferência sobre atividade pesqueira			
Tráfego de embarcações	Néctons	12	Abalroamento de fauna marinha	Será executado o Programa de Monitoramento Embarcado (PME), incluindo um monitor de biota nas embarcações durante a desativação, devendo as atividades serem interrompidas caso seja observada a aproximação de um mamífero marinho.	Preventivo	Alta

VIII.2 - Programas de Controle, Monitoramento e Gerenciamento de Riscos e Acidentes

Esta seção está dividida em dois itens. O item VII.2.1 apresentará os planos e programas ambientais específicos da Planta Piloto Eólica Offshore. O item VII.2.2 apresentará os planos e programas regionais no âmbito de atuação da UO-RNCE (onde o Campo de Ubarana está inserido) que serão aproveitados pelo Sistema de Gestão Ambiental deste projeto.

VIII.2.1 - Planos e Programas Específicos da Planta Piloto

VII.2.1.1 - Plano de Gestão Ambiental

Justificativa

As ferramentas de gestão ambiental possibilitam o desenvolvimento de ações operacionais para a implantação e execução dos Programas Ambientais. Dessa forma, o empreendedor poderá se orientar em como criar uma estrutura gerencial, a partir dos planos e programas sugeridos, de modo que possa garantir as técnicas de mitigação, prevenção, proteção, manejo e recuperação ambiental, viabilizando a coexistência do empreendimento no ambiente em questão.

Os mecanismos de gerenciamento permitem ainda realizar o controle do licenciamento ambiental, a coordenação da implantação de todos os programas e planos sugeridos e fazer cumprir as normas e diretrizes aplicáveis. Consiste em inspecionar a implantação das medidas mitigadoras em todas as fases do empreendimento, desde a implantação até a desativação.

Dentro desse contexto, o Plano de Gestão Ambiental (PGA) ora proposto deverá realizar esse papel fundamental, por meio da adequada criação, operacionalização e retroalimentação de um acervo de informações e dados ambientais sistematizados, visando gerenciar as ações ambientais propostas para o empreendimento e permitir o acompanhamento das alterações na qualidade ambiental durante a sua vida útil.

Objetivos

No que tange aos objetivos gerais, o plano visa assegurar que os demais programas e planos ambientais sugeridos sejam devidamente cumpridos, de acordo com normas legais e técnicas, visando a proteção do meio ambiente, do empreendimento e da sociedade.

Já em relação aos objetivos específicos, têm-se:

- ✓ Estabelecer procedimentos e instrumentos técnico-gerenciais, para garantir a implementação das ações propostas nos planos ambientais, nas fases de implantação e operação do empreendimento;
- ✓ Estabelecer mecanismos de supervisão ambiental;
- ✓ Estabelecer mecanismos de acompanhamento das medidas de controle e/ou de mitigação dos impactos e riscos ambientais propostos nesse estudo;
- ✓ Atuar na seleção e formulação de documentação necessária para atendimento das exigências realizadas pelo IBAMA;
- ✓ Gerenciar a elaboração das exigências ambientais, a serem cumpridas pelas empresas executoras dos planos e programas, bem como supervisionar a execução das mesmas avaliando os seus efeitos;
- ✓ Realizar o monitoramento e avaliação constantes das ações previstas, através da aferição de um conjunto de indicadores previamente definidos;
- ✓ Manter a comunicação direta com IBAMA.

Público-alvo

- ✓ Equipe Técnica da PETROBRAS;
- ✓ Empresa contratada (prestadora de serviço) responsável pela execução das ações, planos e programas ambientais;
- ✓ Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis - IBAMA;

Metodologia

A metodologia para implantação deste plano foi desenvolvida para todas as fases do empreendimento (implantação e operação), a partir das seguintes etapas relacionadas a seguir:

- ✓ Estudo e análise da documentação pertinente, compreendendo o conteúdo de cada ação, plano e programa ambiental;
- ✓ Elaborar procedimentos que contemplem todas as exigências estabelecidas na documentação analisada;
- ✓ Elaboração, como primeira atividade, do plano de trabalho e o cronograma executivo do controle ambiental, envolvendo o conjunto de procedimentos e ações de acompanhamento e fiscalização (PETROBRAS);
- ✓ Previsão da aquisição de equipamentos, suprimentos e materiais necessários à realização dos trabalhos;
- ✓ Inspeção contínua para identificar possíveis inconformidades durante a execução das mesmas e garantir o cumprimento dos planos e programas ambientais sugeridos;
- ✓ Elaboração e aplicação de planos de treinamento, de educação ambiental, comunicação social e de proteção individual para os trabalhadores;
- ✓ Elaboração de relatório descritivo identificando todas as ações, planos e programas, além das possíveis não conformidades identificadas para controle do empreendedor;
- ✓ Elaboração de mapa temático identificando os locais de trabalho;
- ✓ Elaboração de relatório técnico contemplando uma ampla documentação fotográfica e o mapa de localização de cada atividade, apontando os indicadores e metas alcançadas para serem entregues no órgão ambiental.

Atendimento a requisitos legais ou outros que venham a ser considerados relevantes

- ✓ ISO 14.0001 - Sistema de Gestão Ambiental
- ✓ Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981 - Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências;

- ✓ Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998 - Dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente, e dá outras providências.

Relações com as medidas mitigadoras

O Plano de Gestão Ambiental relaciona-se com todas as medidas mitigadoras apresentadas neste estudo, por meio do gerenciamento, acompanhamento e fiscalização da execução das ações, planos e programas previstos.

VII.2.1.2 - Plano de Monitoramento da Fauna Marinha

Propõe-se um plano de monitoramento da fauna marinha que abranja a área diretamente afetada pelas subestruturas, de forma a monitorar o potencial efeito recife.

Justificativa

O potencial efeito recife das subestruturas do aerogerador e da torre anemométrica por organismos marinhos deverá ser estudado durante a fase de operação do projeto. Este estudo de monitoramento permitirá esclarecer a existência de impacto nas comunidades marinhas.

Objetivos

- ✓ Calcular índices de biodiversidade;
- ✓ Calcular a densidade de organismos.

Público-alvo

- ✓ Equipe Técnica da PETROBRAS;
- ✓ Empresa contratada (prestadora de serviço) responsável pela execução das ações, planos e programas ambientais;
- ✓ Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis - IBAMA;

Metodologia

Para monitorar a fauna marinha é recomendada a realização de campanhas trimestrais de aquisição de material fotográfico e de vídeo das comunidades que habitam as subestruturas. A continuidade deste plano de monitoramento deve ser avaliada no final dos três primeiros anos de monitoramento. Se for considerado necessário, este período deverá ser estendido até cinco anos após a instalação.

O uso desse método não-destrutivo permitirá inspecionar a evolução da colonização das subestruturas. As campanhas de aquisição de material fotográfico e de vídeo deverão ser realizadas ao longo das subestruturas, desde a superfície até à sua profundidade máxima. As filmagens devem ser realizadas a uma velocidade lenta para obter imagens com a melhor qualidade e definição possíveis. As espécies observadas devem ser identificadas e contabilizadas (incluindo bentos, nectons, quelônios e mamíferos marinhos).

Em cada campanha realizada, deve ser calculada a densidade de organismos bentônicos e nectônicos e analisada de acordo com o gradiente de profundidade e com a variabilidade espacial e temporal através da realização de análise estatística (ANOVA). Devem ainda ser calculados índices de biodiversidade que permitirão a comparação com as populações características da fauna marinha da região e a existência de padrões de colonização. Estes parâmetros devem ser analisados através do uso de métodos de estatística multivariada.

Relação com as medidas mitigadoras

O programa se relaciona ao monitoramento da fauna marinha, especialmente relacionados com o potencial efeito recife das subestruturas.

Justificativa

Tendo em conta a lacuna de informação sobre a interferência dos aerogeradores na avifauna, propõe-se que seja implementado um plano de monitoramento.

Objetivos

- ✓ Caracterizar as espécies de aves nas proximidades do aerogerador;
- ✓ Avaliar as potenciais interações entre as aves e o aerogerador no sentido de identificar e avaliar eventuais impactos provocados pela operação do projeto.

Público-alvo

- ✓ Equipe Técnica da PETROBRAS;
- ✓ Empresa contratada (prestadora de serviço) responsável pela execução das ações, planos e programas ambientais;
- ✓ Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis - IBAMA;

Metodologia

Para avaliar e monitorar esses possíveis impactos de âmbito local no aerogerador, propõe-se a utilização de sistemas de câmeras que possam detectar a ocorrência de colisões diretas de aves com a estrutura, bem como o comportamento de voo ao se aproximarem do equipamento. Esse tipo de abordagem metodológica tem sido utilizado em alguns parques eólicos marinhos estrangeiros, muito embora essa tecnologia ainda careça de maior desenvolvimento.

Como a Planta Piloto Eólica Offshore é fruto de um projeto de pesquisa e desenvolvimento, entende-se que a utilização de sistemas de monitoramento de aves por meio de câmeras é adequada a esse contexto, uma vez que seria a sua primeira utilização no Brasil e uma oportunidade de aprendizado para a indústria e o órgão ambiental.

O monitoramento da avifauna deverá iniciar logo após as obras de implantação, possibilitando o acompanhamento das dinâmicas das populações dos diferentes grupos faunísticos com interface ao empreendimento. Será apresentado, posteriormente, um projeto específico para o detalhamento da abordagem metodológica para atendimento ao Programa de Monitoramento da Avifauna.

A investigação e monitoramento de aves compreende amostragens de abundância e distribuição e a avaliação da eventual probabilidade de colisão com o aerogerador e torre anemométrica através da análise das alturas de voo das espécies que se distribuem na área.

Recomenda-se que a avaliação de abundância e distribuição seja efetuada trimestralmente. A continuidade deste plano de monitoramento deve ser avaliada no final dos três primeiros anos de monitoramento. Se for considerado necessário, este período deverá ser estendido até cinco anos após a instalação.

Relação com as medidas mitigadoras

O plano se relaciona ao monitoramento da avifauna, proposto em função dos impactos da movimentação das pás do aerogerador sobre este fator ambiental, avaliados no capítulo VII.

VII.2.1.3 - Plano de Monitoramento do Ruído Subaquático

Justificativa

O ambiente acústico submarino é influenciado por vários sons naturais e antropogênicos. A variação originada por fatores antropogênicos é principalmente causada pelo tráfego marítimo da operação no campo petrolífero de Ubarana (PUB-3). Durante a implantação e operação da Planta Piloto, é esperada sua contribuição, ainda que em baixa escala, para alteração da paisagem acústica subaquática.

Objetivo

Este plano tem como objetivo caracterizar o ruído introduzido no ambiente submarino pelo aerogerador durante a instalação e operação do empreendimento e avaliar o seu potencial impacto nos organismos sensíveis.

Público-alvo

- ✓ Equipe Técnica da PETROBRAS;
- ✓ Empresa contratada (prestadora de serviço) responsável pela deste plano;
- ✓ Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis – IBAMA.

Metodologia

O plano será executado através da instalação de hidrofones para caracterização dos níveis de base da paisagem acústica local e regional antes do empreendimento, durante sua instalação e após um ano de efetiva operação. Dessa maneira será possível avaliar quais são os níveis de ruídos subaquáticos atualmente existentes na área e os níveis que serão atingidos durante a fase de instalação e operação da Planta Piloto.

Nestas campanhas, o ruído ambiente subaquático será monitorizado por um período de 24 horas consecutivas (10 minutos em cada hora). Sugere-se que nas amostragens acústicas sejam utilizados dois hidrofones, com capacidade para registrar sinais acústicos na banda de frequência entre os 20 Hz e 150 kHz +/- 3dB, com uma resolução de 16 bits. Em geral os sinais acústicos são registrados na memória do equipamento em formato .wav, ou seja, em formato bruto, sendo o processamento dos dados efetuado à posteriori. No início de cada campanha deverá ser registrada a hora, as variáveis ambientais (perfil de temperatura e salinidade da coluna de água) e a posição de ancoragem do equipamento. No momento da recolha dos hidrofones, deverão ser registrados os mesmos parâmetros.

Os locais propostos para o monitoramento, bem como especificações mais detalhadas sobre a configuração dos equipamentos serão encaminhados posteriormente sob a forma de um projeto específico para atendimento ao Plano de Monitoramento de Ruídos Subaquáticos.

Os dados recolhidos deverão ser analisados através dos programas específicos (por exemplo PAMGuide; Merchant et al. 2015) com recurso a funções e *scripts* desenvolvidos para o efeito, de forma a obter o espectro de energia, o espectro em bandas de 1/3 de oitava (importante para o cruzamento desta informação com as frequências usadas pelos mamíferos marinhos na área), o nível de pressão sonora em banda larga e o espectrograma. Os percentis 50 e 95 serão também

calculados de forma a poder caracterizar o ambiente acústico quanto ao tipo de fontes que para ele contribuem. Ao longo da análise dos ficheiros, deverá ser registada a ocorrência de outros sons, como por exemplo, embarcações e animais.

Os dados de caracterização do ruído emitido pelo aerogerador deverão ser cruzados com as curvas de sensibilidade existentes para as espécies de mamíferos marinhos identificadas na área, de forma a avaliar o impacto do ruído adicional introduzido pelo projeto nestes organismos.

Relações com as medidas mitigadoras

O Plano de Monitoramento do Ruído Subaquático relaciona-se os impactos relacionados à fauna marinha, provocados pela geração de ruídos subaquáticos oriundos da perfuração do sedimento (instalação) e da operação do aerogerador.

VII.2.1.4 - Programa de Educação Ambiental dos Trabalhadores (PEAT)

Introdução

O Programa de Educação Ambiental para Trabalhadores (PEAT) visa contribuir para a “construção de valores sociais, conhecimentos, habilidades, atitudes e competências voltadas para a conservação do meio ambiente, bem de uso comum do povo, essencial à sadia qualidade de vida e sua sustentabilidade”. Este programa pretende criar atitudes e boas práticas de responsabilidade social junto aos trabalhadores, conscientizando-os de seu papel ativo na minimização dos impactos potenciais da atividade, fazendo com que atuem de maneira proativa e responsável em relação ao meio ambiente onde se insere a atividade.

Justificativa

A criação de programas/projetos de Educação Ambiental dos Trabalhadores, vinculados aos processos de licenciamento, visa à melhoria da gestão integrada de meio ambiente, de maneira que os trabalhadores percebam as consequências dos impactos associados ao empreendimento e se habilitem a intervir de modo qualificado.

Objetivos

- ✓ Propiciar a sensibilização dos trabalhadores focando a informação sobre a necessidade da coleta seletiva de resíduos sólidos;
- ✓ Contribuir no aprimoramento dos conhecimentos dos trabalhadores no que se refere às ações e procedimentos a serem adotados nas emergências ambientais;
- ✓ Desenvolver conhecimentos quanto às questões socioambientais locais, regionais e globais;

Público Alvo

Considera-se como público-alvo a força de trabalho envolvida na instalação do empreendimento.

Metodologia

A metodologia do PEAT está estruturada em ações educativas de participação individual e coletiva. Para o universo deste PEAT propõe-se a aplicação conjunta de diferentes ferramentas metodológicas, como dinâmicas de grupo, exposições dialogadas, estudos de caso, experiências de campo (para as atividades realizadas no trecho terrestre), entre outras.

O PEAT deverá esclarecer aos trabalhadores a importância do empreendimento, informar a respeito dos impactos ambientais causados área diretamente afetada, sobre a interface com os pescadores e difundir os planos de emergência marítimos.

Os principais temas a serem abordados nas palestras, assim como sua respectiva carga horária encontram-se apresentados no Quadro VIII.2.1.4-1.

Quadro VIII.2.1.4-1 - Conteúdo Programático do PEAT

PALESTRAS		
MÓDULOS	TEMA	DURAÇÃO
Módulo I	<ul style="list-style-type: none"> • Atividade de Integração • O Empreendimento e os Impactos causados no meio ambiente • Meio Ambiente (físico, biológico e social) no qual o empreendimento está inserido. • Cuidados necessários à instalação, no que diz respeito às interferências com a atividade pesqueira no mar. 	- 02 horas
Módulo II	<ul style="list-style-type: none"> • Legislação ambiental e normas técnicas pertinentes ao empreendimento • Gerenciamento de Resíduos • Possíveis acidentes e situações de emergência • Atividade de Integração e Discussão. 	- 02 horas

Relações com as medidas mitigadoras

O PEAT possui inter-relação com os demais planos e programas ambientais, uma vez que aborda temas sobre gerenciamento de resíduos e efluentes, procedimentos em caso de emergências ambientais, entre outros.

VII.2.1.5 - Programa de Gerenciamento de Riscos e Acidentes (PGRA)
Introdução

O Plano de Gerenciamento de Riscos e Acidentes (PGRA) visa a gestão dos riscos sociais e ambientais decorrentes da instalação e operação da Planta Piloto Eólica Offshore, através da identificação de possíveis cenários acidentais e implementação de estratégias para atuação, caso esses cenários se concretizem.

A incorporação de medidas de prevenção e mitigação desde a fase de planejamento do empreendimento possibilitará a minimização dos riscos e prevenção da ocorrência de acidentes.

Justificativa

A identificação e o gerenciamento dos riscos auxiliam no correto direcionamento dos recursos para sua prevenção, mitigação e/ou compensação, tendo em vista a possibilidade de ocorrência de acidentes socioambientais e a necessidade de prevenir falhas e minimizar as consequências dos cenários acidentais.

Assim, a implantação deste Programa se justifica pela necessidade de que as atividades de instalação e operação sejam executadas com a maior segurança possível para o meio ambiente e para os trabalhadores envolvidos, mantendo-se os riscos dentro de níveis gerenciáveis.

De acordo com as informações levantadas no diagnóstico ambiental e na identificação dos riscos e impactos ambientais, torna-se necessário o Gerenciamento de Riscos, a fim de apresentar medidas de contingência para possíveis acidentes.

Objetivos

O PGR tem como principal objetivo consolidar e apresentar de forma breve e objetiva cada uma das medidas previstas a fim de prevenir e mitigar a ocorrência de acidentes com consequências ambientais durante a implementação do empreendimento, que possam colocar em risco a integridade física dos trabalhadores, a segurança da população da região e o meio ambiente, sistematizando as ações necessárias à minimização de impactos significativos durante as atividades. Assim, para sua efetividade, o PGR contempla os procedimentos necessários à prevenção de acidentes, através do gerenciamento dos principais aspectos e impactos relativos às atividades previstas.

Como objetivos específicos, este programa complementar a identificação dos riscos apresentada na seção VII.3, procedendo à avaliação detalhada de todos os riscos levantados:

- ✓ Complementar a identificação dos riscos elencados na seção VII.3, assim como suas possíveis causas;
- ✓ Classificar os cenários de acordo com sua frequência de ocorrência e severidade (em função do grau API do produto, do volume vazado e do ambiente atingido), de modo a propiciar a classificação dos riscos;

- ✓ Definir medidas preventivas e mitigadoras abrangendo todos os riscos identificados, em conformidade com a convenção MARPOL 73/78;
- ✓ Definir estrutura, responsabilidades e ações necessárias para atendimento de emergências ambientais, em procedimentos específicos.

Público Alvo

Todos os trabalhadores e colaboradores envolvidos, diretamente e indiretamente, na instalação do empreendimento.

Metodologia

Para avaliação dos riscos e acidentes ambientais e do trabalho, associados à instalação da Planta Piloto Eólica Offshore, deve ser utilizada a técnica de Análise Preliminar de Perigos (APP) ou Análise Preliminar de Riscos (APR), em que trata de uma técnica qualitativa para identificar perigos e cenários acidentais de uma determinada atividade, bem como para avaliar riscos, analisar salvaguardas existentes e propor medidas preventivas e/ou mitigadoras adicionais, quando aplicável.

A seguir, são descritos diversos elementos que compõem o Programa de Gerenciamento de Riscos e Acidentes para a implantação e operação do empreendimento:

- Capacitação de Recursos Humanos

A capacitação de recursos humanos é um item de fundamental importância no âmbito do Programa de Gerenciamento de Riscos, que visa garantir que os trabalhadores sejam plenamente capacitados para desempenhar suas funções e estejam permanentemente atualizados para o desenvolvimento de suas atividades.

A capacitação e a conscientização dos empregados serão realizadas por meio de:

- ✓ Treinamentos nos procedimentos operacionais e de SMS;
- ✓ Diálogo de Segurança, Meio Ambiente e Saúde - DSMS;
- ✓ Treinamento de todos os empregados e/ou contratados novos, enfatizando a Educação Ambiental dos trabalhadores;
- ✓ Simulados do Plano de Ação de Emergências;

- Procedimento de Abastecimento de Combustíveis

A operação de abastecimento das embarcações, caso necessário, será realizado através de um profissional na estação de abastecimento, equipado com um rádio VHF / UHF, outro profissional responsável por abrir e fechar a válvula, além de verificar se há vazamentos. Por fim, um último irá monitorar o sistema de sondagem de abastecimento remoto ou inspecionar o tanque manualmente, caso necessário. Durante o abastecimento, o fluxo de combustível será reduzido.

Durante o abastecimento, os mangotes serão monitorados constantemente e a comunicação por rádio entre o convés das embarcações e a embarcação de fornecimento de combustível será mantida. Caso um mangote se rompa ou qualquer outro vazamento de óleo ocorra, todas as bombas serão desligadas e todas as válvulas serão fechadas imediatamente. No caso de derramamento de óleo no mar oriundo do abastecimento, é necessário que seja imediatamente reportado ao capitão da embarcação e que sejam seguidos os procedimentos do manual de SOPEP.

- Planos de Emergência das Embarcações

Cada embarcação possui plano para atendimento de situações emergenciais conforme norma da autoridade marítima. São disponibilizados nas embarcações alguns recursos para atendimento emergencial, entre eles os Kit SOPEP.

- Procedimento de registro e investigação das causas do acidente

Este procedimento tem por objetivo estabelecer os requisitos para a identificação de todos os elementos que contribuíram para a ocorrência da anomalia, a fim de se buscarem mecanismos e ações com vistas à prevenção de futuras ocorrências.

Todas as recomendações resultantes do processo de investigação são implementadas e divulgadas de modo que situações futuras e similares sejam evitadas.

- Procedimento de Manutenção e Inspeção

As inspeções periódicas são realizadas nas máquinas e equipamentos, com o objetivo de garantir a correta operação dos mesmos. Isto é checado através de inspeções de campo e aplicação periódica de Listas de Verificação (LV).

Os programas de inspeção e manutenção e testes dos sistemas de segurança (alarmes, sensores) são gerenciados a bordo através da emissão de ordens de manutenção periódicas;

O reparo de um item ou equipamento é feito pela equipe de executantes das especialidades de mecânica, elétrica e/ou instrumentação, supervisionado pelos respectivos Coordenadores. Estes, são os responsáveis por: orientar tecnicamente a execução; dimensionar os recursos materiais necessários e reservá-los quando disponíveis a bordo; garantir a qualidade do serviço; analisar a ocorrência, na busca de sua causa primária e das possíveis ações preventivas que possam ser adotadas, com o propósito de evitar a sua repetição.

- Análise e Revisão dos Riscos e Análise Preliminar do Perigo

Para as atividades críticas que possa impactar a segurança do trabalhador, operacional e requisitos ambientais (por exemplo, abastecimento de máquinas e equipamentos, movimentação de cargas etc.), são elaboradas APRs específicas para a atividade, sendo amplamente divulgada para os envolvidos na atividade através de treinamentos específicos.

Cada APR a ser realizada deverá contemplar suas medidas específicas de prevenção / mitigação.

Relações com as medidas mitigadoras

Este programa deverá trabalhar de forma integrada com o Programa de Educação Ambiental para os Trabalhadores e Plano de Gestão Ambiental. Entretanto, a maior relação deste programa é na prevenção dos cenários de acidente associados aos impactos ambientais potenciais e aos riscos ambientais, identificados no capítulo VII.

VII.2.1.6 - Programa de Controle de Poluição (PCP)

O Programa de Controle da Poluição (PCP), a ser implementado durante a fase de instalação do empreendimento, é composto por dois Subprogramas:

- Subprograma I - Gerenciamento de Resíduos;
- Subprograma II - Gerenciamento de Efluentes Líquidos;

Subprograma I - Gerenciamento de Resíduos

Introdução

Este Subprograma apresenta as principais diretrizes para o correto gerenciamento dos resíduos gerados durante a fase de instalação, de forma a minimizar eventuais impactos ambientais significativos advindos desses aspectos.

Justificativa

O gerenciamento dos resíduos constitui um conjunto de recomendações e procedimentos que visam traçar as diretrizes para o manejo, a disposição final e a redução da geração de resíduos, de forma a minimizar ou evitar os seus impactos ambientais, além de apresentar fundamental importância no contexto em que é inserido, uma vez que atua com a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) que institui a obrigatoriedade de destinação adequada de todo tipo de resíduo e a atualização de mecanismos previstos, tais como a logística reversa, responsabilidade compartilhada e análise do ciclo de vida de produtos, além da Política Estadual de Resíduos Sólidos.

Público Alvo

Empreendedor, trabalhadores envolvidos na instalação da Planta Piloto e Órgão Ambiental licenciador.

Metodologia

Os itens a seguir apresentam o detalhamento metodológico a ser seguido para o gerenciamento dos resíduos previstos na fase de instalação do empreendimento:

- a) Premissas Básicas do Gerenciamento dos Resíduos
- ✓ Redução: substituição dos materiais utilizados, alterações tecnológicas, mudanças nos procedimentos, de modo a reduzir a geração de resíduos;
 - ✓ Reutilização: substituição de itens descartáveis por reutilizáveis, tais como baterias recarregáveis, de modo a evitar a geração de resíduos e custos com sua disposição;
 - ✓ Reciclagem: reuso ou reutilização de resíduos, que não puderem ser reduzidos na fonte, cujos constituintes apresentam valor econômico e trazem vantagens como: conservação dos recursos naturais, redução na quantidade de resíduos lançados no meio ambiente, fonte de renda adicional, redução de custos com transporte, tratamento e disposição final dos resíduos.

Os geradores dos resíduos deverão ter como objetivo prioritário a não geração de resíduos e, secundariamente, a redução, a reutilização, a reciclagem e, por fim, a destinação final dos mesmos.

- b) Identificação dos Pontos de Geração dos Resíduos

Deverão ser identificados previamente os principais resíduos gerados e seu local de descarte

- c) Classificação dos Resíduos

A classificação dos resíduos será efetuada de acordo com as seguintes normas:

- ✓ ABNT NBR n° 10.004/2004 - classifica os resíduos sólidos quanto aos seus riscos potenciais ao meio ambiente e à saúde pública;
- ✓ Resolução CONAMA n° 307/2002 e suas alterações - Estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil, bem como sua classificação;

- ✓ Resolução CONAMA n° 358/2005 - classifica os resíduos sólidos dos serviços de saúde.

Os resíduos deverão ser identificados, coletados e segregados, de acordo com a sua classificação, conforme estipulada na norma da ABNT NBR 10.004/2004 e nas Resoluções CONAMA n° 307/2002 (resíduos da construção civil) e 358/05 (resíduos de serviço de saúde). De acordo com a norma ABNT NBR n° 10.004/2004 os resíduos sólidos são classificados em:

- ✓ Classe I - Resíduos perigosos: São aqueles que apresentam periculosidade, ou seja, risco à saúde pública ou ao meio ambiente, quando manuseados ou destinados de forma incorreta; como lâmpadas fluorescentes e óleos usados, ou apresentam uma das seguintes características: Inflamabilidade; Corrosividade; Reatividade; Toxicidade e Patogenicidade.
- ✓ Classe IIA - Resíduos não inertes: São aqueles que não se enquadram nas classificações de Resíduos Classe I ou IIB. Podem ter propriedades próprias, como: combustibilidade, biodegradabilidade ou solubilidade em água. Como exemplos desses materiais, podem-se citar madeira, papel e papelão.
- ✓ Classe IIB - Resíduos inertes: São quaisquer que, quando amostrados e submetidos a um contato com água destilada, não tiverem nenhum de seus constituintes solubilizados e concentrações superiores aos padrões de potabilidade da água. Como exemplos desses materiais, podem ser citados rochas, tijolos, vidros e certos plásticos e borrachas, que não são decompostos prontamente.

A identificação e codificação dos resíduos perigosos deverão ser feitas de acordo com as especificidades de cada produto, por meio de consulta aos anexos da Norma NBR 10.004/2004.

Os resíduos de construção civil são classificados, segundo a Resolução CONAMA n° 307/2002, em: Classe A, Classe B, Classe C e Classe D, conforme segue:

- ✓ Classe A - São os resíduos reutilizáveis ou recicláveis como agregados, tais como:

- De construção, demolição, reformas e reparos de pavimentação e de outras obras de infraestrutura, inclusive solos provenientes de terraplanagem;
- De construção, demolição, reformas e reparos de edificações: componentes cerâmicos (tijolos, blocos, telhas, placas de revestimento, etc.), argamassa e concreto;
- De processo de fabricação e/ou demolição de peças pré-moldadas em concreto (blocos, tubos, meios-fios, etc.) produzidas nos canteiros de obras.
- ✓ Classe B - São os resíduos recicláveis para outras destinações, tais como: plásticos, papel/papelão, metais, vidros e madeiras.
- ✓ Classe C - São os resíduos para os quais não foram desenvolvidas tecnologias ou aplicações economicamente viáveis que permitam a sua reciclagem/recuperação, tais como os produtos oriundos do gesso.
- ✓ Classe D - São resíduos perigosos, tais como: tintas, solventes, óleos, pilhas e baterias, lâmpadas fluorescentes, hospitalares, entre outros, ou aqueles contaminados com perigosos ou prejudiciais à saúde, oriundos de demolições, reformas e reparos de instalações industriais e outros, bem como materiais que contenham amianto ou outros produtos nocivos.

De acordo com a Resolução CONAMA nº 358/2005, os resíduos sólidos originários dos serviços de saúde são classificados em: Grupo A, Grupo B, Grupo C e Grupo D, conforme segue:

- ✓ Grupo A - Resíduos com a possível presença de agentes biológicos que, por suas características de maior virulência ou concentração, podem apresentar risco de infecção. Estes são ainda subdivididos em: A1, A2, A3, A4 e A5.
- ✓ Grupo B - Resíduos contendo substâncias químicas que podem apresentar risco à saúde pública ou ao meio ambiente, dependendo de suas características de inflamabilidade, corrosividade, reatividade e toxicidade.
- ✓ Grupo C - Quaisquer materiais resultantes de atividades humanas que contenham radionuclídeos em quantidades superiores aos limites

de eliminação especificados nas normas da CNEM - Comissão Nacional de Energia Nuclear e para os quais a reutilização é imprópria ou não prevista.

- ✓ Grupo D - Resíduos que não apresentem risco biológico, químico ou radiológico à saúde ou ao meio ambiente, podendo ser equiparados aos resíduos domiciliares.
- ✓ Grupo E - Materiais perfurocortantes ou escarificantes, tais como agulhas, lâminas de bisturis, ampolas de vidro, vidraria de laboratório e outros similares.

d) Manuseio dos Resíduos

Todo manuseio envolvendo resíduos deverá ser realizado por pessoal devidamente treinado e qualificado de acordo com a função desenvolvida, sendo necessária a utilização de alguns equipamentos de proteção individual (EPI) adequados às tarefas realizadas.

e) Segregação dos Resíduos

Esta etapa consiste em segregar os resíduos levando em consideração a compatibilidade química entre os mesmos, de modo a evitar reações indesejáveis que resultem em consequências adversas ao homem, como por exemplo, geração de calor, fogo ou explosão, geração de fumos e gases tóxicos, geração de gases inflamáveis e volatilização de substâncias tóxicas ou inflamáveis.

Os resíduos gerados nas embarcações serão recolhidos e segregados de acordo com as classes a que pertencem, segundo a NBR N° 10.004/2004 e a Resolução CONAMA N° 307/2002 e suas alterações.

Os resíduos de pilhas, baterias e embalagens de produtos químicos, serão segregados à parte dos demais resíduos.

Após a segregação, os resíduos serão transferidos para os respectivos pontos de armazenamento, respeitando a compatibilidade entre produtos.

f) Acondicionamento dos Resíduos

Durante o armazenamento a bordo, os resíduos perigosos devem ser acondicionados em recipientes que resistam ao material poluente. Deve-se primar para que os recipientes estejam posicionados de forma que seu conteúdo não venha a constituir riscos à tripulação e visitantes, bem como ao ambiente marinho. Deve-se

cuidar, também, para que os resíduos recicláveis não sejam contaminados por óleo e/ou produtos químicos.

Para os resíduos, devem ser instalados coletores para promover e facilitar a separação desses resíduos pela tripulação. Os coletores devem ser posicionados em locais de fácil acesso e distribuídos de forma a contemplar os diversos pontos de geração.

Cada coletor deve apresentar a cor correspondente ao tipo de resíduo que nele deve estar contido, de acordo com o código de cores preconizado na Resolução CONAMA no 275/2001. Além da cor, cada coletor deve ter a identificação do tipo de resíduo, escrito em língua portuguesa. Quando couber, deve ser usada, nessa identificação, além da língua portuguesa, língua estrangeira condizente com a compreensão dos estrangeiros. Caso o coletor contenha saco plástico, onde o resíduo é colocado para o futuro transporte e desembarque, o saco plástico a ser utilizado deve ser, ou transparente, ou da cor correspondente ao respectivo coletor.

Todas as unidades e embarcações devem proceder à segregação de resíduos, independentemente da existência de metas de redução de geração e de disposição final.

O acondicionamento de resíduos infectocontagiosos perfuro-cortantes deve ser realizado em embalagens específicas para este fim, tais como caixas específicas para coleta desse tipo de resíduo.

O acondicionamento de lâmpadas fluorescentes usadas, para posterior descarte, deve se dar em recipientes que proporcionem segurança para quem manuseia e que não representem risco de contaminação ao meio ambiente.

Quaisquer resíduos gerados durante a atividade, ou dela decorrentes, não podem ser queimados a céu aberto.

Caso a empresa opte pela incineração a bordo, deve comprovar que atende ao estabelecido no Anexo VI da MARPOL (em vigor no país por meio do Decreto Legislativo nº 499, de 2009) e, adicionalmente, a todos os requisitos dispostos na Resolução CONAMA nº 316/2002. Assim, a incineração a bordo somente poderá ocorrer depois que houver aprovação pelo IBAMA do uso do incinerador.

g) Coleta dos Resíduos

As atividades de coleta e transporte marítimo de resíduos devem ser realizadas por embarcações certificadas pela autoridade marítima. Os resíduos devem

ser pesados a cada desembarque ou nos locais de armazenamento temporário, de onde são transportados para posterior disposição final.

As embalagens utilizadas para desembarque e transporte de resíduos (tais como big bags, caçambas e demais) devem estar identificadas pelo tipo de resíduo que contêm e pelo nome da unidade marítima ou embarcação geradora dos respectivos resíduos. A identificação deve se dar em língua portuguesa, mesmo que haja a identificação em língua estrangeira.

h) Armazenamento Temporário dos Resíduos

O armazenamento temporário pode ser realizado por unidades marítimas, embarcação, bases de apoio, terminal portuário ou empresa que faz a guarda de resíduos para que, posteriormente, sejam dispostos por outra empresa.

É recomendado que seja armazenada a menor quantidade possível de resíduos e também durante o menor tempo possível em unidades marítimas.

i) Transporte dos Resíduos

As atividades de coleta e transporte marítimo de resíduos devem ser realizadas por embarcações certificadas pela autoridade marítima.

Os resíduos devem ser pesados a cada desembarque ou nos locais de armazenamento temporário, de onde são transportados para posterior disposição final.

As embalagens utilizadas para desembarque e transporte de resíduos, tais como big bag, caçambas e tanques de rejeitos líquidos, devem estar identificadas pelo tipo de resíduo que contêm e pelo nome da unidade marítima ou embarcação geradora dos respectivos resíduos. A identificação deve se dar em língua portuguesa, mesmo que haja a identificação em língua estrangeira.

j) Tratamento dos Resíduos

Os resíduos que, por inviabilidade técnica não puderem ser reciclados ou recuperados deverão sofrer um tratamento adequado antes de serem dispostos, sendo que a escolha do tratamento deverá levar em consideração a que menor impacto causar ao meio ambiente, conforme a seguinte ordem de prioridade:

- ✓ Tratamentos que promovam o tratamento energético;
- ✓ Outros tratamentos;
- ✓ Disposição final em aterros.

Somente empresas licenciadas pelos órgãos competentes e/ou de controle ambiental local devem ser contratadas para o tratamento e disposição final de resíduos.

k) Disposição Final dos Resíduos

Para as atividades realizadas em embarcações é permitido o descarte de resíduos alimentares no mar.

A partir de uma distância de 3 milhas náuticas da costa, esse descarte pode ser feito por embarcações dedicadas ou não ao empreendimento.

Destaca-se, no entanto, que a cada descarte, deve ser feita a pesagem dos resíduos alimentares. A pesagem deve ser feita em equipamento que confira precisão aos resultados apurados e os dados devem ser incluídos nos registros do Programa de Controle de Poluição.

A disposição final dos demais resíduos (aqueles que não se enquadram como resíduos alimentares) deve ocorrer em terra. Nesse caso tais resíduos devem ser acondicionados conforme apresentado anteriormente, quantificados seguindo as orientações do PCP e transportados para terra de maneira apropriada, onde deve ser encaminhado para aterros licenciados e habilitados.

l) Controle

A geração, o recebimento e a disposição final dos resíduos devem ser controlados através da emissão Manifesto de Resíduos. Os resíduos alimentares que forem lançados ao mar também devem ser incluídos no registro do Programa de Controle de Poluição.

O Empreendedor deverá garantir, através de cláusula contratual e do acompanhamento das atividades, que as empreiteiras ou empresas subcontratadas adotem os procedimentos prescritos neste Subprograma.

O gerenciamento dos resíduos deve apresentar rastreabilidade desde a geração (a bordo ou em terra) até a disposição final, incluindo as informações sobre o descarte no mar e sobre as emissões atmosféricas.

As cópias dos documentos comprobatórios sobre o descarte e sobre as emissões, devem permanecer sob a guarda da empresa e devem ser encaminhadas ao IBAMA somente quando solicitadas. Dentre os documentos de controle do PCP destacam-se:

- ✓ Manifestos e fichas de controle de resíduos; inclusive em meio digital;

- ✓ Licenças ambientais (ou autorizações), emitidas pelos órgãos ambientais estaduais, das empresas participantes do PCP (para transporte de resíduos e para todo tipo de armazenamento temporário e de disposição final).
- ✓ Licenças ambientais e planos de gerenciamento de resíduos de portos, terminais portuários e outros locais de desembarque de resíduos.
- ✓ Contratos ou cartas de comprometimento das empresas participantes do PCP como receptoras de resíduos.
- ✓ Laudos de laboratórios constando análises de efluentes líquidos.
- ✓ Resultados do monitoramento e registros de manutenção dos equipamentos de bordo.
- ✓ Livros de registro de óleo e documentos assemelhados.
- ✓ Registro fotográfico das ações de implementação do PCP. Deve constar desse registro, o número de fotos necessário para ilustrar cada uma das ações (coleta de resíduos na unidade ou embarcação; transporte marítimo; desembarque no porto ou na instalação de apoio; armazenamento temporário; embarque nos caminhões de transporte terrestre; transporte terrestre; chegada à disposição final).
- ✓ Quaisquer outros documentos que permitam comprovar as informações prestadas pela empresa ou esclarecer aspectos sobre a implementação do PCP.

Relações com as medidas mitigadoras

Este programa se relaciona com as medidas mitigatórias do impacto sobre a qualidade da água e comunidade planctônica, advindos da geração de efluentes e resíduos pelas embarcações.

Subprograma II - Gerenciamento de Efluentes Líquidos

Introdução

Este Subprograma apresenta as principais diretrizes para o correto gerenciamento dos efluentes líquidos gerados durante a fase de instalação, de forma a minimizar eventuais impactos ambientais significativos advindos desses aspectos.

Justificativa

Durante a implantação do empreendimento haverá a geração de efluentes nas embarcações os quais deverão receber tratamentos distintos e destinação final adequada.

O gerenciamento dos efluentes líquidos constitui um conjunto de recomendações e procedimentos que visam conservar a qualidade ambiental dos recursos hídricos e do solo através de diretrizes, procedimentos e metodologias que avaliem a implantação e execução das atividades, sob os aspectos de eficiência e sucesso do controle dos efluentes.

Objetivos

Estabelecer as diretrizes e procedimentos operacionais para orientar a geração, segregação, coleta, armazenamento temporário e disposição final do resíduo gerados na fase de instalação do empreendimento.

Público Alvo

Empreendedor, trabalhadores envolvidos na instalação da Planta Piloto e Órgão Ambiental licenciador.

O Subprograma ainda abrange a atuação de órgãos ambientais municipais, estaduais e federais; órgãos vinculados ao saneamento e vigilância sanitária; e organizações não governamentais.

Metodologia

Os itens a seguir apresentam o detalhamento metodológico a ser seguido para o gerenciamento dos efluentes líquidos previstos na fase de instalação do empreendimento.

a) Identificação dos Pontos de Geração de Efluentes Líquidos

Os pontos de geração de efluentes líquidos devem ser previstos na fase instalação do empreendimento, bem como sua origem, forma de acondicionamento e destinação final adequadas.

b) Efluente Sanitário

As embarcações deverão contar com sistema de coleta dos efluentes e tratamento de efluente conforme necessidade e considerando-se que:

- ✓ Os efluentes não poderão ser descartados abaixo da distância de 3 milhas náuticas da costa.
- ✓ Os efluentes de embarcação podem ser descartados a uma distância entre 3 e 12 milhas náuticas da costa somente depois de passarem por sistema de tratamento.
- ✓ Os efluentes de embarcação podem ser descartados acima de 12 milhas náuticas da costa, com a embarcação em movimento.
- ✓ Os efluentes de unidades marítimas, podem ser descartados a partir de uma distância de 3 milhas náuticas da costa, somente depois de passarem por sistema de tratamento.

O descarte de efluentes das embarcações deve ser feito após medição e registro do volume descartado, o que deve ser feito com equipamento apropriado. Os dados devem ser incluídos nos registros do Programa de Controle de Poluição.

Os parâmetros qualitativos deverão ser medidos em condição operacional padrão do sistema de tratamento, a seguir:

- ✓ Na entrada e na saída do sistema de tratamento: DQO e DBO;
- ✓ Na saída do sistema de tratamento: TOG; coliformes totais; pH; cloro livre; compostos organoclorados (incluem clorobenzenos, dicloroetano, tricloroetano, clorofórmio, tetracloro de carbono, PCBs).

Destaca-se que o lodo residual proveniente do tratamento desses efluentes, caso existente, deve ser encaminhado para disposição final em terra.

c) Efluente Oleoso

Para o caso das embarcações, a água de convés e de áreas sujas (oriunda de casa de máquinas, por exemplo) podem ser descartadas desde que o teor de óleos e graxas (TOG) seja igual ou inferior a 15 ppm.

O descarte de efluentes das embarcações deve ser feito após medição e registro do volume descartado, o que deve ser feito em equipamento que confira precisão aos resultados apurados. Os dados devem ser incluídos nos registros do Programa de Controle de Poluição.

d) Controle e Registros

Todas as atividades planejadas para o subprograma, bem como eventuais desvios, condições anormais de parada e partida, incidentes e acidentes deverão registrados em documento próprio, com cópias mantidas nos locais de trabalho e nas centrais específicas de gerenciamento.

Os efluentes gerados e tratados deverão ser inventariados contendo, no mínimo, as seguintes informações:

- ✓ Atividades realizadas e efluentes gerados;
- ✓ Tipo, quantidade e classificação do resíduo;
- ✓ Locais e formas de armazenamento;
- ✓ Destinação final.

O gerenciamento dos efluentes deve apresentar rastreabilidade desde a geração até a disposição final. As cópias dos documentos comprobatórios sobre o descarte devem permanecer sob a guarda da empresa. Dentre os documentos de controle e registro destacam-se:

- ✓ Manifestos e fichas de controle de efluentes (inclusive em meio digital);
- ✓ Licenças ambientais (ou autorizações) das empresas de transporte de efluentes, armazenamento temporário e de disposição final;
- ✓ Licenças ambientais e planos de gerenciamento de efluentes de portos, terminais portuários e outros locais de desembarque de resíduos;
- ✓ Contratos ou cartas de comprometimento das empresas receptoras de efluentes;
- ✓ Laudos de laboratórios constando análises de efluentes líquidos;
- ✓ Resultados do monitoramento e registros de manutenção dos equipamentos de bordo;
- ✓ Livros de registro de óleo e documentos assemelhados;
- ✓ Resultados de análises de TOG do efluente oleoso, eventualmente realizadas;

- ✓ Registro fotográfico das ações de implementação do gerenciamento de efluentes;
- ✓ Quaisquer outros documentos que permitam comprovar as informações prestadas pela empresa ou esclarecer aspectos sobre a implementação do deste subprograma.

Relações com as medidas mitigadoras

Este programa se relaciona com as medidas mitigatórias do impacto sobre a qualidade da água e comunidade planctônica, advindos da geração de efluentes e resíduos pelas embarcações.

VIII.2.2 - Planos e Programas Regionais da UO-RNCE

VII.2.2.1 - Plano de Comunicação Social

Introdução

O Programa de Comunicação Social (PCS) visa atenuar os impactos sociais decorrentes da instalação do empreendimento.

Justificativa

O Programa de Comunicação Social (PCS) justifica-se pela necessidade de garantir a comunicação entre o empreendedor e os segmentos possivelmente afetados pelas atividades de instalação, principalmente em vista da restrição temporária de áreas para a atividade pesqueira e em função de movimentações e manobras de embarcações para a instalação dos elementos do Projeto. Quando necessário, a comunicação com as entidades pesqueiras durante a operação do empreendimento também será efetuada via PCS.

Objetivos

Este Programa tem como objetivo principal criar um canal de comunicação com os segmentos possivelmente afetados pela instalação e operação do empreendimento, que garantam diálogo entre o empreendedor e seu público-alvo.

Informar as rotas das embarcações utilizadas na implantação do empreendimento e a zona de exclusão da atividade pesqueira, a fim de evitar perdas e danos nos petrechos de pesca

Relações com as medidas mitigadoras

O Programa de Comunicação Social oferece suporte a todos os demais programas ambientais propostos, divulgando suas características e operando a comunicação entre o empreendedor e os sujeitos presentes na área de estudo local do

projeto. Mas ele será especialmente relevante como medidas preventivas dos impactos sobre a atividade pesqueira avaliados no capítulo VII.

VII.2.2.2 - Projeto de Monitoramento do Desembarque Pesqueiro

Justificativa

Este Programa busca compreender a dinâmica da atividade pesqueira das comunidades litorâneas no âmbito da UO-RNCE.

Relações com as medidas mitigadoras

O Programa de Monitoramento do Desembarque Pesqueiro será importante para atestar a não interferência da implantação da Planta Piloto na atividade pesqueira dos quatro municípios da área de estudo.

VII.2.2.3 - Plano de Emergência para Vazamento de Óleo (PEVO)

Justificativa

A estrutura do PEVO está dimensionada e apta para conter manchas oleosas, evitando que esta atinja ecossistemas sensíveis, identificados no Mapa de Vulnerabilidade Ambiental e no Atlas de Sensibilidade Ambiental ao Óleo das Bacias marítimas do Ceará e Potiguar.

Relações com as medidas mitigadoras

O PEVO está relacionado às medidas corretivas correspondentes aos impactos potenciais do projeto, cujo aspecto ambiental é o vazamento de óleo pelas embarcações.

IX - CONCLUSÃO

Tendo em vista o potencial eólico da costa brasileira, o presente projeto visa avaliar a viabilidade da geração de energia eólica offshore no país. Caso os resultados sejam promissores, a Planta Piloto poderá contribuir para o desenvolvimento de mais uma fonte de energia renovável e com baixos impactos ambientais.

Definição da rota final

A escolha da rota final do empreendimento considerou a localização de maior viabilidade ambiental e econômica, em função da maior distância em relação aos bancos carbonáticos, menor sobreposição com rotas de embarcações e aeronaves e possibilidade de interligação à PUB-03 com um cabo submarino de menor comprimento. Essa escolha observou as informações constantes nos estudos de caracterização geológica e geotécnica e as informações constantes no Sistema de Gerenciamento de Obstáculos (SGO) da PETROBRAS.

A rota final considerou como alternativa tecnológica de subestrutura a jaqueta fixada através da perfuração de estacas, considerando a disponibilidade comercial das subestruturas analisadas, a estimativa atual do perfil geotécnico do subsolo marinho e a experiência anterior da Petrobras na região do campo de Ubarana. Cabe enfatizar que essa alternativa também proporciona menor impacto ambiental sobre o fundo marinho, quando comparada com as demais subestruturas analisadas.

Interferências mais relevantes no meio ambiente

As principais interferências no meio ambiente a serem causadas pelo empreendimento estão relacionadas à alteração morfológica do sedimento marinho, ao possível efeito barreira do movimento das pás do aerogerador na avifauna, à percepção de ruídos subaquáticos pelo nécton e ao efeito recife provocado pela presença das subestruturas. A estes impactos, assim como aqueles decorrentes de cenários acidentais, foram associadas medidas mitigatórias e programas ambientais, de forma a permitir a sua prevenção e mitigação. Outra oportunidade acrescentada por este projeto, é a possibilidade de monitorar e conhecer as principais

interferências associadas a esse novo tipo de empreendimento, em uma escala de potencial de impactos ao meio ambiente bastante reduzida.

Conclusão sobre a viabilidade ambiental do projeto

Por fim, de acordo com as avaliações ambientais contidas no presente estudo, que associaram as características do empreendimento, as medidas mitigadoras, os programas ambientais de responsabilidade da Petrobras, bem como as características do meio onde o mesmo será implantado, é atestada ao Instituto Brasileiro de Meio Ambiente e Recursos Naturais Renováveis (IBAMA) a viabilidade ambiental deste empreendimento, estando assegurados todos os procedimentos técnicos e legais de controle e preservação socioambiental.

X - BIBLIOGRAFIA

ABDEL-RAHMAN, S.M., ABDEL-FATTAH, S., HELAL, M.A. **Vibration generated due to pile driving in water and soil**. 1st International Operational Modal Analysis Conference (IOMAC), Copenhagen, Denmark, April 26-27, 2005.

ALPINA BRIGGS/PETROBRAS, 2002. **Carta de sensibilidade ambiental para derramamento de óleo UN-RNCE** - CDA Guamaré, Relatório Preliminar, São Paulo, 71pp.

AMSA - AUSTRALIAN MARINE SCIENCES ASSOCIATION. **Marine e Everything in Between Extremes**. The AMSA-NZMSS - The conference was the 49th Annual Conference for the Australian Marine Sciences Association Inc, was held in Hobart, Tasmania from 1-5 July 2012. Disponível em: <https://www.amsa.asn.au/2012-hobart>. Acesso em: 10 de Abr. 2019

ANP – Agência Nacional do Petróleo. 2016. **Plano de Desenvolvimento Aprovado Reunião de Diretoria nº 849 de 22/06/2016 - Resolução nº 475/2016**. Disponível em: http://www.anp.gov.br/images/planos_desenvolvimento/Ubarana.pdf. acessado em 10 de abril de 2019.

ASHLEY, M.C., MANGI, S.C., RODWELL, L.D. **The potential of offshore wind-farms to act as marine protected areas – A systematic review of current evidence**. Marine Policy, 45, 301-309, 2014.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 04: **Serviços Especializados em Eng. de Segurança e em Medicina do Trabalho**. Disponível em: https://enit.trabalho.gov.br/portal/images/Arquivos_SST/SST_NR/NR-04.pdf. Acesso em: 13 Jun. 2019

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 06: **Equipamentos de Proteção Individual – EPI**. Disponível em: https://enit.trabalho.gov.br/portal/images/Arquivos_SST/SST_NR/NR-06.pdf. Acesso em: 13 Jun. 2019

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 07: **Programas de Controle Médico de Saúde Ocupacional**. Disponível em: https://enit.trabalho.gov.br/portal/images/Arquivos_SST/SST_NR/NR-07.pdf. Acesso em: 13 Jun. 2019

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 09: **Programas de Prevenção de Riscos Ambientais**. Disponível em: https://enit.trabalho.gov.br/portal/images/Arquivos_SST/SST_NR/NR-09.pdf. Acesso em: 13 Jun. 2019

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 10: **Segurança em Instalações e Serviços em Eletricidade**. Disponível em: https://enit.trabalho.gov.br/portal/images/Arquivos_SST/SST_NR/NR-10.pdf. Acesso em: 13 Jun. 2019

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 11: **Transporte, Movimentação, Armazenagem e Manuseio de Materiais**. Disponível em: https://enit.trabalho.gov.br/portal/images/Arquivos_SST/SST_NR/NR-11.pdf. Acesso em: 13 Jun. 2019

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 15: **Atividades e Operações Insalubres**. Disponível em: https://enit.trabalho.gov.br/portal/images/Arquivos_SST/SST_NR/NR-15.pdf. Acesso em: 13 Jun. 2019

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 16: **Atividades e Operações Perigosas**. Disponível em: https://enit.trabalho.gov.br/portal/images/Arquivos_SST/SST_NR/NR-16.pdf. Acesso em: 13 Jun. 2019

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 23: **Proteção Contra Incêndios**. Disponível em: https://enit.trabalho.gov.br/portal/images/Arquivos_SST/SST_NR/NR-23.pdf. Acesso em: 13 Jun. 2019

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 24: **Condições Sanitárias e de Conforto nos Locais de Trabalho**. Disponível em: https://enit.trabalho.gov.br/portal/images/Arquivos_SST/SST_NR/NR-24.pdf. Acesso em: 13 Jun. 2019

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 25: **Resíduos Industriais**. Disponível em: https://enit.trabalho.gov.br/portal/images/Arquivos_SST/SST_NR/NR-25.pdf. Acesso em: 13 Jun. 2019

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 26: **Sinalização de Segurança**. Disponível em: https://enit.trabalho.gov.br/portal/images/Arquivos_SST/SST_NR/NR-26.pdf. Acesso em: 13 Jun. 2019

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 27: **Registro Profissional do Técnico de Segurança do Trabalho no MTB**. Disponível em: https://enit.trabalho.gov.br/portal/images/Arquivos_SST/SST_NR/NR-27.pdf.

Acesso em: 13 Jun. 2019

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 28: **Fiscalização e Penalidades**. Disponível em: https://enit.trabalho.gov.br/portal/images/Arquivos_SST/SST_NR/NR-28.pdf. Acesso em: 13 Jun. 2019

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 35: **Trabalho em Altura**. Disponível em: https://enit.trabalho.gov.br/portal/images/Arquivos_SST/SST_NR/NR-35.pdf. Acesso em: 13 Jun. 2019

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 6023: **Informação e documentação: Referências**. Rio de Janeiro, p. 24. 2002.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 10151: **Avaliação do ruído em áreas habitadas, visando o conforto da comunidade - Procedimento**. Rio de Janeiro, p. 04. 2000.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 10152: **Níveis de ruído para conforto acústico**. Rio de Janeiro, p. 04. 1987.

AZEVEDO Jr. S.M., LARRAZÁBAL M.E., PENA O., 2004. **Aves aquáticas de ambientes antrópicos (salinas) do Rio grande do Norte, Brasil**. in: Branco J.O.

(Org.), Aves marinhas e insulares brasileiras: bioecologia e conservação, p. 255-266. a38 ed., UNiVaLi, Itajaí, SC, v.1.

BATISTA, J.L.D.; OLIVEIRA, E.J. 2012 **Vilegiatura Marítima e Urbanização em Tibau/RN**. In: IX Seminário da Associação Nacional Pesquisa e Pós-Graduação em Turismo, 2012 – Universidade Anhembi Morumbi - São Paulo. Disponível em: <https://www.anptur.org.br/anais/anais/files/9/56.pdf>. Acessado em 17 de abril de 2019.

BRASIL. [Constituição Federal 1988]. **Constituição da República Federativa do Brasil**. Organizado por Cláudio Brandão de Oliveira. Rio de Janeiro: Roma Victor, 2002.

BRASIL. [Decreto n.º 85, de 11 de Abril de 1991]. **Convenção Internacional sobre Busca e Salvamento Marítimos**. Disponível em <http://pesquisa.in.gov.br/imprensa/jsp/visualiza/index.jsp?jornal=1&pagina=1&data=12/04/1991>. Acesso em: 13 Jun. 2019

BRASIL. [Decreto n.º 1.413, de 31 de Julho de 1975]. **Controle da poluição do meio ambiente provocada por atividades industriais**. Disponível em http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Decreto-Lei/1965-1988/Del1413.htm. Acesso em: 13 Jun. 2019

BRASIL. [Decreto n.º 2.508, de 04 de Março de 1998]. **Convenção Internacional para a Prevenção da Poluição Causada por Navios**. Disponível em http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/D2508.htm. Acesso em: 13 Jun. 2019

BRASIL. [Decreto n.º 2.519, de 16 de Março de 1988]. **Convenção sobre Diversidade Biológica**. Disponível em http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/D2519.htm. Acesso em: 13 Jun. 2019

BRASIL. [Decreto n.º 3.842, de 13 de Junho de 2001]. **Convenção Interamericana para a Proteção e a Conservação das Tartarugas Marinhas**. Disponível em http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/2001/D3842.htm. Acesso em: 13 Jun. 2019

BRASIL. [Decreto n.º 3.939, de 26 de Setembro de 2001]. **Comissão Interministerial para os Recursos do Mar (CIRM)**. Disponível em http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/2001/D3939impresao.htm. Acesso em: 13 Jun. 2019

BRASIL. [Decreto n.º 4.136, de 20 de Fevereiro de 2002]. **Especificação das sanções aplicáveis às infrações às regras de pre-venção, controle e fiscalização da poluição causada por lançamento de óleo e outras substâncias nocivas ou perigosas em águas sob jurisdição nacional**. Disponível em http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/2002/D4136.htm. Acesso em: 13 Jun. 2019

BRASIL. [Decreto n.º 4.810, de 19 de Agosto de 2003]. **Normas para operação de embarcações pesqueiras nas zonas brasileiras de pesca, alto mar e por meio de acordos internacionais**. Disponível em http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/2003/D4810.htm. Acesso em: 13 Jun. 2019

BRASIL. [Decreto n.º 4.871, de 06 de Novembro de 2003]. **Instituição dos Planos de Áreas para o combate à poluição por óleo em águas sob jurisdição nacional**. Disponível em http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/2003/D4871.htm. Acesso em: 13 Jun. 2019

BRASIL. [Decreto n.º 5.208, de 17 de Setembro de 2004]. **Acordo Quadro sobre Meio Ambiente do Mercosul**. Disponível em http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Ato2004-2006/2004/Decreto/D5208.htm. Acesso em: 13 Jun. 2019

BRASIL. [Decreto n.º 5.098, de 03 de Junho de 2004]. **Plano Nacional de Prevenção, Preparação e Resposta Rápida a Emergências Ambientais com Produtos Químicos Perigosos - P2R2**. Disponível em http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Ato2004-2006/2004/Decreto/D5098.htm. Acesso em: 13 Jun. 2019

BRASIL. [Decreto n.º 5.300, de 07 de Dezembro de 2004]. **Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro - PNGC**. Disponível em http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Ato2004-2006/2004/Decreto/D5300.htm. Acesso em: 13 Jun. 2019

BRASIL. [Decreto n.º 5.377, de 23 de Fevereiro de 2005]. **Aprova a Política Nacional para os Recursos do Mar (PNRM)**. Disponível em http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2004-2006/2005/Decreto/D5377.htm. Acesso em: 13 Jun. 2019

BRASIL. [Decreto n.º 5.758, de 13 de Abril de 2006]. **Plano Estratégico Nacional de Áreas Protegidas - PNAP**. Disponível em http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2004-2006/2006/Decreto/D5758.htm. Acesso em: 13 Jun. 2019

BRASIL. [Decreto n.º 6.511, de 17 de Julho de 2008]. **Anexos da Convenção sobre Prevenção da Poluição Marinha Causada pelo Alijamento no Mar de Resíduos**. Disponível em http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2007-2010/2008/Decreto/D6511.htm. Acesso em: 13 Jun. 2019

BRASIL. [Decreto n.º 6.514, de 22 de Julho de 2008]. **Infrações e sanções administrativas ao meio ambiente, estabelece o processo administrativo federal para apuração destas infrações**. Disponível em http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2008/decreto/d6514.htm. Acesso em: 13 Jun. 2019

BRASIL. [Decreto n.º 7.804, de 18 de Julho de 1989]. **Política Nacional do Meio Ambiente**. Disponível em http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L7804.htm. Acesso em: 13 Jun. 2019

BRASIL. [Decreto n.º 8.127, de 22 de Outubro de 2013]. **Plano Nacional de Contingência para Incidentes de Poluição por Óleo em Águas sob Jurisdição Nacional, altera o Decreto nº 4.871, de 6 de novembro de 2003**. Disponível em http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2011-2014/2013/Decreto/D8127.htm. Acesso em: 13 Jun. 2019

BRASIL. [Decreto n.º 8.345, de 13 de Novembro de 2014]. **Convenção Internacional sobre Controle de Sistemas Anti-incrustantes Danosos em Navios, adotada pela Organização Marítima Internacional**. Disponível em http://www.planalto.gov.br/CCIVIL_03/_Ato2011-2014/2014/Decreto/D8345.htm. Acesso em: 13 Jun. 2019

BRASIL. [Decreto n.º 87.566, de 16 de Dezembro de 1982]. **Convenção sobre Prevenção da Poluição Marinha por Alijamento de Resíduos e outras Matérias.** Disponível em http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/1980-1989/1980-1984/D87566.htm. Acesso em: 13 Jun. 2019

BRASIL. [Decreto n.º 98.145, de 15 de Setembro de 1989]. **Plano de Levantamento da Plata-forma Continental Brasileira.** Disponível em http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/1980-1989/D98145.htm. Acesso em: 13 Jun. 2019

BRASIL. [Lei Complementar n.º 140, de 08 de Dezembro de 2011]. **Fixa normas, nos termos dos incisos III, VI e VII do caput e do parágrafo único do art. 23 da Constituição Federal, para a cooperação entre a União, os Estados, o Distrito Federal e os Municípios nas ações administrativas decorrentes do exercício da competência comum relativas à proteção das paisagens naturais notáveis, à proteção do meio ambiente, ao combate à poluição em qualquer de suas formas e à preservação das flores-tas, da fauna e da flora.** Disponível em http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/lcp/lcp140.htm. Acesso em: 13 Jun. 2019

BRASIL. [Lei Federal n.º 5.197, de 03 de Janeiro de 1967]. **Proteção à fauna.** Disponível em http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L5197compilado.htm. Acesso em: 13 Jun. 2019

BRASIL. [Lei Federal n.º 6.803 de 02 de Julho de 1980]. **Diretrizes básicas para o zoneamento industrial nas áreas críticas de poluição.** Disponível em http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L6803.htm. Acesso em: 13 Jun. 2019

BRASIL. [Lei Federal n.º 6.938, de 31 de Agosto de 1981]. **Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação.** Disponível em http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L6938compilada.htm. Acesso em: 13 Jun. 2019

BRASIL. Lei Federal n.º 7.661, de 16 de Maio de 1988]. **Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro.** Disponível em http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L7661.htm. Acesso em: 13 Jun. 2019

BRASIL. [Lei Federal n.º 8.001, de 13 de Março de 1990]. **Definição de percentuais da distribuição da compensação financeira de que trata a Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989.** Disponível em http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L8001compilado.htm. Acesso em: 13 Jun. 2019

BRASIL. [Lei Federal n.º 8.617, 04 de Janeiro de 1993]. **Dispõe sobre o mar territorial, a zona contígua, a zona econômica exclusiva e a plataforma continental brasileiros.** Disponível em http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L8617.htm. Acesso em: 13 Jun. 2019

BRASIL. [Lei Federal 8.987, de 13 de Fevereiro de 1995]. **Regime de concessão e permissão da prestação de serviços públicos previsto no art. 175 da Constituição Federal.** Disponível em http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L8987compilada.htm. Acesso em: 13 Jun. 2019

BRASIL. [Lei Federal n.º 9.427, de 26 de Dezembro de 1996]. **Institui a Agência Nacional de Energia Elétrica - ANEEL, disciplina o regime das concessões de serviços públicos de energia elétrica e dá outras providências.** Disponível em http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L9427compilada.htm. Acesso em: 13 Jun. 2019

BRASIL. [Lei Federal n.º 9.605, de 12 de Fevereiro de 1998]. **Sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente.** Disponível em http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9605.htm. Acesso em: 13 Jun. 2019

BRASIL. [Lei Federal n.º 9.748, de 07 de Agosto de 1997]. **Dispõe sobre a política energética nacional, as atividades relativas ao monopólio do petróleo, institui o Conselho Nacional de Política Energética e a Agência Nacional do Petróleo e dá outras providências.** Disponível em http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L9478compilado.htm. Acesso em 13 Jun. 2019

BRASIL. [Lei Federal n.º 9.795, de 27 de Abril de 1999]. **Educação ambiental, institui a Política Nacional de Educação Ambiental.** Disponível em http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9795.htm. Acesso em: 13 Jun. 2019

BRASIL. [Lei Federal n.º 9.966, de 28 de Abril de 2000]. **Dispõe sobre a prevenção, o controle e a fiscalização da poluição causada por lançamento de óleo e outras substâncias nocivas ou perigosas em águas sob jurisdição nacional.** Disponível em http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L9966.htm. Acesso em: 13 Jun. 2019

BRASIL. [Lei Federal n.º 9.991, de 24 de Julho de 2000]. **Realização de investimentos em pesquisa e desenvolvimento e em eficiência energética por parte das empresas concessionárias, permissionárias e autorizadas do setor de energia elétrica.** Disponível em http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L9991.htm. Acesso em: 13 Jun. 2019

BRASIL. [Lei Federal n.º 9.993, de 24 de Julho de 2000]. **Destina recursos da compensação financeira pela utilização de recursos hídricos para fins de geração de energia elétrica e pela exploração de recursos minerais para o setor de ciência e tecnologia.** Disponível em http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L9993.htm. Acesso em: 13 Jun. 2019

BRASIL. [Lei Federal n.º 10.295, de 17 de Outubro de 2001]. **Política Nacional de Conservação e Uso Racional de Energia.** Disponível em http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/LEIS_2001/L10295.htm. Acesso em: 13 Jun. 2019

BRASIL. [Lei Federal n.º 10.848, de 15 de Março de 2004]. **Comercialização de energia elétrica, altera as Leis nos 5.655, de 20 de maio de 1971, 8.631, de 4 de março de 1993, 9.074, de 7 de julho de 1995, 9.427, de 26 de dezembro de 1996, 9.478, de 6 de agosto de 1997, 9.648, de 27 de maio de 1998, 9.991, de 24 de julho de 2000, 10.438, de 26 de abril de 2002.** Disponível em http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Ato2004-2006/2004/Lei/L10.848compilado.htm. Acesso em: 13 Jun. 2019

BRASIL. [Lei Federal n.º 10.973, de 02 de Dezembro de 2004]. **Incentivos à inovação e à pesquisa científica e tecnológica no ambiente produtivo.** Disponível em http://www.planalto.gov.br/CCIVIL_03/Ato2004-2006/2004/Lei/L10.973.htm#. Acesso em: 13 Jun. 2019

BRASIL. [Lei Federal n.º 12.305, de 02 de Agosto de 2010]. **Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei no 9.605, de 12 de fevereiro de 1998.** Disponível em http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm.

Acesso em: 13 Jun. 2019

BRASIL. [Lei Federal n.º 12.111, de 09 de Dezembro de 2009]. **Serviços de energia elétrica nos Sistemas Isolados; altera as Leis nos 9.991, de 24 de julho de 2000, 9.074, de 7 de julho de 1995, 9.427, de 26 de dezembro de 1996, e 10.848, de 15 de março de 2004; revoga dispositivos das Leis nos 8.631, de 4 de março de 1993, 9.648, de 27 de maio de 1998, e 10.833, de 29 de dezembro de 2003.**

Disponível em http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2007-2010/2009/Lei/L12111.htm. Acesso em: 13 Jun. 2019

BRASIL. [NHO 06, 2ª Ed. (2017)]. **Avaliação da exposição ocupacional ao calor.**

Disponível em <http://www.fundacentro.gov.br/biblioteca/normas-de-higiene-ocupacional/publicacao/detalhe/2018/1/nho-06-avaliacao-da-exposicao-ocupacional-ao-calor>. Acesso em: 13 Jun. 2019

BRASIL. [Resolução CONAMA n.º 001 de 23 de janeiro de 1986]. **Considerando a necessidade de se estabelecerem as definições, as responsabilidades, os critérios básicos e as diretrizes gerais para uso e implementação da Avaliação de Impacto Ambiental como um dos instrumentos da Política Nacional do Meio Ambiente.** Ministério do Meio Ambiente (MMA), Conselho Nacional do Meio Ambiente.

Disponível em: <http://www2.mma.gov.br/port/CONAMA/res/res86/res0186.html>. Acesso em: 13 Jun. 2019

BRASIL. [Resolução CONAMA n.º 001 de 08 de março de 1990]. **Dispõe sobre a emissão de ruídos, em decorrência de algumas atividades industriais, comerciais, sociais ou recreativas, inclusive as de propaganda política. obedecerá, no interesse da saúde, do sossego público, aos padrões, critérios e diretrizes.** Ministério do Meio Ambiente (MMA), Conselho Nacional do Meio Ambiente.

BRASIL. [Resolução CONAMA n.º 237, de 19 de dezembro de 1997]. **Dispõe sobre licenciamento ambiental.** Ministério do Meio Ambiente (MMA), Conselho Nacional do Meio Ambiente. Disponível em: <http://www2.mma.gov.br/port/conama/res/res97/res23797.html>. Acesso em: 13 Jun. 2019

BRASIL. [Resolução CONAMA n.º 275, de 25 de abril de 2001]. **Estabelece o código de cores para os diferentes tipos de resíduos, a ser adotado na identificação de coletores e transportadores, bem como nas campanhas informativas para a coleta seletiva.** Ministério do Meio Ambiente (MMA), Conselho Nacional do Meio Ambiente. Disponível em: <http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=273>. Acesso em: 13 Jun. 2019

BRASIL. [Resolução CONAMA n.º 307, de 05 de julho de 2002]. **Estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil.** Ministério do Meio Ambiente (MMA), Conselho Nacional do Meio Ambiente. Disponível em: https://www.mma.gov.br/estruturas/a3p/arquivos/36_09102008030504.pdf. Acesso em: 13 Jun. 2019

BRASIL. [Resolução CONAMA n.º 316, de 29 de outubro de 2002]. **Dispõe sobre procedimentos e critérios para o funcionamento de sistemas de tratamento térmico de resíduos.** Ministério do Meio Ambiente (MMA), Conselho Nacional do Meio Ambiente. Disponível em: <http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=338>. Acesso em: 13 Jun. 2019

BRASIL. [Resolução CONAMA n.º 358, de 29 de abril de 2005]. **Dispõe sobre o tratamento e a disposição final dos resíduos dos serviços de saúde e dá outras providências.** Ministério do Meio Ambiente (MMA), Conselho Nacional do Meio Ambiente. Disponível em: <http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=462>. Acesso em: 13 Jun. 2019

BRASIL. [Resolução CONAMA n.º 430, de 13 de maio de 2011]. **Dispõe sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes, complementa e altera a Resolução no 357, de 17 de março de 2005.** Ministério do Meio Ambiente (MMA), Conselho Nacional do Meio Ambiente. Disponível em:

<http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=646>. Acesso em: 13 Jun. 2019

CASTRO, NIVALDE de; LIMA, ANTÔNIO; HIDD, GABRIEL; VARDIERO, PEDRO. **“Perspectivas da Energia Eólica offshore”**. Agência Canal Energia. Rio de Janeiro, 06 de agosto de 2018.

CLARK, R.B. **The impact of oil pollution on marine populations, communities and ecosystems: a summing up**. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London*. Great Britain. Série B. p. 433-443. 1982

CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente. 2013. **Resolução Conama - Versão Consolidada: Proposta de resolução consolidada licenciamento de empreendimento de energia elétrica a partir de fonte eólicas**. 6 ed. [s.i.]: Ministério do Meio Ambiente, 2013. 15 p. Disponível em: http://www2.mma.gov.br/port/conama/processos/B1E176E5/Consolidacao_Emendadas_propostas_6aCTCA.pdf. Acessado em: 12 de Abr. de 2019.

CONCEIÇÃO, R.N.; NASCIMENTO, M. C. 2009. Recifes artificiais instalados em Guamaré, Rio Grande do Norte: programa de apoio à pesca artesanal. **Arq. Ciên. Mar**, Fortaleza, 42(1), p. 106-111.

COPPING, A., SATHER, N., HANNA, L., WHITING, J., ZYDLEWSKI, G., STAINES, G., GILL, A., HUTCHISON, I., O'HAGAN, A., SIMAS, T., BALD, J., SPARLING C., WOOD, J., AND MASDEN, E. 2016. Annex IV 2016 State of the Science Report: **Environmental Effects of Marine Renewable Energy Development Around the World**. Disponível em <https://www.ocean-energy-systems.org/publications/oes-reports/environmental-issues/document/state-of-the-science-report-2016-full-report/>. Acesso em 13 de Jun. 2019

DAHL, P., REINHALL, P.G., POPPER, A.N., HASTINGS, M.C., AINSLIE, M. **Underwater sound from pile driving, what is it and why does it matter**. *The Journal of the Acoustical Society of America* 135(4): 2312. DOI: 10.1121/1.4877620, 2012.

DANISH ENERGY AUTHORITY. Danish Offshore Wind – Key Environmental Issues, 2016 Disponível em: <http://188.64.159.37/graphics/Publikationer/Havvindmoeller/kap05.htm>, Acesso em: 13 de Jun. 2019

DERANE, C. 2008. **Direito Ambiental Econômico**. 3ª Ed, São Paulo: Saraiva.

DESHOLM, M. AND KAHLERT, J. **Avian collision risk at an offshore wind farm**. Biology Letters. 1: 296-298. Doi: 10.1098/rsbl.2005.0336, 2005.

DIEGUES, A. C. 2000. **Navegando Pelas Montanhas: Pesca de Marcação e Mestrança em Galinhos, RN**. In: A. Diegues (d.): Imagem Das Águas. Hucitec/Nupaub.

DIEGUES, A.C. 1999. A sócio-antropologia das comunidades de pescadores marítimos no Brasil: uma síntese histórica. **Revista Etnográfica**, Vol. III (2).

DNPM - Departamento Nacional de Produção Mineral. 2010. **Sumário Mineral Brasileiro**. Brasília-DF.

DREWITT E LANGSTON,. DESHOLM, M. AND KAHLERT, J. 2005. **Avian collision risk at an offshore wind farm**. Biology Letters. 1: 296-298. Doi: 10.1098/rsbl.2005.0336, 2006.

EDENHOFER, O., PICHS-MADRUGA, R., SOKONA, Y. 2012. **IPCC Special Report on Renewable Energy Sources and Climate Change Mitigation**, Cambridge University Press.

GARCIA JR. J., 2006. **Inventário das espécies de peixes da costa do Estado do Rio Grande do Norte e aspectos zoogeográficos da ictiofauna recifal do Oceano Atlântico**. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Centro de Biociências. Departamento de Oceanografia e Limnologia. Programa de Pós-Graduação em Bioecologia Aquática. Natal, RN, 2006. 125 pp.

GJØDVAD J.F., IBSEN M.D. (2016) ODIN-WIND: **An Overview of the Decommissioning Process for Offshore Wind Turbines**. In: Ostachowicz W., McGugan M., Schröder-Hinrichs JU., Luczak M. (eds) MARE-WINT. Springer, Cham.

GLOBAL WIND ENERGY COUNCIL. 2017. **Global Wind Statistics 2017**. Disponível em: https://gwec.net/wp-content/uploads/vip/GWEC_PRstats2017_EN-003_FINAL.pdf. Acessado em 05 de abril de 2019.

GORDON, J., MOSCROP, A. **Underwater Noise Pollution and its Significance for Whales and Dolphins**. Simmonds, M.P., Hutchinson, J.D. (eds). Wiley, New York, EUA, p.281-320. 1996.

GROSS, M.G., GROSS, E., 1996. **Oceanography, a view of earth**. Prentice Hall, New Jersey, 7th ed. 472p.

HAYS, G.C., DRAY, M., QUAIFE, T., SMYTH, T.J., MIRONNET, N.C., LUSCHI, P., PAPI, F., BARNESLEY, M.J. 2001. **Movements of migrating green turtles in relation to AVHRR derived sea surface temperature**, International Journal of Remote Sensing, 22: 8, 1403-1411. DOI: 10.1080/01431160118422.

HISCOCK K., SHARROCK S., HIGHFIELD J. SNELLING D. **Colonization of an artificial reef in south-west England ex-HMS "Scylla"**. J. Mar. Biol. Assoc. UK 90(1): 69-94, 2010.

HYDER. Guidelines for the Assessment of Indirect and Cumulative Im-pacts as well as Impact Interactions, Luxembourg: Office for Official Publications of the European Communities, 2001. Disponível em <https://ec.europa.eu/environment/archives/eia/eia-studies-and-reports/pdf/guidel.pdf>. Acesso em: 13 Jun. 2019

IBAMA - INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS. NOTA TÉCNICA CGPEG/DILIC/IBAMA Nº 01/2011. **Diretrizes para apresentação, implementação e para elaboração de relatórios, nos processos de licenciamento ambiental dos empreendimentos marítimos de exploração e produção de petróleo e gás**. Disponível em: <http://ibama.gov.br/phocadownload/licenciamento/petroleo-e-gas/notas-tecnicas/1->

[2011-01-nota-tecnica-programa-de-controle-da-poluicao.pdf](#). Acesso em: 13 Jun. 2019

IBAMA - INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS. Portaria n.º 1.522, de 19 de dezembro de 1989. **Dispõe sobre a lista oficial de espécies de fauna brasileira ameaçada de extinção.** Disponível em: <http://www.ibama.gov.br/sophia/cnia/legislacao/IBAMA/PT1522-191289.PDF>. Acesso em: 13 Jun. 2019

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 2010. **Panorama Areia Branca/RN.** Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/rn/areiabranca/panorama>. Acessado em: 27 de abril de 2019.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 2010. **Panorama Caiçara do Norte/RN.** Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/rn/caicaradonorte/panorama>. Acessado em: 26 de abril de 2019.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 2010. **Panorama Galinhos/RN.** Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/rn/galinhos/panorama>. Acessado em: 27 de abril de 2019.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 2010. **Panorama Grossos/RN.** Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/rn/grossos/panorama>. Acessado em: 25 de abril de 2019.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 2010. **Panorama Guamaré/RN.** Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/rn/guamare/panorama>. Acessado em: 27 de abril de 2019.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 2010. **Panorama Macau/RN.** Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/rn/macau/panorama>. Acessado em: 25 de abril de 2019.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 2010. **Panorama Porto do Mangue/RN**. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/rn/portodomangue/panorama>. Acessado em: 24 de abril de 2019.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 2010. **Panorama Tibau/RN**. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/rn/tibau/panorama>. Acessado em: 24 de abril de 2019.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 2016. **PNAD 2015: Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílio: Síntese de Indicadores 2015**. Rio de Janeiro: IBGE. 105 p.

IDEMA - Instituto de Desenvolvimento Sustentável e Meio Ambiente do Rio Grande do Norte. **Reserva de Desenvolvimento Sustentável Estadual Ponta do Tubarão**. Disponível em: <http://idema.rn.gov.br/Conteudo.asp?TRAN=ITEM&TARG=948&ACT=&PAGE=&PARM=&LBL=Materia>. Acessado em 13 de abril de 2019.

International Petroleum Industry Environmental Conservation Association – IPIECA. **Guidelines of biological impacts of oil pollution**. 1991, vol 1. Disponível em: www.ipieca.org. Acesso em 13. Jun. 2019

International Petroleum Industry Environmental Conservation Association – IPIECA. **Biological impacts of oil pollution: Fisheries**. 2000, vol 8. Acessível em www.ipieca.org. Acesso em 13. Jun. 2019

INGER R, GRECIAN WJ, , ATTRILL MJ, BEARHOP S, GODLEY BJ, WITT MJ, VOTIER SC. **Potential impacts of wave-powered marine renewable energy installations on marine birds**. Ibis, 152:683–697, 2010.

IRUSTA J.B., Cassimiro R.F., 2006. **Projeto de execução do Plano de Monitoramento da avifauna na Área de influência da Usina eólica de Macau-RN**. Terceiro Relatório Quadrimestral. Relatório Técnico para PETROBRAS, Macau, RN.

KINGSTON, P.F. **Long-term Environmental Impact of oil spills**. Spill Science & Technology Bulletin. Great Britain. Vol. 7, N° 1-2, p. 53-61. 2002.

KORF, E. P; GOELLNER, C. I, 2011. **Diretrizes para Programas de Gerenciamento de Riscos de Acidentes Ambientais e Ocupacionais em Instalações Industriais**. Revisão Gestão Industrial, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, ISSN 1808-0448 / v. 07, n. 03: p. 60-74.

LARSEN, J.K., GUILLEMETTE, M. **Effects of wind turbines on flight behaviour of wintering common eiders: implications for habitat use and collision risk**. J. Appl. Ecol. 44: 516–522, 2007.

LESSA, R.; ARAÚJO, B. M. 2004. *Hirundichthysaffinis*. In: Lessa, R.P., Bezerra Jr, J. L.; Nóbrega, M.F. (Eds.). Dinâmica das frotas pesqueiras da região Nordeste do Brasil: Análise das principais pescarias. Programa de Avaliação do Potencial Sustentável dos Recursos Vivos da Zona Econômica Exclusiva SCORE- NE. 1, 264p.

LITTLE, P. 2002. **Territórios Sociais e Povos Tradicionais no Brasil: por uma antropologia da territorialidade**. Brasília: Universidade de Brasília, Série Antropologia n° 322.

LINLEY E.A.S., WILDING T.A., BLACK K., HAWKINS A.J.S. AND MANGI S. **Review of the reef effects of offshore wind farm structures and their potential for enhancement and mitigation**. Report from PML Applications Ltd and the Scottish Association for Marine Science to the Department for Business, Enterprise and Regulatory Reform (BERR), 2007.

LUSCHI, P., HAYS, G.C., DEL SEPPIA, C., MARSH, R., PAPI, F. 1998. **The navigational feats of green sea turtles migrating from Ascension Island investigated by satellite telemetry**. Proc. Biol Sci., 265(1412): 2279–2284. DOI: 10.1098/rspb.1998.0571.

MARINHA DO BRASIL. **Normas da Autoridade Marítima para Atividades de Inspeção Naval - NORMAN n.º 07/DPC**. 2003. Diretoria de Portos e Costas, Disponível em: <https://www.marinha.mil.br/dpc/sites/www.marinha.mil.br/dpc/files/normam07.pdf>. Acesso em Acesso em: 13 Jun. 2019

MARINHA DO BRASIL. **Normas da Autoridade Marítima para Atividades Subaquáticas - NORMAN n.º 015/DPC**. 2016, 2º Revisão. Diretoria de Portos e Costas, Disponível em: <https://www.marinha.mil.br/dpc/sites/www.marinha.mil.br.dpc/files/normam15.pdf>. Acesso em Acesso em: 13 Jun. 2019

MARINHA DO BRASIL. **Normas da Autoridade Marítima para Controle de Sistemas Antiincrustantes em Embarcações - NORMAN n.º 023/DPC**. 2007. Diretoria de Portos e Costas, Disponível em: https://www.marinha.mil.br/dpc/sites/www.marinha.mil.br.dpc/files/normam23_0.pdf. Acesso em Acesso em: 13 Jun. 2019

MARINHA DO BRASIL. **A Convenção Internacional para a Prevenção da Poluição por Navios - MARPOL 73/74**. 1973. Diretoria de Portos e Costas, Disponível em: https://www.ccaimo.mar.mil.br/sites/default/files/marpol_convprot-p.pdf. Acesso em Acesso em: 13 Jun. 2019

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE (MMA). **Livro Vermelho da Fauna Brasileira Ameaçada de Extinção**. Editores Angelo Barbosa Monteiro Machado, Gláucia Moreira Drummond, Adriano Pereira Paglia. 1.ed., Brasília/DF. Fundação Biodiversitas, 2008. Disponível em: http://www.icmbio.gov.br/portal/images/stories/biodiversidade/fauna-brasileira/livro-vermelho/volumel/vol_1_parte1.pdf. Acesso em 13 de Jun 2019

MOORE, S., CLARKE, J. **Potential Impacts of Offshore Human Activities on Gray Whales**. Journal of Cetacean Resource Management 4:19-25. 2002

NARCIZO, K.R; OLIVEIRA, I.T.G.; COSTA, T.E.B. 2005. **Caracterização da pesca artesanal da Costa Branca - Rio Grande do Norte**. In: XII Encontro de Pesquisa e Extensão - ENCOPE, 2005, Mossoró.

NAVARRO, E. A. 2013. **Dicionário de tupi antigo: a língua indígena clássica do Brasil**. São Paulo. Global. 210p.

NEDWELL J., HOWELL D. **A review of offshore windfarm related underwater noise sources.** Cowrie Rep 544 R0308:1–57, 2004.

NEDWELL J., A.W.H. TURNPENNY, J. LOVELL, S.J. PARVIN, R. WORKMAN, J.A.L. SPINKS & D. **Howell A validation of the dBht as a measure of the behavioural and auditory effects of underwater noise.** Subacoustech - Acoustic, Research e Consultancy, 2007. Disponível em: <https://tethys.pnnl.gov/sites/default/files/publications/Nedwell-et-al-2007.pdf>. Acesso em: 13 Jun. 2019

OLIVEIRA, J.E.L., L.F. MENDES J. GARCIA JÚNIOR (2006) **Ictiofauna, in Relatório Integrador do Programa de Monitoramento Ambiental da Bacia Potiguar – Campanhas Amostrais (BPOT1 -julho de 2002, NPOT2 – maio de 2003, BPOT3 – novembro de 2003 e BPOT4 – maio/2004)**, vol. 3, cap. 20, Rio de Janeiro: Petrobras.

OLIVEIRA, J.E.L., L.F. MENDES e J. GARCIA JÚNIOR (2006) Ictiofauna, *in* **Relatório Integrador do Programa de Monitoramento Ambiental da Bacia Potiguar – Campanhas Amostrais (BPOT1 -julho de 2002, NPOT2 – maio de 2003, BPOT3 – novembro de 2003 e BPOT4 – maio/2004)**, vol. 3, cap. 20, Rio de Janeiro: Petrobras.

OLIVEIRA, M.R; CARVALHO, M.M; SOUZA, A.L; MOLINA, W.F; YAMAMOTO, M,E; CHELLAPPA, S. 2013. Caracterização da produção do peixe-voador, *Hirundichthysaffinis* em Caiçara do Norte, Rio Grande do Norte, Brasil: durante 1993 a 2010. **Biota Amazônia**, 3(2): 23-32

O’SULLIVAN, A.J. & JACQUES, T.G. **Impact reference system - Effects of oil in the marine environment: Impact of hydrocarbons on fauna and flora.** 2001

PAPI, F., LUSCHI, P., AKESSON, S., CAPOGROSSI, S., HAYS, G.C., 2000. **Open-sea Migration of magnetically disturbed sea turtles.** Journal of Experimental Biology, 203: 3435-3443.

PETERSEN, I.K., FOX, A.D. **Changes in bird habitat utilisation around the Horns Rev 1 offshore wind farm, with particular emphasis on Common Scoter.**

Report to Vattenfall A/S, National Environmental Research Institute, Univ. of Aarhus, Denmark, 2007.

PETROBRAS/GRANTGEOPHYSICAL/OCEANSAT, 2002. **Estudo Ambiental para Atividade de Levantamento de Dados Sísmicos 2D** – Bloco BCE-5 (Área do Poço 1-CES-134) - Bacia Potiguar.

PETROBRAS BR, 2006. **Relatório Integrador do Programa de Monitoramento Ambiental da Bacia Potiguar**. Campanhas Amostrais (BPOT1 – Julho/2002, BPOT-Maio/2003, BPOT3 – Novembro/2003 e BPOT4 – Maio/2004). Volumes 1, 2, 3 e 4. Programa de Cooperação coordenado por CENPES.

PETROBRAS. 2010. **Estudo de Impacto Ambiental – EIA para a atividade de perfuração marítima nos Blocos BM-POT-16 e Bacia Potiguar**. Disponível em: http://licenciamento.ibama.gov.br/Petroleo/Perfuracao/Perfuracao%20-%20Bacia%20de%20Potiguar%20-%20Blocos%20BM-POT-16%20e%2017%20-%20Petrobras/EIA-RIMA-BM-POT-16%20e%2017_BAIXA%20RESOLU%c7%c3O/.

Acessado em: 05 de abril de 2010.

PETROBRAS BR, 2011. **Relatório Anual das Atividades do Projeto de Monitoramento Ambiental da Bacia Potiguar 2011 – Volume 2**. UO-RNCE. 1116 pp.

PETROBRAS BR, 2015. **Relatório Anual das Atividades do Projeto de Monitoramento Ambiental da Bacia Potiguar 2015 – Volume 1**. UO-RNCE. 1172 pp.

PETROBRAS, 2017. **Arranjo Conceitual - Estudo de Microlocalização da torre eólica - Opção de localização próxima a PUB-03**. Implantação de uma planta piloto eólica offshore. UO-RNCE, Campo de Ubarana, N.º DE-3418.00-7504-941-PLR-001.

PETROBRAS. 2018a. **Experiência e Expectativas da Petrobras para Eólica Offshore**. IN: Brazil Wind Power Conference&Exhibition 2018. Disponível em: <https://drudu6g9smo13.cloudfront.net/wp-content/uploads/2018/08/12h15-Ezequiel-Costa-Malateaux-da-Silva-Brazil-WindPower-PETROBRAS-Final.pdf>.

Acessado em: 05 de abril de 2019.

PETROBRAS. 2018b. **Projeto de Monitoramento do Desembarque Pesqueiro Regional da Baía Potiguar**. Cartilha de distribuição gratuita. 20p.

PETROBRAS, 2018. **Microlocalização da planta piloto de geração de energia eólica offshore em Ubarana**. Implantação de uma planta piloto eólica offshore. CENPES/PDRGN/EE, Campo de Ubarana, N.º DE-3418.51-7504-941-PLR-001.

PETROBRAS, 2019. **Relatório de premissas para definição da localização da planta piloto**. Energia Eólica, CENPES/PDRGN/EE, n.º RL-3418.51-7504-700-P4X-002.

PETROBRAS, 2019. **8º Relatório técnico anual de monitoramento da morfodinâmica costeira da praia de do minhoto, Guamaré/RN**. E&P/UO-RNCE/SMS, n.º RL-4450.15-8340-931-P2V-004.

PÉRÈS. J.M., 1976. **Précis d'Océanographie biologique**. Presses Universitaires de France, Paris:239 pp.

POPPER, A.N, SLABBEKOORN, H., BOUTON, N., VAN OPZEELAND, I., COERS, A., TEN CATE, C. A noisy spring: the impact of globally rising underwater sound levels on fish. Trends Ecol Evol. 25(7): 419-27. 2003.

REIS E.C., ROSSO S., SCOFANO A.M., XAVIER A.G., FALCÃO A.P.C., RIBEIRO DE OLIVEIRA J.I., GALLETI DE ALMEIDA L., PURCELL C.A., CUNHA DO NASCIMENTO M., LACERDA DE OLIVEIRA M.A., CONCEIÇÃO G.F., PARENTE J.E.V., 2014. **Projetos de monitoramento de praias no litoral brasileiro. Avaliação de impactos da indústria de óleo e gás sobre mamíferos, aves e quelônios marinhos**. 2º Congresso Brasileiro de Avaliação de Impacto, Centro de Artes e Convenções da UFOP, Ouro Preto, MG.

RICHARDSON, C.R. GREENE, C.I. MALME AND D.H. THOMSON. **Marine Mammals and Noise**. Academic Press, London and San Diego. ISBN 0 12588 441 9, 1995.

SALLES, R. 2011. **Avaliação econômica e ambiental dos sistemas de pesca utilizados nos Municípios de Aracati e Icapuí -CE: subsídios para gestão.** Fortaleza, 145 f. Tese de Doutorado, Centro de Ciências Agrárias, UFC. 2011. Disponível em: <http://www.repositorio.ufc.br/bitstream/riufc/1420/1/2011-tese-rsalles.pdf>. Acessado em: 14 de abril de 2019.

SANTOS, C.L.A., VITAL, H., AMARO, V.E., KIKUCHI, R.K.P., 2007. **Mapeamento de recifes submersos na costa do Rio Grande do Norte**, NE Brasil: Macau a Maracajau. Revista Brasileira de Geofísica, vol. 25, suppl. 1. <http://dx.doi.org/10.1590/S0102-261X2007000500004>

SÁNCHEZ, L. E. **Avaliação de Impacto Ambiental: conceitos e métodos.** São Paulo, Oficina de textos. 2008.

SÁNCHEZ, L. E. **Avaliação de Impacte Ambiental**, 2.^a ed., São Paulo: Oficina de Textos, 2013.

SILVA, A. F.; MEDEIROS, T. H. L.; SILVA, V. P. 2009. **Pesca artesanal - conflito, cultura e identidade o caso potiguar.** In: XVII Semana de humanidades do CCHLA, UFRN. Natal.

SILVA, A.C. 2010. **A pesca de pequena escala nos litorais setentrional e oriental do Rio Grande do Norte.** 201 f. Tese de Doutorado, UFC, Departamento de Ciências Agrárias, Departamento de Engenharia de Pesca, Fortaleza.

SILVA, G.B.; CHAVES, D.C.B.; FONTELES-FILHO, A.A. 2013 Aspectos econômicos da pesca de atuns e afins associada a uma boia oceânica no Atlântico Oeste Equatorial. **Boletim do Instituto de Pesca**, 39(1):85-91.

SLABBEKOORN, H., BOUTON, N., VAN OPZEELAND, I., COERS, A., TEN CATE, C., POP-PER, A.N. **A noisy spring: the impact of globally rising underwater sound levels on fish.** Trends Ecol Evol. 25(7): 419-27, 2010.

SOARES, D.C.E.; MARQUES, R.R.; LIMA, D.S.; VALE, I.B. 2018. Caracterização da Pesca Artesanal no Município de Porto do Mangue/RN, Brasil. **Rev. Bras. Eng. Pesca**, 11 (2).

TEAL, J.M & HOWARD, R.W. **Oil Spill Studies: A Review of Ecological Effects. Environmental Management**. Vol. 8. N° 1, p. 27-44. 1984

TYACK, P. L. & MILLER, E. H. **Vocal anatomy, acoustic communication and echolocation**. In: A. R. Hoelzel (ed.) *Marine Mammal Biology: An Evolutionary Approach*, 2002.

UNESCO, 1980. **Monitoring biological variables related to marine pollution**. Reports on studies 12, p. 22.

U.S. FISH AND WILDLIFE SERVICE. **Effects of oil spills on wildlife and habitat**. 2004

WALTER, T. et al. 2004. **Interferência da Atividade de Petróleo na Pesca: Aspectos do Licenciamento Ambiental**. In: Anais do I Seminário de Gestão Socioambiental para o Desenvolvimento Sustentável da Aquicultura e da Pesca no Brasil – I SEGAP, Rio de Janeiro (RJ), 25 a 27 de Agosto, SAGE/COPPE/UFRJ, 9pp.

WARWICK R.M., CLARKE K.R. **Increased variability as a symptom of stress in marine communities**. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 172 (1-2), p. 215-226, 1993.

WEILGART, L. S. **The impacts of anthropogenic ocean noise on ceta-ceans and implications for management**. *Canadian Journal of Zoology* 85, 1091–1116. doi:10.1139/Z07-101, 2007.

WEISBERG S.B., RANASINGUE J.A., DAUER D.M., SCHAFFNER L.C., DIAZ R.J., FRITHSEN J.B., 1997. **An estuarine benthic index of biotic integrity (B-IBI) for Chesapeake Bay**. *Estuaries* 20, p. 149-158.

WILHELMSSON, D., MALM, T. **Fouling assemblages on offshore wind power plants and adjacent substrata.** Estuarine, Coastal and Shelf Science, 79, 3, 459-466, 2008.

WILLIAMS, R., BAIN, D., FORD, J., TRITES, A. **Behavioural Responses of Male Killer Whales to a “leapfrogging” Vessel.** Journal of Cetacean Research and Management 4: p. 305-310. 2002

XI - GLOSSÁRIO

Aerogerador	Um aerogerador (ou Sistema de Geração Eólica) é um gerador elétrico integrado ao eixo de um cata-vento e que converte energia eólica em energia elétrica.
ANEEL	A Agência Nacional de Energia Elétrica é uma autarquia sob regime especial, vinculada ao Ministério de Minas e Energia, com sede e fórum no Distrito Federal, com a finalidade de produção, transmissão e comercialização de energia elétrica, em conformidade com as políticas e diretrizes do governo federal.
Área de Influência Direta (AID)	É área necessária à implantação de obras/atividades, bem como aquelas que envolvem a infraestrutura de operacionalização de testes, plantios, armazenamento, transporte, distribuição de produtos/insumos/água, além da área de administração, residência dos envolvidos no projeto e entorno.
Área de Influência Indireta (AII)	Conjunto ou parte dos municípios envolvidos, tendo-se como base a bacia hidrográfica abrangida. Na análise sócio-econômica, esta área pode ultrapassar os limites municipais e, inclusive, os da bacia hidrográfica.
Área Diretamente Afetada (ADA)	É o local de intervenção (meio físico e biótico) para instalação do empreendimento (onshore ou offshore)
Área Oligotrófica	Refere-se aos ambientes que apresentam uma demanda de nutrientes muito reduzida.
Beachrocks	É uma rocha sedimentar friável a bem cimentada que consiste em uma mistura variável de sedimentos de cascalho, É areia e sedimento que é cimentada com minerais de carbonato e se formou ao longo de uma linha de costa.
Comunidade Bentônica	É a comunidade de organismos que vive no substrato de ambientes aquáticos.

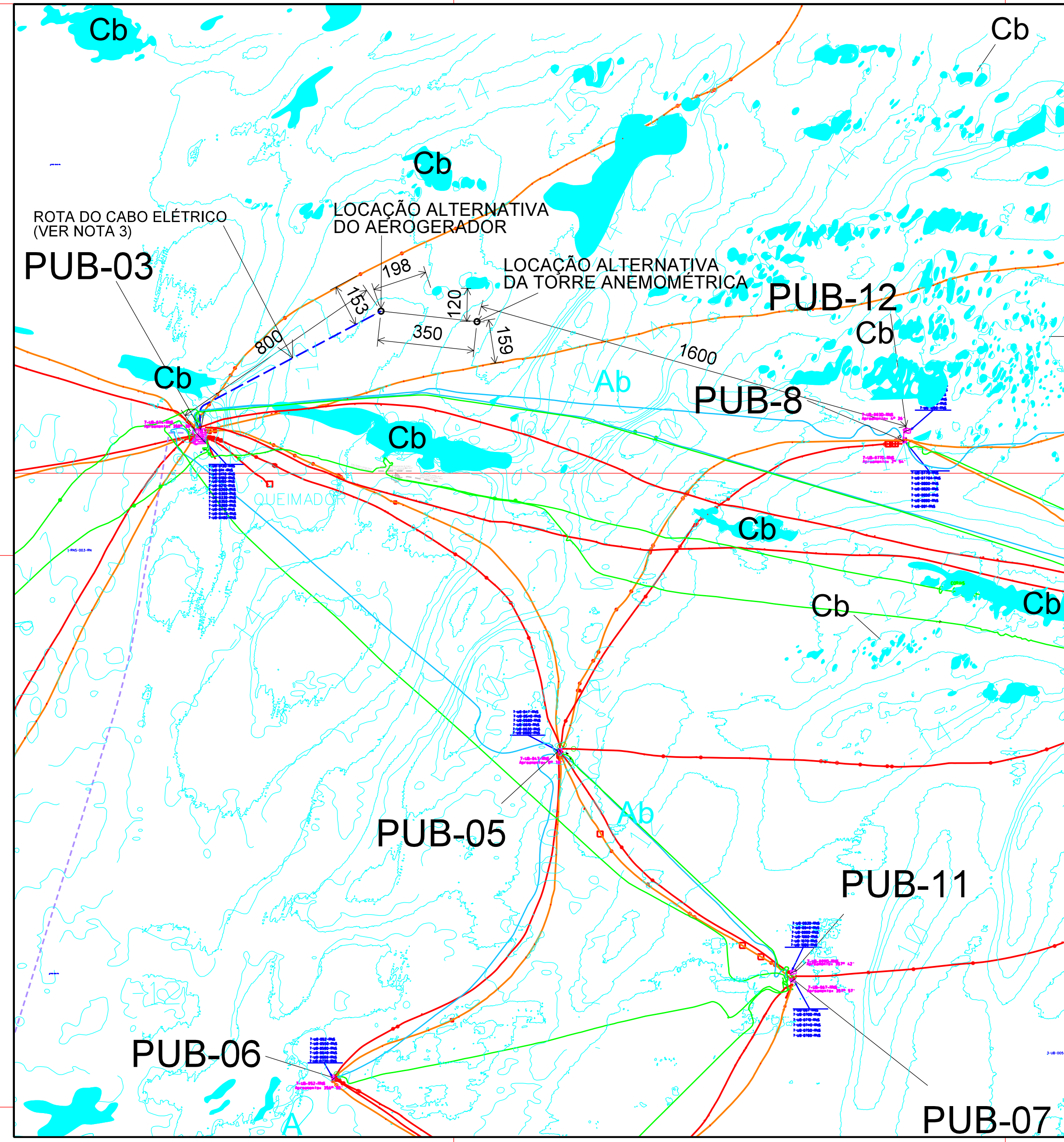
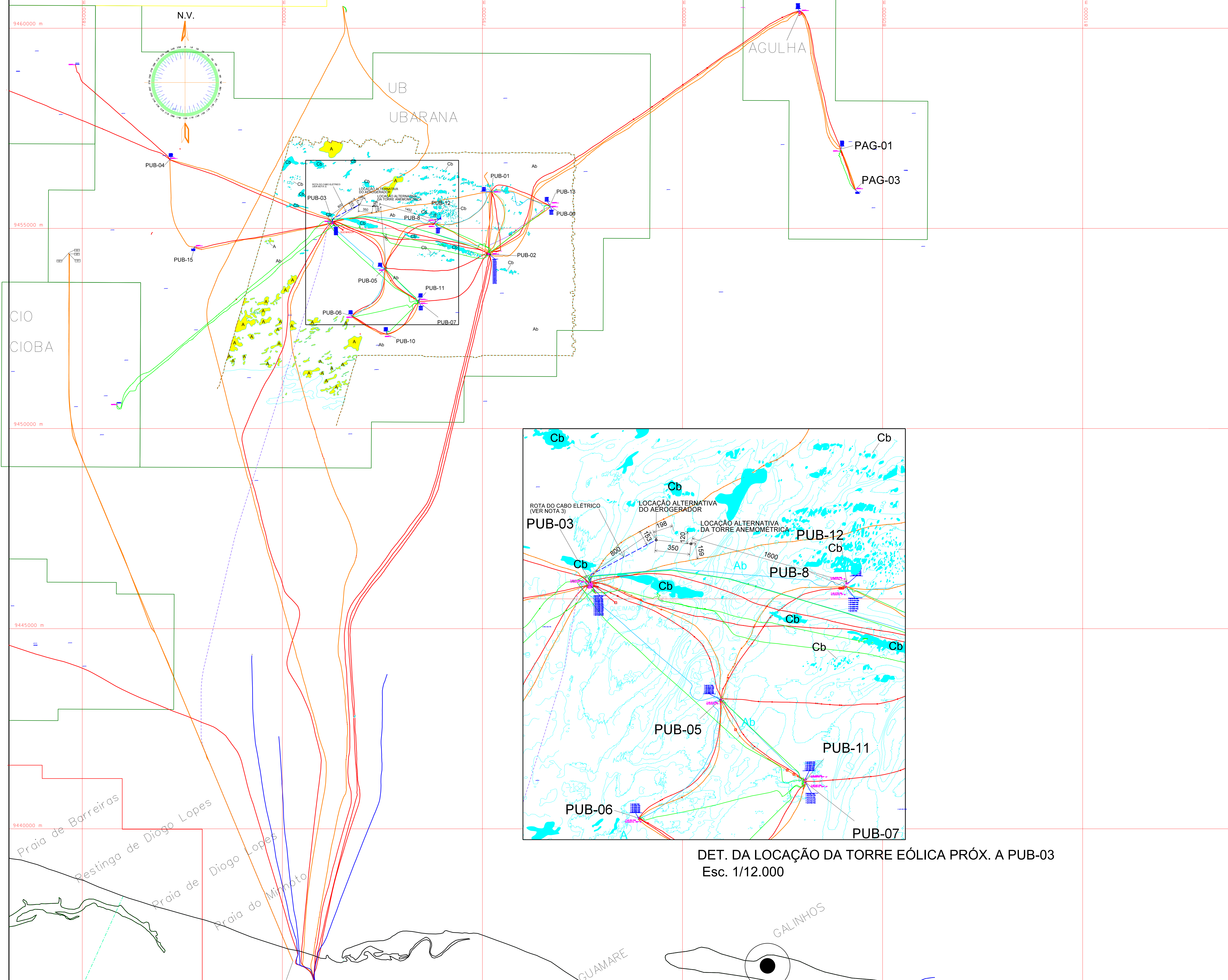
Comunidade Nectônicas	É o conjunto dos animais aquáticos que se movem livremente na coluna de água, com o auxílio dos seus órgãos de locomoção: nadadeiras e outros apêndices.
Comunidade Planctônicas	É o conjunto de organismos que não têm movimentos suficientes para contrariar as correntes, apesar de muitos terem movimentos, principalmente verticais pela coluna de água.
Efeito de recife (reef effect)	É uma modificação que ocorre no ambiente marinho devido a presença de estruturas rígidas, promovendo a colonização das estruturas pela flora e fauna marinha, resultando na elevação da biodiversidade local.
Equitabilidade	Refere-se ao padrão de distribuição de indivíduos entre as espécies, sendo proporcional a diversidade.
Fator de Capacidade (FC)	O Fator de Capacidade (FC) da fonte eólica representa a proporção entre a geração efetiva da torre eólica e a capacidade total em um determinado período de tempo, sendo uma medida de produtividade.
Ictiofauna	Em ecologia e ciências pesqueiras, chama-se ictiofauna ao conjunto das espécies de peixes que existem numa determinada região biogeográfica.
LIDAR (da sigla inglesa Light Detection And Ranging)	é uma tecnologia óptica de detecção remota que mede propriedades da luz reflectida de modo a obter a distância e/ou outra informação a respeito um determinado objecto distante.
Matriz Energética	é toda energia disponibilizada para ser transformada, distribuída e consumida nos processos produtivos, é uma representação quantitativa da oferta de energia, ou seja, da quantidade de recursos energéticos oferecidos por um país ou por uma região
Meio Biótico	Conjunto de todos os organismos vivos como plantas, animais e decompositores que vivem num ecossistema.

Meio Físico	É o espaço que acomoda todos os outros meios, ele os sustenta e da condições para que haja o desenvolvimento de todos os outros meios, que por fim, dará sustentabilidade a biota. Um conjunto de bioma, de ecossistema, um curso d'água, uma floresta floresta, uma cidade e todas as atividades recorrentes à vida.
Meio Socioeconômico	É um adjetivo atribuído a toda prática que relaciona situações, circunstâncias e aspectos que afetem tanto a ordem social como a economia de um local ou região.
Monopile	É um tipo específico de fundação para projetos de energia eólica offshore.
Nacelle	É um compartimento instalado no alto da torre dos aerogeradores eólicos, que abriga todos os componentes essenciais para a produção de energia – como o gerador, a caixa de velocidades e o sistema de transmissão.
Offshore	É um termo da língua inglesa e que significa “afastado da costa”, na tradução para o português.
Onshore	Onshore (“na costa”, em tradução para o português) é um termo utilizado para identificar toda a produção e serviços prestados em terra na indústria petrolífera. Tanto na terminologia Onshore e Offshore os serviços prestados são os mesmos, a única diferença é onde eles são praticados: no mar ou no continente.
Planta Piloto	O marco final de uma pesquisa científica bem sucedida é a adoção da nova tecnologia em uma planta indústria.
Plataforma	É uma grande estrutura usada para abrigar trabalhadores, equipamentos e máquinas para as mais diversas finalidades, uma vez é a perfuração de poços no leito do oceano para a extração de petróleo e/ou gás natural, processando os fluidos extraídos e levando os produtos, de navio, até a costa. Dependendo das circunstâncias, a plataforma pode ser fixada ao solo marinho, pode consistir de uma ilha artificial ou pode flutua.

Suction buckers	As caixas de sucção são uma nova forma de âncora de plataforma fixa que tem uma série de vantagens sobre fundações offshore convencionais, sendo principalmente mais rápidas de instalar do que estacas de fundações profundas e sendo mais fáceis de remover durante o descomissionamento.
Torre Anemométrica	O equipamento instalado que tem por objetivo fazer as medições da intensidade e constância dos ventos da região, para, a partir destes dados, se fazer a análise de viabilidade do projeto.

XII - ANEXOS

1. Anexo III.2.1.1-1 – Detalhamento da Localização da Planta Piloto de Geração Eólica



DET. DA LOCAÇÃO DA TORRE EÓLICA PRÓX. A PUB-03
Esc. 1/12.000

- NOTAS GERAIS**
- 1- TODAS AS MEDIDAS EM METRO, EXCETO ONDE INDICADO.
 - 2- SISTEMA DE COORDENADAS: UNIVERSAL TRANSVERSE MERCATOR (UTM), ZONA 24S, MERIDIANO CENTRAL 39° WGR, DATUM HORIZONTAL SIRGAS2000
 - 3- CONSIDEROU-SE A INTERLIGAÇÃO DE UM CABO UMBILICAL ELÉTRICO ÓPTICO INTERLIGANDO O AEROGERADOR A PUB-03, COM COMPRIMENTO ESTIMADO DE 1000m.

LEGENDA INTERPRETAÇÃO SONOGRÁFICA

- ÁREA DE COBERTURA SONOGRÁFICA
- Cb FORMAÇÃO CARBONÁTICA
- Ab AREIA BIODETRÍTICA
- A AREIA
- DUTOS RÍGIDOS EXISTENTES
- DUTOS FLEXÍVEIS EXISTENTES
- RING FENCE
- BATIMETRIA
- CABO UMBILICAL ELÉTRICO ÓPTICO

COORDENADAS DOS EQUIPAMENTOS

PLAT./EQUIP.	LDA(m)	LESTE	NORTE
PUB-03	12	791254	9455134
AEROGERADOR	13	791913	9455588
TORRE ANEMOMÉTRICA	15	792261	9455550

EMISSÃO ORIGINAL	20/09/18	HELVIO F. SILVA	JOÃO MARCELO	ANDRÉ GUERRERO
REVISÃO				

AS INFORMAÇÕES DESTA PLANILHA SÃO DE PROPRIEDADE DA PETROBRAS, SENDO PROIBIDA A UTILIZAÇÃO FORA DA SUA FINALIDADE. A PETROBRAS S-0081 REV. L.

PETROBRAS SUB / ES

CLIENTE: CENPES/PDRG/IEE

DEPARTAMENTO: IMPLANTAÇÃO DE UMA PLANTA PILOTO EÓLICA OFFSHORE


ÁREA: CAMPO DE UBARANA

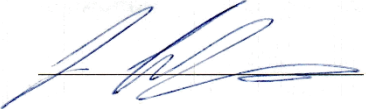
TÍTULO: MICRO-LOCALIZAÇÃO DA PLANTA PILOTO DE GERAÇÃO DE ENERGIA EÓLICA OFFSHORE EM UBARANA


PROJ. ECSS	DESENHO	VERIF. JOÃO MARCELO	APROV. ANDRÉ GUERRERO
ESCALA 1/30.000	DESENHO	FOUNO	01 de 01


DATA: 27/09/18 NÚMERO: DE-3418 51-7504-941-PLR-001

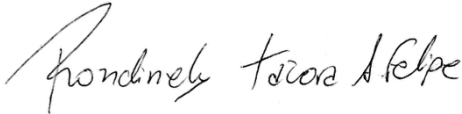
XIII - EQUIPE TÉCNICA


Profissional	Eduardo Magalhães Pinto Gomes
Empresa	Veritas Engenharia Ambiental
Formação	Engenheiro Ambiental Esp. Tecnologias Ambientais
Registro no respectivo Conselho de Classe	CONFEA 140.200.220-3
Cadastro Técnico Federal de Atividades e Instrumentos de Defesa Ambiental	1223312
Reponsável pela(s) Seção(ões)	VI, VII e VIII
Assinatura	


Profissional	Sérgio Iani Godinho
Empresa	Veritas Engenharia Ambiental
Formação	Engenheiro Ambiental Esp. Engenharia Sanitária
Registro no respectivo Conselho de Classe	CONFEA 140.220.762-0
Cadastro Técnico Federal de Atividades e Instrumentos de Defesa Ambiental	1223311
Reponsável pela(s) Seção(ões)	VI, VII, VIII e IX
Assinatura	

Profissional	Fábio de Vasconcelos Silva
Empresa	Veritas Engenharia Ambiental
Formação	Biólogo Graduando em Engenharia Ambiental Esp. Gestão e Perícia Ambiental Esp. Análise Ambiental
Registro no respectivo Conselho de Classe	CRBio 67.065/05-D
Cadastro Técnico Federal de Atividades e Instrumentos de Defesa Ambiental	5022063
Reponsável pela(s) Seção(ões)	I, II, III, IV, V.A, V.B, V.2, VI.2.2, VIII, X, XI e XII
Assinatura	

Profissional	Patrick Stefano Dantas Soares
Empresa	Veritas Engenharia Ambiental
Formação	Engenheiro Civil Técnico em Saneamento
Registro no respectivo Conselho de Classe	CREA-211012416-4
Cadastro Técnico Federal de Atividades e Instrumentos de Defesa Ambiental	7391779
Reponsável pela(s) Seção(ões)	IV, V.1, VI.2.4 e VIII
Assinatura	

Profissional	Rondinely Távora
Empresa	Veritas Engenharia Ambiental
Formação	Gestor Ambiental Esp em Geoprocessamento
Registro no respectivo Conselho de Classe	CONFEA 210.027572-0
Cadastro Técnico Federal de Atividades e Instrumentos de Defesa Ambiental	6339960
Reponsável pela(s) Seção(ões)	III e IV
Assinatura	

Profissional	Alire Cristina Cavalcante Modesto da Silva
Empresa	Veritas Engenharia Ambiental
Formação	Cientista Social Mestre em Ciências Sociais
Registro no respectivo Conselho de Classe	Registro ABA 3279
Cadastro Técnico Federal de Atividades e Instrumentos de Defesa Ambiental	6193145
Reponsável pela(s) Seção(ões)	V.3 e VI.2.3
Assinatura	

Profissional	Vítor Peixoto Lucas Rios
Empresa	Veritas Engenharia Ambiental
Formação	Geólogo Mestre em Ciência e Engenharia do Petróleo
Registro no respectivo Conselho de Classe	211.020.327-7
Cadastro Técnico Federal de Atividades e Instrumentos de Defesa Ambiental	5022063
Reponsável pela(s) Seção(ões)	V.1 e VI.2.1
Assinatura	



Ministério do Meio Ambiente
Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis
CADASTRO TÉCNICO FEDERAL
CERTIFICADO DE REGULARIDADE - CR



Registro n.º	Data da consulta:	CR emitido em:	CR válido até:
4925591	13/08/2019	13/08/2019	13/11/2019

Dados básicos:

CNPJ : 33.000.167/0148-38
Razão Social : PETROLEO BRASILEIRO S.A. PETROBRAS
Nome fantasia : PETROLEO BRASILEIRO S.A. PETROBRAS
Data de abertura : 17/06/2008

Endereço:

logradouro: RODOVIA RN 118, KM 29 - SÍTIO SÃO JOSÉ
N.º: S/N Complemento:
Bairro: ZONA RURAL Município: ALTO DO RODRIGUES
CEP: 59507-000 UF: RN

**Cadastro Técnico Federal de Atividades Potencialmente Poluidoras
e Utilizadoras de Recursos Ambientais – CTF/APP**

Código	Descrição
21-27	Porte e uso de motosserra - Lei nº 12.651/2010: art. 69, § 1º
21-3	Utilização técnica de substâncias controladas - Protocolo de Montreal
23-15	outras atividades sujeitas a licenciamento não especificadas anteriormente
17-1	Produção de energia termoelétrica
17-2	tratamento e destinação de resíduos industriais líquidos e sólidos

Conforme dados disponíveis na presente data, CERTIFICA-SE que a pessoa jurídica está em conformidade com as obrigações cadastrais e de prestação de informações ambientais sobre as atividades desenvolvidas sob controle e fiscalização do Ibama, por meio do CTF/APP.

O Certificado de Regularidade emitido pelo CTF/APP não desobriga a pessoa inscrita de obter licenças, autorizações, permissões, concessões, alvarás e demais documentos exigíveis por instituições federais, estaduais, distritais ou municipais para o exercício de suas atividades

O Certificado de Regularidade emitido pelo CTF/APP não habilita o transporte e produtos e subprodutos florestais e faunísticos.

Chave de autenticação	BGD2ZX5JUMXGH9M3
------------------------------	------------------