

2. DADOS DO EMPREENDIMENTO

Sumário

Figura 2.1.1 - Configuração do quebra – mar.....	6
Figura 2.1.2 – Linha do tempo do Projeto Eólico Offshore Caucaia.....	7
Figura 2.1.3 –Brochura Comercial da Haliade-X.....	11
Figura 2.1.4 –Características da GE 2MW	12
Figura 2.1.5 - Identificação da área do projeto	14
Figura 2.1.6 - Identificação das obras de conexão.....	14
Figura 2.1.7 – Área da subestação Pecém II	15
Figura 2.1.8: Planta de situação da linha de transmissão fornecida pelo INCRA	18
Figura 2.1.9 - Esquema com barreiras de quebra-mar.....	21
Quadro 2.2.1 - Empreendimentos para geração de energia elétrica em operação – 23/09/2019	22
Gráfico 2.2.1 - Distribuição da matriz energética brasileira.....	23
Gráfico 2.2.2 - Complementaridade entre recursos.....	24
Quadro 2.2.2: Empreendimentos para geração de energia elétrica em construção – 23/09/2019.....	25
Quadro 2.2.3 - Empreendimentos com Construção Não Iniciada – 23/09/2019	25
Figura 2.2.1 - Capacidade instalada no SIN - 2018 / 2023.....	26
Gráfico 2.2.3 - Evolução da energia eólica offshore na Europa.	28
Tabela 2.2.3 - Número de parques eólicos com turbinas conectadas à rede, número de turbinas conectadas e número de MW conectados à rede no final de 2018 por país.	28
Figura 2.2.2 - Capacidade recém-adicionada de energia eólico onshore e offshore	29
Tabela 2.2.2 – Instalações offshore 2017/2018.....	30
Figura 2.2.3 – Novas instalações offshore	30
Tabela 2.2.3 - Estudos sobre o potencial de geração eólica offshore no Brasil.	31
Figura 2.2.4 – Viabilidade para instalações offshore	32
Figura 2.2.5 - Velocidade média do vento (m/s) em setembro (a) e outubro (b) de 2001 medida a 120 m em um ano Neutro.	33
Figura 2.2.6 - Velocidade máxima do vento (m/s) novembro (a) e dezembro (b) de 2001 medida a 120 m em um ano Neutro.	33

Figura 2.2.7 - Intensidade da Turbulência do vento em novembro (a) e dezembro (b) de 2001 medida a 80 m em um ano Neutro.....	34
Figura 2.3.1 – Localização do Empreendimento	39
Figura 2.3.2 – Linhas de Transmissão	39
Figura 2.3.3 – Localização molhes.....	40
Quadro 2.3.1 - Coordenadas geográficas das turbinas offshore.....	41
Quadro 2.3.2 - Coordenadas geográficas das turbinas semi-offshore.	42
Figura 2.4.1.1 – Mapa unidades de conservação - Estado do Ceará.....	43
Figura 2.4.1.2 – Unidades de conservação - Estado do Ceará.....	44
Figura 2.4.1.3 - Unidades de conservação - Costa Caucaia	44
Figura 2.4.1.4 – Unidades de conservação estaduais.....	45
Figura 2.4.1.5 - Áreas das unidades de conservação da área de influência do projeto	46
Figura 2.4.2.1 - Território das tribos existentes em Caucaia.	47
Figura 2.4.2.2 - Assentamentos tradicionais em Caucaia.	49
Tabela 2.4.2.1 - Comunidades quilombolas reconhecidas pela CERQUICE ...	50
Tabela 2.4.2.2 - Comunidades quilombolas reconhecidas pela Fundação Cultural Palmares.....	50
Figura 2.4.2.3 - Comunidades Quilombolas em Caucaia.	51
Figura 2.4.2.4 - Localização do projeto x comunidades e territórios tradicionais.	52
2.5 Caracterização do Empreendimento	53
Figura 2.5.1.1 - Fluxograma WasP.....	55
Figura 2.5.1.2 - Fluxogramas de metodologia de atlas eólico em software Wasp e Wpro.....	57
Figura 2.5.1.3 – Mapa digital do terreno.....	60
Figura 2.5.1.4 - Mapa de rugosidade usado para modelos de simulação	61
Quadro 2.5.1.1 - Coordenadas de dados utilizados para avaliação do clima do local.....	62
Quadro 2.5.1.2 - Detalhe do período de medição das fontes de dados usados para avaliação climática do local.....	62
Figura 2.5.1.5 - Locais de fontes meteorológicas de dados de vento relacionados ao layout de parques eólicos no mapa topográfico	63
Quadro 2.5.1.3 - Síntese das características da torre local TP_2839	64
Tabela 2.5.1.4 - Matriz de cisalhamento usada para sintetizar dados de vento de 40 a 60 m	65
Figura 2.5.1.6 – Relatórios de gráfico direcional da torre anemométrica	66
Quadro 2.5.1.4 - Síntese das características do mastro do local	68

Quadro 2.5.1.5 - Velocidades médias do vento do CFSR2.....	68
Figura 2.5.1.7 – Velocidade média dos ventos	69
Quadro 2.5.1.6 - Detalhes do conjunto de dados ERA5.....	71
Quadro 2.5.1.6 - Detalhes do conjunto de dados ERA5.....	71
Figura 2.5.1.8 – Velocidade média medida pelo ERA5	72
Quadro 2.5.1.6 – Cisalhamento do vento	74
Figura 2.5.1.9 - Representação gráfica e detalhe do cisalhamento de vento... 75	
Figura 2.5.1.10- Matriz de corte com detalhe de valores sazonais e diurnos... 76	
Figura 2.5.1.11 – Velocidade média estimada do vento.....	77
Quadro 2.5.1.6 - Intensidade de turbulência no escaninho numérico medida.. 81	
Figura 2.5.1.1.1.1 – Fortaleza 1984	82
Figura 2.5.1.1.1.2 – Fortaleza 2016	83
Figura 2.5.1.1.1.3 – Icaraí 1984	83
Figura 2.5.1.1.1.4 – Icaraí 2016	84
Figura 2.5.1.1.2.4.5.1 - Fenômeno da erosão.	95
Figura 2.5.1.1.2.4.5.2 - Fenômeno da erosão tipo A.	96
Figura 2.5.1.1.2.4.5.3 - Fenômeno da erosão tipo B.	97
Figura 2.5.1.1.2.4.5.4 - Fenômeno da erosão tipo C.....	97
Figura 2.5.1.1.2.4.5.5 - Foto tirada em 2013.	98
Figura 2.5.1.1.2.4.5.6 - Foto tirada em 2018.	98
Figura 2.5.1.1.2.4.5.6 - Foto tirada Fev/2019.	99
Figura 2.5.1.1.2.4.5.7 - Foto tirada Fev/2019.	99
Figura 2.5.1.1.2.4.5.8 - Foto tirada Fev/2019.	99
Figura 2.5.1.1.2.4.5.9 - Pedras de enrocamento.	101
Figura 2.5.1.1.2.4.5.10 - Gabião.....	102
Figura 2.5.1.1.2.4.5.11 - Muro de arrimo com pedras graníticas	103
Figura 2.5.1.1.2.4.5.8 - Dissipador de energia do tipo barra mar “bag wall”... 103	
Figura 2.5.1.3.1 - Ocorrência da altura significativa das ondas.....	106
Figura 2.5.1.3.2 - Ocorrência da altura significativa das ondas.....	106
Figura 2.5.1.3.3 - Ocorrência da altura significativa das ondas.....	106
Figura 2.5.1.3.4 - Histogramas de contorno sazonais Hs x Tp.....	107
Figura 2.5.1.3.5 - Histogramas de contorno sazonais Hs x Dp	108
Figura 2.5.1.3.6 - Área coberta pelo levantamento hidrográfico.....	109
Quadro 2.5.1.3.1 - Táxons da macrofauna bentônica coletados na praia da Barra do Cauípe, município de Caucaia - Ceará, no período de estiagem (2002).....	110

Figura 2.5.1.3.7 - Mapa náutico com indicação da batimetria.	111
Figura 2.5.1.3.8 - Esquema do parque com a distância da costa.....	111
Tabela 2.5.1.5.1 - Valores dos erros admitidos em uma carta com PEC Classe A, B e C.....	122
Figura 2.5.1.5.1 - Aero - H54.....	123
Figura 2.5.1.5.2 - Aero – H70.....	124
Figura 2.5.1.5.3 - B-02	124
Figura 2.5.1.5.4 - Aero – H3.....	125
Figura 2.5.1.5.5 - Coordenadas dos pontos de apoio utilizados.....	125
Figura 2.5.1.5.6 - Visualização prévia dos modelos digitais	126
Figura 2.5.1.5.7 - Visualização prévia dos modelos digitais 2	127
Figura 2.5.1.5.8 - Relatório do Posicionamento por Ponto Preciso (PPP)	127
Figura 2.5.1.5.9 - Desvio padrão e diferença da coordenada	128
Figura 2.5.1.5.10 - Desvio padrão e diferença da coordenada.....	128
Figura 2.5.1.5.11 - Desvio padrão e diferença da coordenada.....	129
Figura 2.5.2.1 - Planta layout com detalhe de distância da costa e batimetria.....	130
Quadro 2.5.2.1 - Matriz de distância da turbina eólica	130
Figura 2.5.2.2 - Evidência gráfica de design de layout e distâncias.....	133
Quadro 2.5.2.3 - Tipos de aerogeradores hipotetizados para o projeto para os diferentes cenários.....	134
Tabela 2.5.2.3 - Parâmetros Principais do Projeto.....	136
Quadro 2.5.2.4 - Síntese de todos os valores estimados de AEP.....	136
Quadro 2.5.2.4 - Estimativa de Produção de Energia GE 220 – 12 MW e GE 116 – 2 MW	137
Quadro 2.5.2.5 - Probabilidade de Excedência GE 220 – 12 MW e GE 116 – 2MW	137
Figura 2.5.2.3 - Evidência gráfica da perda de arrasto do layout (WasP 11) .	137
Figura 2.5.2.4 - Mapa dos recursos eólicos - energia eólica específica W/m ²	139
Figura 2.5.2.5 - Mapa dos recursos eólicos - velocidade do vento [m/s] a 100 m.	139
Quadro 2.5.2.6 - Detalhamento das perdas técnicas estimadas.....	141
Quadro 2.5.2.7 - Detalhamento da Avaliação da Incerteza.....	144
Quadro 2.5.2.8 - Detalhe da avaliação da incerteza para GE WIND 220 12 MW e GE 116 2 MW.....	145

Quadro 2.5.2.9 - Níveis de excedência do rendimento líquido de energia com base em um ano e 10 anos das condições futuras de vento para o cenário Vestas V174 de 9,5 MW.....	146
Quadro 2.5.2.10 - Níveis de excedência do rendimento líquido de energia com base em um ano e 10 anos das condições futuras de vento para o cenário GE 220 12 MW e GE 116 2,0 MW.....	146
Figura 2.5.2.1.1 – Componentes de um aerogerador.....	149
Figura 2.5.2.1.2 - Layout Projeto Caucaia.....	151
Figura 2.5.2.1.3 Layout da planta e estrutura de conexão.	153
Quadro 2.5.2.1.1 - Áreas estimadas de intervenção	155
Figura 2.5.2.1.4 - Polígono da área marinha, com um buffer de cerca de 500m das obras.....	156
Figura 2.5.2.1.5 - Polígono da área costeira (molhes, turbinas e costa)	156
Figura 2.5.2.1.6 - Polígono do conduto subterrâneo, considerado com um buffer de cerca de 10 m do cabo.....	157
Figura 2.5.2.1.7 - Detalhe do duto de cabo ao redor com tracejado do polígono considerado.....	157
Figura 2.5.2.1.8 - Polígono da linha de área com buffer tracejado.....	158
Figura 2.5.2.1.9 - Detalhe da linha aérea.	158
Figura 2.5.2.1.10 - Polígono do conduto enterrado, para a seção que entra na estação PECEM II.	158
Figura 2.5.2.1.11 - Esquema das obras para o parque eólico offshore.....	161
Figura 2.5.2.1.12 - Processos de desenvolvimento, instalação e operação de um parque eólico offshore	162
Figura 2.5.2.1.13 - Processos de desenvolvimento, instalação e operação de um parque eólico offshore	163
Quadro 2.5.2.1.2 - Embarcações necessárias durante as fases construtivas	164
Figura 2.1.2.1.14 - Exemplo de um Rebocador.....	167
Figura 2.5.2.1.15 - Exemplo de navio de carga (Tipo S44 frota Saipem)....	167
Figura 2.5.2.1.16 - Exemplo de uma barcaça de transporte.....	168
Figura 2.5.2.1.17 - Exemplo de transporte com rebocadores e barcaças de transporte.	168
Figura 2.5.2.1.18 - Embarcações com guindaste	169
Figura 2.5.2.1.19 - Exemplos de barcaça de montagem.....	170
Figura 2.5.2.1.20 - Barcaça de montagem do tipo Jack-up.....	171
Figura 2.5.2.1.21 - Esquema estrutural do tipo Jack-up.....	172
Figura 2.5.2.1.22 - Exemplos de navios para colocação dos cabos submarinos.....	173

Quadro 2.5.2.1.3 – Área subtraída durante as fases de construção da planta.	174
Quadro 2.5.2.1.4 – Área subtraída durante as fases de construção da planta	175
Quadro 2.5.2.1.5 – Dimensões gerais da área do canteiro de obras marítimo	175
Quadro 2.5.2.1.6 – Área construtiva ocupada para as fundações semi-offshore	176
Quadro 2.5.2.1.7 - Dimensões da área de construção dos molhes.....	177
Figura 2.5.2.1.22 - Exemplo de polígono areal ao redor do píer.	178
Quadro 2.5.2.1.8 – Dimensões gerais do canteiro de obras ao longo da costa.....	179
Figura 2.5.2.1.23 - Área ocupada por turbina.....	179
Figura 2.5.2.1.24 - Representação relacionada ao uso do porto de Esbjerg na Dinamarca, para parque offshore.....	180
Figura 2.5.2.1.25 - Representação relacionada ao uso do porto de Belfast, no Reino Unido, para parque offshore.	181
Figura 2.5.2.1.26 - Representação relacionada ao uso do porto de Hull no Reino Unido (aprovado em 2018), para parque offshore.	181
Quadro 2.5.2.1.9– Área total ocupada pelo canteiro de obras na região costeira.....	182
Quadro 2.5.2.1.10 - Área ocupada pelo canteiro de obras para realização dos trabalhos em terra.	185
Quadro 2.5.2.1.11 – Área total ocupada pelas instalações na fase de exercício	186
Figura 2.5.2.1.27 - Distância média entre as turbinas.	191
Figura 2.5.2.1.28 - Diagrama das distâncias da planta até a costa.....	193
Figura 2.5.2.1.29 - Definição da área em que o requerente solicita concessão.	194
Figura 2.5.2.1.30 - Representação topográfica dos molhes em ortofoto	196
Figura 2.5.2.1.31 - Esquema representativo dos molhes.	198
Figura 2.5.2.1.32 - Posicionamento dos molhes ao longo da costa.	198
Quadro 2.5.2.1.12 - Dimensões dos molhes e Inter distâncias.	199
Figura 2.5.2.1.33 - Imagem ilustrativa cabo padrão submarino.....	201
Figura 2.5.2.1.34 - Imagem ilustrativa da disposição do cabo submarino	202
Figura 2.5.2.1.35 - Chegada cabo submarino na praia	202
Figura 2.5.2.1.36 - Acompanhamento do cabo por mergulhadores	202
Figura 2.5.2.1.37 - Disposição do cabo submarino	203

Figura 2.5.2.1.38 - Sistema ROV	203
Figura 2.5.2.1.39 - Embarcação que acompanha o ROV.....	203
Figura 2.5.2.1.40 - ROV para acompanhamento submarino.....	204
Figura 2.5.2.1.41 - Robor para escavação em solo rígido.....	204
Figura 2.5.2.1.42 - Embarcação para disposição do cabo	204
Figura 2.5.2.1.43 - Equipamento para escavação de vala em solo submarino arenoso	205
Figura 2.5.2.1.44 - Equipamento para escavação de vala em solo submarino arenoso	205
Figura 2.5.2.1.45 - Transição de rede subterrânea para linha aérea	207
Figura 2.5.2.1.46 - Transição de rede subterrânea para linha aérea	208
Figura 2.5.2.1.47 - Exemplo de cabo isolado a ser utilizado na linha subterrânea.	209
Figura 2.5.2.1.48 - Tipologia de seção da barreira quebra-mar	219
Figura 2.5.2.1.49 - Tipologia de seção com passarela.....	219
Figura 2.5.2.1.50 - Embarcações para construção dos molhes (draga e barcaça de transporte).....	221
Figura 2.5.2.1.51 - Realização do núcleo com descarga de rochas do solo ..	222
Figura 2.5.2.1.52 - Preparação das rochas por meio de veículos terrestres em progressão.	223
Figura 2.5.2.1.53 - Realização das obras e passarela.	224
Figura 2.5.2.1.54 - Draga mecânica alcatruzes.....	226
Figura 2.5.2.1.55 - Dragas de escavadeira.	227
Figura 2.5.2.1.56 - Draga de garra mecânica.....	228
Figura 2.5.2.1.57 - Draga de sucção hidráulica.....	230
Figura 2.5.2.1.58 - Draga de sucção hidráulica com disruptor	230
Figura 2.5.2.1.59 - Draga de arrasto hidráulica.	232
Figura 2.5.2.1.60 - Específica concha com garra contornada.	237
Figura 2.5.2.1.61 - Desintegrador circular.	239
Figura 2.5.2.1.62 - Draga scoop dredger	239
Figura 2.5.2.1.63 - Área inferior dragada	245
Figura 2.5.2.1.64 - Indicação da área de nutrição natural, que pode ser aumentada com o material dragado.....	245
Figura 2.5.2.1.65 - Split Barge.....	248
Figura 2.5.2.1.66 - Deposição do tipo dumping.....	249
Figura 2.5.2.1.67 - Bombeamento hidráulico.....	251
Figura 2.5.2.1.68 – Dinâmica da pluma.....	255
Figura 2.5.2.1.69 – Dinâmica do fluxo de sedimentos.....	256

Quadro 2.5.2.1.13 - Faixa de variação dos parâmetros empíricos associados às diferentes fases operacionais.....	262
Figura 2.5.2.1.70 - Evolução da pluma turva induzida por atividades de dragagem hidráulica realizadas em um canal.	265
Quadro 2.5.2.1.14 – Resultados obtidos	271
Figura 2.5.2.1.71 - Tipos de fundações, para turbinas eólicas offshore, com destaque para as fundações adequadas para águas rasas.....	274
Figura 2.5.2.1.72 - Enquadramento da área do parque, indicando os portos de Pecém e Fortaleza.....	280
Figura 2.5.2.1.72 - Fenômeno de scouring.....	281
Figura 2.5.2.1.73 - Fenômeno de scouring.....	282
Figura 2.5.2.1.74 - Desenvolvimento dos vórtices que determinam o scouring.....	284
Figura 2.5.2.1.75 - Proteção estática com rocha para toda a área afetada pelo fenômeno de scouring.....	286
Figura 2.5.2.1.76 - Posicionamento das rochas com as conchas, na barcaça de transporte.....	287
Figura 2.5.2.1.77 - Sacos com material árido baixados diretamente no pé da fundação.....	288
Figura 2.5.2.1.78 - Fundação monoestaca.....	291
Tabela 2.5.2.1.15 - WTG Parameters	292
Tabela 2.5.2.1.16 - Monopile Parameters	292
Figura 2.5.2.1.79 - Fundação do tipo jacket.....	294
Figura 2.5.2.1.80 - Exemplo de um canteiro de obras na área do porto.	295
Figura 2.5.2.1.81 - Estrutura Monopile.....	296
Figura 2.5.2.1.82 - Elementos estruturais da fundação Monopile.	296
Figura 2.5.2.1.83 - Exemplo de transporte monopile com embarcação	297
Figura 2.5.2.1.84 - Exemplo de transporte de fundações jacket ou tripé.	298
Figura 2.5.2.1.85 - Elevação e posicionamento do monopile.....	299
Figura 2.5.2.1.86 - Sino / Adaptador para elevação e instalação da fundação.....	300
Figura 2.5.2.1.87 - Exemplo de sistema múltiplo para instalação de grandes fundações (diâmetro superior a 7,5m).....	301
Figura 2.5.2.1.88 - Tipos de embarcações para montagem das turbinas no mar.....	301
Figura 2.5.2.1.89 - Estocagem dos elementos de transição.....	304
Figura 2.5.2.1.90 - Elevação da peça (junta) de transição.....	304
Figura 2.5.2.1.91 - Posicionamento da peça (junta) de transição.	305

Figura 2.5.2.1.92 - Montagem da peça (junta) de transição com um navio guindaste.....	305
Figura 2.5.2.1.93 - Módulos de transição.	306
Figura 2.5.2.1.94 - Esquema tipológico de montagem da turbina	307
Figura 2.5.2.1.95 - Transporte com navio guindaste	308
Figura 2.5.2.1.96 - Montagem com navio guindaste.	308
Figura 2.5.2.1.97 - Transporte jack-up.	309
Figura 2.5.2.1.98 - Montagem das turbinas com jack-up.	310
Figura 2.5.2.1.98 - Esquema tipológico de montagem da estação elétrica marítima.	311
Figura 2.5.2.1.99 - Exemplos de diferentes estações elétricas marítimas	312
Figura 2.5.2.1.100 - Esquema tipológico de disposição de cabos com ROV .	314
Figura 2.5.2.1.101 - Esquema tipológico de cabo marinho reforçado	314
Figura 2.5.2.1.102 - Rotas para barcos de pesca e pequenas embarcações e pontos de atracagem existentes (em preto) e novos (em vermelho).....	323
Figura 2.5.2.1.103 - Principais rotas para grandes embarcações a partir dos portos de PECEM e MUCURIPE (Fortaleza).	324
Figura 2.5.2.1.104 - Novas áreas de atracagem e refúgio para barcos.	325
Figura 2.5.2.1.105 - Faixa para prática do kitesurf.	327
Figura 2.5.2.1.106 - Detalhe da faixa do kitesurf com as distâncias da costa.	327
Figura 2.5.2.1.107 - Área impedida de praticar kitesurf durante as operações de construção do parque.....	328
Quadro 2.5.3.1.1 - apresenta as distâncias mínimas no suporte calculadas .	332
Figura 2.5.3.1.1 - Tipos de Torres para Linhas de Transmissão	332
Quadro 2.5.3.1.2 - Distâncias mínimas entre cabo e terra.	333
Figura 2.5.3.1.2 - Diagrama de uma estrutura riser de transmissão típica.....	334
Tabela 2.5.3.1.1 - Localização da Subestação.....	337
Quadro 2.5.3.1.3 - Largura de faixa de segurança.....	338
Quadro 2.5.3.1.3 - Níveis de Referência para campos elétricos e magnéticos variantes no tempo nas frequências de 50 e 60 Hz.	339
Quadro 2.5.3.1.4 - Níveis de Referência para campos elétricos e magnéticos na frequência 0 (zero) Hz.	340
Figura 2.5.3.1.3 - Fluxograma para determinação da largura da faixa de segurança.....	340
Quadro 2.5.3.1.5 - Dados para cálculo da faixa de segurança e servidão	341
Figura 2.5.3.1.4 Distâncias relevantes para o cálculo da faixa de segurança (balanço de cabos).....	343

Figura 2.5.3.1.5 - Coordenadas para metodologia de cálculo do campo elétrico.....	345
Figura 2.5.3.1.6 - Determinação da faixa de servidão considerando o campo elétrico.....	346
Figura 2.5.3.1.7 - Determinação da faixa de servidão considerando a densidade de fluxo.	348
Figura 2.5.3.1.8 Determinação da faixa de servidão considerando o ruído audível.....	350
Figura 2.5.3.1.9 - Determinação da faixa de servidão considerando a RI da LT.....	352
Figura 2.5.3.2.1 Lançamento de cabos sob tensão controlada.....	356
Figura 2.5.3.1.2 - Equipamento de lançamento de cabos.....	357
Figura 2.5.3.2.3 - Sequência de trabalho típica para instalação do tipo tubulação em uma área urbana.....	359
Figura 2.5.3.3.1 - Esquema para limpeza de faixa de segurança	368
2.5.4 Caracterização dos Poluentes Gerados	369
Quadro 2.5.4.2.1 - Classificação coletores quanto ao tipo de resíduo.....	374
Tabela 2.5.4.2.1 – Processos de transporte.....	375
Quadro 2.5.4.3.1 - Emissões de poluentes relevantes produzidos por eletricidade eólica e carvão e gás natural em todo o ciclo de vida e benefícios do vento versus carvão e gás natural.....	379
Quadro 2.5.4.3.2 - Emissões evitadas pelo parque eólico proposto.	380
Quadro 2.5.4.3.3 - Emissões médias produzidas por usinas elétricas de fontes tradicionais.....	381
Quadro 2.5.4.4.1 - Níveis sonoros globais máximos admissíveis no Brasil por tipo de área ocupada.....	383
Figura 2.5.6.1 - Macrozoneamento de Caucaia (UP 1 a UP 10).....	391
Figura 2.5.6.2 - Macrozoneamento de Caucaia (UP 5, UP 6 e UPE 1).....	391
Figura 2.5.6.3 - Níveis de Urbanização de Caucaia	392
Figura 2.5.6.4 - Costa do sol poente e principais centros turísticos-receptivos.....	397
Figura 2.5.6.5 - Porto de Fortaleza com presença de turbinas eólicas	399
Figura 2.5.6.6 - Costa de Fortaleza.....	399
Figura 2.5.6.7 - Porto de Fortaleza e horizonte da costa.....	399
Figura 2.5.6.8 - Costa de Icaral_ iparana Parazinho.....	400
Figura 2.5.6.9 - Costa Cumbuco – com presença de atividades de Jangada e kitesurf.....	401
Figura 2.5.6.10 - Infraestrutura do território ao longo do traçado da linha elétrica (estradas e linhas aéreas).	403

Figura 2.5.6.11 - Infraestruturas presentes no território	403	
Figura 2.5.6.12 - Infraestrutura do território urbano.....	403	
2.6	Órgão Financiador e Valor da Atividade	404
Figura 2.6.1 - Capacidade Operacional Offshore Global por Mercado (Anual e Cumulativa)	405	
Quadro 2.6.1 - Investimento nas Fazendas Eólicas Europeias em 2018	406	
Figura 2.6.2 - Tendência de produção de Energia Eólica e Hidráulica (Em escalas distintas).....	407	
Tabela 2.6.1 Resultados de Leilões para Fazendas Eólicas Dinamarquesas 2016 2017	408	
Tabela 2.6.2 - Resultados de Leilões para Fazendas Eólicas Holandesas 2016-2017	408	
Tabela 2.6.3 - Resultados de Leilões para Fazendas Eólicas Alemãs 2016-2017	409	
Tabela 2.6.4 - Custo de Sinal para Fazendas Eólicas Estadunidenses 2016-2017	409	
Figura 2.6.3 - Estrutura de Custos	411	
Figura 2.6.4 - CAPEX das fazendas eólicas offshore por data de operação e tamanho do projeto	412	
Quadro 2.6.2 - Custos de investimentos de Fazendas Eólicas Holandesas ..	413	
Tabela 2.6.5 - Comparações de custos de investimentos entre fazendas eólicas offshore e onshore	414	
Quadro 2.6.3 - Custos de investimentos e O&M de Fazendas Eólicas Holandesas	416	
Quadro 2.6.4 - Custos Totais do Projeto Offshore Caucaia	417	
Quadro 2.6.5 - Custos Totais de Fazendas Eólicas Holandesas	417	

3. ALTERNATIVAS TECNOLÓGICAS E LOCACIONAIS

Sumário

Quadro 3.1.1 - Vantagens e Desvantagens dos Tipos de Energia Eólica.....	5
Figura 3.1.1.1 - Acumulado Global Offshore.	14
Figura 3.1.2.1 - Mapa eólico do centro brasileiro de Energia Eólica	15
Figura 3.1.2.2 - Mapa eólico extraído do Global Wind Atlas	16
Figura 3.1.2.3: Mapa anemológico da América do Sul.....	17
Figura 3.1.2.4: Mapa eólico em macro áreas	18
Figura 3.2.1.1 - Mapa eólico para detalhes sobre o estado do Ceará com intenso vento na costa.	20
Quando 3.3.1.1 - Matriz solução 1	24
Quando 3.3.1.1 - Matriz solução 2	25
Figura 3.5.2.1.1: Identificação de áreas anemologicamente adequadas	28
Figura 3.5.2.2.1 - Identificação das áreas adequadas com relação as áreas naturais.	30
Figura 3.5.2.2.2: Identificação das áreas adequadas com relação as áreas naturais	30
Figura 3.5.2.3.1: Áreas adequadas para corredores de avifauna e áreas de IBA	32
Figura 3.5.2.4.1 - Identificação das áreas adequadas em relação aa áreas extrativistas	34
Figura 3.5.2.5.1 - Mapa cumulativo de restrições e identificação das áreas adequadas.....	35
Figura 3.5.2.6 - Mapa áreas Iphan	36
Figura 3.5.2.7.1 - Mapa Naval do Brasil em grande escala.....	37
Figura 3.5.2.8.1 - Costa Tipo 1	39
Figura 3.5.2.8.2 - Costa Tipo 2.....	39
Figura 3.5.2.8.3 - Costa Tipo 3.....	40
Figura 3.5.2.8.4 - Área 1	40
Figura 3.5.2.8.5 - Costas irregulares (tipo rochoso)	41
Figura 3.5.2.8.6 - Foz Rio Coreaú	42
Figura 3.5.2.8.7 - Área 2	42
Figura 3.5.2.8.8 - Parte do território a ser excluído devido à presença de outros parques eólicos	43
Figura 3.5.2.8.8 - Área com presença de usina eólica.	44

Figura 3.5.2.8.9 - Área 3	45
Figura 3.5.2.8.10 - Área com erosão costeira.	45
Figura 3.5.2.8.11 - Costa com falésias (A)	46
Figura 3.5.2.8.12 - Costa em evolução (B).....	46
Figura 3.5.2.8.13 - Costa arenosa (C).....	46
Figura 3.5.2.8.14 - Área 4	47
Figura 3.5.2.8.15 - Costa arenosa e um evidente grau de urbanização	48
Quadro 3.5.3.1 - Alternativa 1 - Área	
1.....	50
Quadro 3.5.3.2 - Alternativa 2 - Área	
2.....	51
Quadro 3.5.3.3 - Alternativa 3 - Área	
3.....	52
Quadro 3.5.3.3 - Alternativa 4 - Área	
4.....	53
Figura 3.5.4.1 - Diagrama de Transformação da Costa	55
Figura 3.5.4.2 - Esquema de barreira quebra-mar	57
Figura 3.5.4.3 - Carta náutica - Ceará –Caucaia.....	58
Figura 3.5.4.4 - Layout da planta em carta técnica	59
Quadro 3.7.2.1 - Matriz solução	
1.....	66
Quadro 3.7.2.2 - Matriz solução	
2.....	67
Figura 3.8.1 - Áreas descartadas para posição da estação marítima	69
Figura 3.8.2 - Possíveis Hipóteses.....	70
Figura 3.8.3 - Possível Hipótese 2	70
Figura 3.8.4 - Possível Hipótese 1	71
Quadro 3.8.1 - Matriz Hipótese	
1.....	73
Quadro 3.8.2 - Matriz Hipótese	
2.....	74
Figura 3.8.5 - Obras de Conexão	76
Figura 3.9.1 - Corredor Tecnológico.....	78
Figura 3.9.2 – Corredores de Linhas de Transmissão	79
Figura 3.10.1 – Hipóteses para os Condutos Subterrâneos.....	80
Figura 3.10.2 - Hipótese para o traçado do conduto em ortofoto	81
Figura 3.10.3 - Hipótese para o traçado do conduto em um mapa técnico	82
Figura 3.10.4 - Traçados do conduto em relação às restrições.....	82

Figura 3.10.5 - Traçado do conduto em relação a grandes áreas privadas	83
Quadro 3.10.1 - Hipótese 1	86
Quadro 3.10.2 - Hipótese 2	86
Quadro 3.10.3 - Hipótese 3	87
Figura 3.10.6 - Traçado do conduto subterrâneo escolhido	91
Figura 3.10.7 - Demonstração da Execução do Furo Piloto	92
Figura 3.11.1 - Corredor para hipótese da linha aérea.....	94
Figura 3.11.2 - Hipóteses de traçado para o conduto em um mapa técnico	95
Figura 3.11.3 - Hipótese do traçado do conduto em ortofoto	95
Figura 3.11.4 - Hipótese do traçado do conduto no mapa de restrições	96
Quadro 3.11.1 - Hipótese 1 – Em azul.....	96
Quadro 3.11.2 - Hipótese 2 – Em laranja.....	97
Quadro 3.11.3 - Hipótese 3 – Em verde.....	98
Figura 3.11.5 - Traçado definitivo misto, aéreo e enterrado, definido com base nas restrições existentes	102
Figura 3.11.6 – Traçado do Projeto.....	103

4. CLIMA, CONDIÇÕES METEOROLÓGICAS E QUALIDADE DO AR

Sumário

Gráfico 4.1.2.3.1 - Média anual e normal de precipitação em Caucaia.....	11
Gráfico 4.1.2.3.3 - Média anual e normal de precipitação em São Gonçalo do Amarante.....	12
Gráfico 4.1.2.3.2 - Médias pluviométricas mensais dos municípios de Caucaia e São Gonçalo do Amarante.	13
Quadro 4.1.2.3.1 - Médias pluviométricas dos municípios de Caucaia e São Gonçalo do Amarante.	13
4.1.2.4 Temperatura do Ar	14
Gráfico 4.1.2.4.1 - Temperatura do ar média mensal.....	14
Gráfico 4.1.2.4.2 - Temperatura do ar média máxima e mínima do ar anual.....	15
Gráfico 4.1.2.5.1 - Umidade relativa do ar mensal.	16
Gráfico 4.1.2.5.2 - Umidade relativa do ar anual.	16
4.1.2.6 Pressão Atmosférica	17
Gráfico 4.1.2.6.1 - Pressão atmosférica mensal.....	17
Gráfico 4.1.2.6.2 - Pressão atmosférica anual.	18
4.1.2.7 Insolação	18
Gráfico 4.1.2.7.1 - Insolação mensal.....	19
Gráfico 4.1.2.7.2 - Insolação anual.....	19
Figura 4.1.2.8.1 - Rosas dos ventos mensais da série histórica na área do empreendimento.	21
Gráfico 4.1.2.8.1 – Frequência dos ventos mensais da série histórica na área do empreendimento.....	23
Quadro 4.1.2.8.1 – Direção preferencial dos ventos (azimute).....	23
4.1.2.9 Nível Ceráunico	24
Quadro 4.1.2.9.1 - Ranking 10 maiores incidências, inclusos os municípios de Caucaia e São Gonçalo do Amarante (2016).....	26
Quadro 4.1.2.9.2 - Ranking 10 maiores incidências, inclusos os municípios de Caucaia e São Gonçalo do Amarante (2017).....	27
Figura 4.1.2.9.1 - Mapa de densidade de descargas atmosféricas brasileiro. .	28
4.1.2.10 Fenômenos Meteorológicos Extremos	28
Quadro 4.1.2.10.1 – Classificação, muito chuvosos, para os anos de 1980 a 2013, em São Gonçalo do Amarante e Caucaia.	31
Quadro 4.1.2.10.2– Ocorrências históricas de estiagem no Nordeste	31

Quadro 4.1.2.10.3– Estiagem em alguns estados do Nordeste	32
Quadro 4.1.2.10.4 – Classificação, muito secos, para os anos de 1980 a 2013, em São Gonçalo do Amarante e Caucaia.	34
Quadro 4.1.3.2.1 - Padrões de qualidade do ar, segundo a Resolução CONAMA nº 491/2018.	37
Quadro 4.1.3.2.2 - Níveis de atenção, alerta e emergência para poluentes	38
Figura 4.1.3.2.1 - Localização das estações de monitoramento da qualidade do ar.	40
Quadro 4.1.3.2.3 – Dados de qualidade do ar.....	41



GEOLOGIA E GEOTECNIA PARTE 1

SUMÁRIO

Mapa 4.1.4.1.1 - Esboço geológico simplificado de Caucaia e SGA, com os pontos visitados.....	45
Figura 4.1.4.2.1 - Classificação da profundidade da instalação e formas de suporte.....	53
Figura 4.1.4.2.2 - Aspecto físico da plataforma continental do Ceará.....	53
Figura 4.1.4.2.3 - Curvas batimétricas do litoral leste do Ceará, destacando os municípios de Caucaia e São Gonçalo do Amarante.....	54
Figura 4.1.4.2.4 - Mapa simplificado da distribuição dos sedimentos na plataforma continental entre Caucaia e Paracuru.....	55
Figura 4.1.4.3.1 - Esboço da Província Borborema subdividida em domínios tectonoestratigráficos.....	58
Figura: 4.1.4.3.2 - Compartimentação da Província Borborema no Estado do Ceará.....	58
Figura 4.1.4.2.3 - Mapa geológico simplificado do Ceará, do município Caucaia e SGA.....	59
Figura 4.1.4.2.4: Seção geológica simplificada e sem escalas com os principais domínios.....	60
Mapa 4.1.4.3.1.1 - Esboço geológico simplificado de Caucaia e SGA.....	70
Figura 4.1.4.3.1.1 - Diagrama esquemático da configuração da área de estudo em Caucaia.....	71
Figura 4.1.4.3.1.2 - Localização e identificação dos pontos descritos na área de estudo (Caucaia e SGA).....	72
Mapa 4.1.4.3.2.1 - Mapa geológico simplificado da área do Projeto do Parque Eólico Offshore.....	76
Figura 4.1.4.3.2.1 - Exposições da Formação Barreiras nas praias do Pacheco e Tabuba.....	79
Figura 4.1.4.3.2.2 - Exposições da Formação Barreiras na Rodovia CE-085.....	80
Figura 4.1.4.3.2.3: Dunas móveis e fixas na área da área de estudo.....	83
Figura 4.1.4.3.2.4 - Coberturas sedimentares em ambiente de praia e flúvio lacustre e marinho.....	84
Figura 4.1.4.3.3.1 - Margem e plataforma continental.....	86

4. GEOLOGIA E GEOTECNIA PARTE 2 E GEOMORFOLOGIA

Sumário

Figura 4.1.4.4.1.1 - Perfis esquemáticos contendo as principais unidades geológicas do Ceará.	96
Figura 4.1.4.4.2.1 - Perfil topográfico, geológico e estratigráfico para o Pão de Açúcar.	98
Figura 4.1.4.4.2.2 - Perfis de solos em toposequência no município da Caucaia.	100
Figura 4.1.4.4.2.3 - Perfil estratigráfico Serra Mineiro – Icarai.	101
Quadro 4.1.4.4.2.4 - Coluna crono-litoestratigráfica de Caucaia e São Gonçalo do Amarante.....	102
Figura 4.1.4.4.2.5 - Perfil geológico esquemático da área do Projeto Eólico no município da Caucaia.....	104
Quadro 4.1.4.4.2.5 - Perfil geológico esquemático da área do projeto eólico no município da Caucaia.....	104
Figura 4.1.4.4.2.6: Ambiente de deposição do domínio marinho-costeiro, acompanhado do perfil de praia do Icarai e do Cumbuco.....	106
Figura 4.1.4.4.2.7: Carta litoestratigráfica da Bacia Ceará e da Sub-Bacia Mundaú, contendo os ambientes tectônicos e os intervalos de abrangência..	108
Figura 4.1.4.4.2.8: Composição e morfologia da plataforma continental cearense evidenciando o município da Caucaia.	109
Tabela 4.1.4.5.1 - Processos geológicos causadores de risco mais frequentes no Brasil	110
Figura 4.1.4.5.2 - Costa erosiva no litoral da Caucaia.....	115
Figura 4.1.4.5.3 - Processo erosivo na falésia viva no limite Icarai/Pacheco.	116
Figura 4.1.4.5.4 - Traçado da linha de transmissão do Projeto Parque Eólico Offshore.....	117
Figura 4.1.4.5.5 - Traçado da Linha de Transmissão (LT), dimensão do espaço dunas nos anos 80 e nos dias atuais.	119
Figura 4.1.4.5.6 - Prancha com imagens do traçado da LT, trechos com áreas sensíveis.	122
Quadro 4.1.4.6.3.1 - Massa específica da partícula de alguns componentes comuns no solo.....	132
Quadro 4.1.4.6.4.1 Classes de solos do município da Caucaia e sua porcentagem territorial.....	135
Tabela 4.1.4.6.4.2 - Características físicas dos solos da Subestação Terrestre e da toposequência por aonde irá passar a conexão subterrânea.....	137

Figura 4.1.4.8.1 - Mapa de pontos do reconhecimento regional (Caucaia e SGA).	141
Figura 4.1.4.8.2 - Mapa de pontos da Subestação Terrestre a Subestação Pecém.	142
Figura 4.1.5.2.1 - Unidades morfoestruturais do Estado do Ceará. Com os critérios de posicionamento crono e litoestratigráfico das litologia.	144
Figura 4.1.5.2.2 - Unidades geomorfológicas do Estado Ceará.	145
Figura 4.1.5.2.3 - Perfil esquemático com as principais unidades geológicas e geomorfológicas do Ceará.	149
Figura 4.1.5.2.4 - Mapa simplificado das unidades geomorfológicas com os pontos visitados e descritos.	150
Figura 4.1.5.2.5 - Mapa Geomorfológico do município da Caucaia.....	151
Figura 4.1.5.3.1.1 - Morfologia e hipsometria do município da Cuacaia.....	163
Figura 4.1.5.3.1.2 - Mapa batimétrico da plataforma continental do litoral oeste do Ceará.....	166
Figura 4.1.5.4.1 - Modelo Digital do Terreno (MDT) de Caucaia. Mapa Hipsométrico.	168
Mapa 4.1.5.4.1 – Áreas de sensibilidade ambiental da área diretamente afetada pelo empreendimento.....	173
Mapa 4.1.5.5.1 –Unidades Geomorfológicas da área de influência direta do empreendimento.....	175
Mapa 4.1.5.5.2 –Unidades Geomorfológicas da área diretamente afetada pelo empreendimento.....	176
Mapa 4.1.5.5.3 – Mapa hipsométrico da área de influência direta do empreendimento.....	177
Mapa 4.1.5.5.4 – Mapa hipsométrico da área diretamente afetada pelo empreendimento.....	178

4. PEDOLOGIA E RECURSOS HÍDRICOS

Sumário

Figura 4.1.6.1: Mapa de Solos simplificado de SGA e Caucaia.	183
Figura 4.1.6.1.1 - Mapa de solos do município da Caucaia.	193
Figura 4.1.6.1.2 - Mapas de solos de Caucaia e São Gonçalo do Amarante.	196
Figura 4.1.6.1.2 - Mapa de solos da área do Projeto Parque Eólico Offshore Caucaia.	198
Quadro 4.1.6. 1: Classes e índices relativos de erodibilidade dos solos.	201
Figura 4.1.6.1.3 - Mapa das classes de erodibilidade para área do projeto. ...	202
Figura 4.1.7.2.1 - Mapa das Bacias Hidrográficas do Ceará.	206
Mapa 4.1.7.2.2 - Bacias Hidrográficas ao longo do empreendimento	207
Figura 4.1.7.3.1 – Traçado aéreo e subterrâneo do empreendimento.	216
Figura 4.1.7.4.1: Classes de enquadramento e respectivos usos e qualidade da água.	218
Figura 4.1.7.5.1 – Lagoa do Banana em 2014 e 2019.	222
Figura 4.1.7.5.2 – Lagoa Gereraú em 2014 e 2019.	222
Figura 4.1.7.5.3 – Lagoa do Cauípe em 2014 e 2019.	223
Figura 4.1.7.5.4 – Barra Nova em 2014 e 2019.	223
Figura 4.1.7.5.5 – Lagoa do Cauípe	224
Figura 4.1.7.5.6 – Lagoa do Gereraú	224
Figura 4.1.7.5.7 – Barra nova	225
Figura 4.1.7.5.8 – Lagoa do Banana	225
Mapa 4.1.7.5.1 – Áreas alagáveis	226
Mapa 4.1.7.6.1 – Domínios hidrogeológicos presentes na área do empreendimento	228
Figura 4.1.7.6.2.1 – Mapa de isolinhas para os valores dos níveis freáticos medidos nos poços cadastrados na área de pesquisa	234

4. CAVIDADES

Sumário

Quadro 4.1.8.2.1 - Cavernas do Ceará conhecidas ou com alguma referência bibliográfica, não cadastradas no CNC (até maio de 1998).	245
Quadro 4.1.8.2.2 - Cavernas do Ceará cadastradas no CNC-SBE (até maio de 1998).	245
Quadro 4.1.8.2.3 - Cavidades com referências verbais não confirmadas (até maio de 1998).	246
Figura 4.1.9.1.1 – Epicentros do Brasil de 1724 a 1998, com magnitude > 2,5.....	248
Tabela 4.1.9.1.1 – Sismos mais importantes do Brasil.....	249
Tabela 4.1.9.2.1– Eventos sísmicos significativos da história cearense.	250
Tabela 4.1.9.2.2– Sismos com magnitude mb > 4,0 na região em análise ocorrido no período de 1808 a 2000.	251

4. RECURSOS MINERAIS

Sumário

Tabela 4.1.10.1 – Identificação dos processos de Pesquisa Mineral e Registro de Licença dos Recursos Minerais encontrados nos Municípios de Caucaia e São Gonçalo do Amarante.	255
Mapas 4.1.10.1 - Áreas de Extração Mineral	264
Mapas 4.1.10.2 - Áreas de Extração Mineral da ADA	265
Tabela 4.1.10.2 – Identificação dos processos de Pesquisa Mineral e Registro de Licença dos Recursos Minerais encontrados na área de Influência funcional do projeto.	266
Gráfico 4.1.10.1.1 – Fase/Situação dos Processos do Município de Caucaia.	268
Gráfico 4.1.10.1.2 – Recursos Extraídos/Substância no Município de Caucaia.	269
Gráfico 4.1.10.1.3 – Uso Previsto/Finalidade da Extração no Município de Caucaia.	269
Gráfico 4.1.10.2.1 – Fase/Situação dos Processos do Município de São Gonçalo do Amarante.	270
Gráfico 4.1.10.2.2 – Recursos Extraídos/Substância no Município de São Gonçalo do Amarante.	271
Gráfico 4.1.10.2.3 – Uso Previsto/Finalidade da Extração no Município de São Gonçalo do Amarante.	271

4. QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS CONTINENTAIS

Sumário

Tabela 4.1.11.1.1 – Parâmetros físicos e químicos analisados nas amostras de água.	273
Figura 4.1.11.2.1 – Bacias hidrográficas do Estado do Ceará.....	274
Figura 4.1.11.2.2 – Detalhe da Bacia Hidrográfica Metropolitana de Fortaleza com destaque para os municípios de Caucaia e São Gonçalo do Amarante.	275
Figura 4.1.11.2.3 – Vista aérea do Lagamar do Cauípe.....	275
Figura 4.1.11.2.4 – Vista aérea da Lagoa da Banana.....	276
Figura 4.1.11.2.5 – Vista aérea da Lagoa da Barra Nova – Tabuba.....	276
Figura 4.1.11.2.6 – Vista aérea da Lagoa do Gereraú.....	277
Tabela 4.1.11.2.1 – Evolução da demanda hídrica nas bacias metropolitanas.....	278
Figura 4.1.11.2.7 – Áreas inundáveis nas proximidades do empreendimento.....	279
Tabela 4.1.11.3.1 – Classe de estado trófico e suas características principais.	281
Tabela 4.1.11.3.2 – Situação Trófica do Reservatório Cauípe na campanha de Fev/2011.	283
Figura 4.1.11.3.1 – Qualidade da água superficial no Estado do Ceará através do nível trófico.....	284
Tabela 4.1.11.4.1 – Parâmetros físicos e químicos analisados nas amostras de água.	285
Figura 4.1.11.4.1.1 – Escala de classificação de pH.....	286
Gráfico 4.1.11.4.2 – pH dos pontos de amostragem dos cursos d’água superficiais presentes na área de estudo.	286
Gráfico 4.1.11.4.2.1– Sódio dos pontos de amostragem dos cursos d’água superficiais na área de estudo.....	288
Gráfico 4.1.11.4.3.1– Variação das concentrações do parâmetro Magnésio dos cursos d’água superficiais na área de estudo.	289
Gráfico 4.1.11.4.4.1 – Variação das concentrações do parâmetro Cálcio dos cursos d’água superficiais na área de estudo.	290
Gráfico 4.1.11.4.5.1– Concentrações de Cloreto nos cursos d’água superficiais na área de estudo.	292
Gráfico 4.1.11.4.6.1 – Sólidos Totais Dissolvidos dos cursos d’água superficiais na área de estudo.	Erro! Indicador não definido.3

4. OCEANOGRAFIA

Sumário

Figura 4.1.12 - Oceanografia e Hidrodinâmica Costeira	296
Figura 4.1.12.1 - Descrição dos Fatores Meteorológicos Marinhos.....	296
Figura 4.1.12.1.1 - Representação gráfica dos principais parâmetros do movimento das ondas.	298
Figura 4.1.12.1.2 – Dimensões das ondas.....	299
Figura 4.1.12.1.3 – Movimento em diferentes profundidades.	300
Figura 4.1.12.1.4 – Espaçamento das ondas.....	301
Figura 4.1.12.1.5 - Três tipos de quebra.	302
Figura 4.1.12.1.6 - Marés em relação às fases da lua.	304
Figura 4.1.12.2 Fatores Climáticos Marinhos nas Áreas da Planta.....	304
Figura 4.1.12.2.1 - Circulação Geral das Correntes Atlânticas.....	305
Figura 4.1.12.2.2 - Circulação corrente no norte do Brasil.	305
Figura 4.1.12.2.3 - Estação de medição de marés.....	307
Figura 4.1.12.2.4 - Parâmetros harmônicos para caracterização das marés..	307
Figura 4.1.12.2.5 - Representação gráfica das harmônicas das marés	308
Figura 4.1.12.2.6 – Velocidade instantânea.	310
Figura 4.1.12.2.7 – Velocidade instantânea.	311
Figura 4.1.12.3 Parâmetros Físicos nas Áreas da Planta.	312
Figura 4.1.12.4 Balanço dos Sedimentos.....	313
Figura 4.1.12.4.1 - Esquema de entradas e remoções de sedimentos para uma área específica de controle costeiro.	314
Figura 4.1.12.5 Fenômeno Erosivo no Litoral de Caucaia	314
Figura 4.1.12.5.1 – Distribuição dos molhes na para do Icaraí.	316
Figura 4.1.12.6 Modelo Matemático	316
Figura 4.1.12.6.1 Modelo Dinâmico.....	319
Figura 4.1.12.6.1.1 - Definição dos domínios de cálculo do modelo	322
Figura 4.1.12.6.1.2 - Batimetria utilizada no modelo.	323
Figura 4.1.12.6.1.3 - Característica do modelo de onda antes da construção do porto.	324
Figura 4.1.12.6.1.4 Característica do modelo de onda – Após realização do Molhe do Titã do Espigão da Praia do Futuro em Mucuripe	324

Figura 4.1.12.6.1.5 - Comparação das correntes após a construção dos molhes em Fortaleza	325
Figura 4.1.12.6.1.6 - Movimento das ondas anterior a realização do Molhe do em Mucuripe	327
Figura 4.1.12.6.1.7 - Movimento das ondas após a realização do Molhe do em Mucuripe.....	327
Figura 4.1.12.6.2.1 - Modelo dinâmico de circulação das águas na área em frente a Caucaia_fluxo estacionário.	329
Figura 4.1.12.6.2.2 – Modelo dinâmico por intervalos temporários de duas a 12 horas, na ausência dos molhes.....	329
Figura 4.1.12.6.2.3 - Modelo dinâmico de circulação das águas em frente a Caucaia_Fluxo estacionário, com barreiras (até 12 h)	332
Figura 4.1.12.6.2.4 - Molhes inseridos sobre a linha de costa.	334
Figura 4.1.12.6.2.5- Plano de onda e molhe.	335
Figura 4.1.12.6.2.6 - Identificação dos setores de detalhe dos molhes.....	336
Figura 4.1.12.6.2.7 - Setores com Modelo de circulação das águas internamente aos quebra-mares, setor 1	337
Figura 4.1.12.6.2.8 - Setores com Modelo de circulação das águas internamente aos quebra-mares, setor 2	337
Figura 4.1.12.6.2.9 - Setores com Modelo de circulação das águas internamente aos quebra-mares, setor 3	338
Figura 4.1.12.6.2.9 - Setores com Modelo de circulação das águas internamente aos quebra-mares, setor 4	338
Figura 4.1.12.6.2.10 - Comparação das direções da corrente fora da área em que os molhes estão localizados.....	339
Figura 4.1.12.6.2.11 - Condição pós obra com os molhes, setor extremo oeste.	340
Figura 4.1.12.6.2.12 - Condição pós obra com os molhes, setor extremo leste.....	340
Figura 4.1.12.7 Observações Finais.....	341

4. NÍVEIS DE RUÍDO

Sumário

Tabela 4.1.13.3.1- Níveis sonoros globais máximos admissíveis no Brasil por tipo de área ocupada.....	345
Tabela 4.1.13.4.1 - Localização georreferenciada dos pontos de amostragem.....	346
Figura 4.1.13.4.1. - Localização georreferenciada dos pontos de amostragem	347
Quadro 4.1.13.4.1 – Descrição dos pontos amostrais do nível de ruído e a situação do ambiente durante as medições.....	348
Tabela 4.1.13.5.1– Valores médios da pressão sonora de cada ponto de coleta, durante o período diurno e noturno.....	349
Figura 4.13.6.1 - Distância cabo-moradias.....	352
Tabela 4.13.6.1 - Estimativa preliminar pressão sonora canteiro de obras	354
Figura 4.13.6.2 - Curvas de nível estimadas devido à emissão das turbinas para o parque eólico proposto.....	357
Figura 4.13.6.3 - Detalhe das curvas estimada para à emissão das turbinas para o parque eólico, relacionadas ao componente On-Shore.	358
Tabela 4.13.6.2 - Valores preliminares.....	360
Tabela 4.13.6.1– Valores típicos de ruído para diferentes fontes.....	363
Figura 4.13.6.1 - Gráfico do nível de ruído em relação à distância de todos os aerogeradores à velocidade de 8m/s.	366
Figura 4.13.6.2– Nível de ruído na fase operacional com base na velocidade do vento em parque eólico off-shore.	366
Tabela 4.1.13.7.1– Nível de ruídos máximo e mínimo aceitáveis no ambiente marinho.....	369
Tabela 4.1.13.7.2– Nível de ruídos marinho, máximo e mínimo, para parques eólicos offshore.....	370
Tabela 4.1.13.7.3 - Medições de ruído para o período noturno, entre 19:00 a 7:00 para o parque eólico do Rio Grande do Sul.	372
Figura 4.1.13.7.1 - Mecanismo de geração de ruído subaquático por uma turbina eólica offshore	373

4. FLORA, FAUNA E BIOTA

Sumário

Mapa 4.2.2.1.3.1 – Unidades fitoecológicas da área de influência do empreendimento.	392
Quadro 4.2.2.1.4.1– Área e porcentagem de cada unidade fitoecológica ao longo do empreendimento.....	393
Quadro 4.2.2.1.5.2.1 - Aspectos fitossociológicos das espécies inventariadas na área de influência do empreendimento.....	396
Quadro 4.2.2.1.6.1.1 – Composição florística da Vegetação Pioneira Psamófila.....	398
Quadro 4.2.2.1.6.2.1 - Composição florística da Vegetação Subperenifólia de Dunas.....	402
Quadro 4.2.2.1.6.3.1 – Composição florística mais comum presente na unidade vegetacional.....	406
Quadro 4.2.2.1.6.4.1 – Composição florística da Vegetação Ribeirinha.....	409
Quadro 4.2.2.1.6.5.1 - Vegetação de Várzea.....	410
Quadro 4.2.2.1.6.6.1 – Espécies arbustivas predominantes na unidade.....	412
Quadro 4.2.2.1.6.7.1 – Espécies de árvores de maior porte presente na unidade.....	413
Quadro 4.2.2.1.6.8.1 – Espécies presentes em apicuns que se destacam.....	414
Quadro 4.2.2.1.6.9.1 – Espécies arbustivas, herbáceas e gramíneas predominantes na unidade.....	415
Quadro 4.2.2.1.8.1– Área dos remanescentes florestais da área diretamente afetada do empreendimento.....	419
Mapa 4.2.2.1.8.1– Unidades fitoecológicas da área diretamente afetada do empreendimento.	420
Quadro 4.2.2.1.9.1 – Unidades geossistêmicas e fitoecológicas da área do empreendimento, indicando as principais espécies vegetais, formas de uso e ocupação predominantes e os impactos ambientais existentes.....	422
Quadro 4.2.2.1.9.1 – Lista das espécies endêmicas do domínio da Caatinga que ocorrem na Área Potencialmente Atingida pelo Projeto.....	427
Quadro 4.2.2.1.10.1.1 – Pássaros com maior representação populacional....	428
Quadro 4.2.2.1.10.2.1– Répteis mais comuns da unidade.....	429
Quadro 4.2.2.1.10.2.2– Principais espécies de avifauna da unidade.....	430
Quadro 4.2.2.1.10.2.3– Principais mamíferos encontrados na unidade.....	431
Quadro 4.2.2.1.10.3.1– Pássaros com destaque na vegetação de tabuleiro..	432

Quadro 4.2.2.1.10.3.2– Mamíferos presentes em área com cobertura vegetal mais conservada.....	434
Quadro 4.2.2.1.10.4 – Espécies da ictiofauna.....	435
Quadro 4.2.2.1.10.5.1- Espécies mais comuns de mamíferos na área.....	436
Quadro 4.2.2.1.10.5.2 - Espécies de répteis mais comuns na área.....	437
Quadro 4.2.2.1.10.5.3- Principais espécies que compõem a avifauna.....	438
Quadro 4.2.2.1.10.6.1– Principais espécies de camarões encontrados na unidade.....	440
Quadro 4.2.2.1.10.6.2- Principais espécies de moluscos encontrados na unidade.....	440
Quadro 4.2.2.1.10.6.3- Principais espécies de siri encontrados na unidade...	441
Quadro 4.2.2.1.10.6.4- Principais espécies de caranguejo encontrados na unidade.....	442
Quadro 4.2.2.1.10.6.5- Principais espécies de peixes encontrados na unidade.....	442
Quadro 4.2.2.1.10.6.6– Principais componentes da avifauna da unidade.....	443
Figura 4.2.2.2.1.1 - Croqui do local de implantação do empreendimento.....	446
Figura 4.2.2.2.1.2 - Croqui de acesso ao empreendimento.....	447
Figura 4.2.2.2.2.1 - Esquema de definição do layout (inter-distâncias em termos de diâmetros de metros).	449
Mapa 4.2.2.2.4.1 - Mapa municipal de Caucaia	451
Mapa 4.2.2.2.4.2 – Solos do estado do Ceará.	453
Figura 4.1.2.2.5 - Registro da espécie caravela-do-mar na faixa de praia.	454
Figura 4.1.2.2.6.1 – Espécies de bentos na faixa de praia.....	455
Figura 4.1.2.2.8.1 - Desova de tartarugas na praia do Cumbuco.....	458
Figura 4.1.2.2.10.1 - Disposição dos pontos para levantamento de mastofauna ao longo do trecho.....	484
Figura 4.1.2.2.10.2 - Disposição dos pontos para levantamento de mastofauna ao longo do trecho.....	485
Tabela 4.1.2.2.10.1 - Relação de atividades por mamíferos voadores.....	487
Figura 4.1.2.2.10.3 - Disposição dos pontos de captura para levantamento de mastofauna ao longo do trecho.....	488
Figura 4.1.2.2.10.4 - Disposição dos pontos de captura para levantamento de mastofauna ao longo do trecho.....	488
Figura 4.1.2.2.10.5 - Disposição dos pontos de captura para levantamento de mastofauna ao longo do trecho.....	489
Figura 4.1.2.2.10.6 - Disposição dos pontos de captura para levantamento de mastofauna ao longo do trecho.....	489
Tabela 4.1.2.2.10.2 - Esforço amostral por ponto de amostragem em quiropterofauna	490

Quadro 4.1.2.2.10.1 - Espécies da mastofauna.....	490
Tabela 4.1.2.2.10.2 - Esforço amostral por campanha em cada ponto de amostragem em mastofauna.....	492
Figura 4.1.2.2.11.1 - Disposição dos pontos para levantamento de avifauna ao longo do trecho.....	505
Figura 4.1.2.2.11.2 - Disposição dos pontos de escuta para levantamento de avifauna ao longo do trecho.....	506
Figura 4.1.2.2.11.3 - Disposição dos pontos de escuta para levantamento de avifauna ao longo do trecho.....	506
Figura 4.1.2.2.11.4 - Disposição dos pontos de escuta para levantamento de avifauna ao longo do trecho.....	507
Figura 4.1.2.2.11.5 - Disposição dos pontos de escuta para levantamento de avifauna ao longo do trecho.....	507
Tabela 4.1.2.2.11.2 - Esforço amostral por transecto em cada ponto de amostragem em avifauna	508
Quadro 4.1.2.2.11.1 - Relação herpetofauna.....	509
Figura 4.1.2.2.12.1 - Disposição dos pontos para levantamento de herpetofauna ao longo do trecho.....	512
Figura 4.1.2.2.12.2 – Disposição armadilhas pitfall ao longo do trecho	512
Figura 4.1.2.2.12.3 – Disposição armadilhas pitfall ao longo do trecho.	513
Figura 4.1.2.2.12.4 – Disposição armadilhas pitfall ao longo do trecho.	513
Figura 4.1.2.2.12.5– Disposição armadilhas pitfall ao longo do trecho.	514
Tabela 4.1.2.2.10.12.1 - Esforço amostral por campanha em cada ponto de amostragem em herpetofauna.....	514

4. UNIDADES E ÁREAS PRIORITÁRIAS PARA CONSERVAÇÃO

Sumário

Quadro 4.2.5.1 - Áreas das Unidades de Conservação da Área de Influência do Projeto e Distância do Empreendimento	523
Mapa 4.2.5.1 – Localização das Unidades de Conservação.....	525
Figura 4.2.5.1.1 - Estação Ecológica do Pecém.....	526
Figura 4.2.5.2.1 - Área de Proteção Ambiental Lagamar do Cauípe.....	528
Figura 4.2.5.3.1 - Área de Proteção Ambiental do Pecém	530
Figura 4.2.5.4.1 - Jardim Botânico de São Gonçalo.....	531
Figura 4.2.5.5.1 - Parque Estadual Botânico do Ceará	533
Figura 4.2.5.6.1 - Área de Proteção Ambiental do Estuário do Rio Ceará	534
Quadro 4.2.6.1 – Áreas prioritárias para conservação na área diretamente afetada pelo empreendimento.....	536
Mapa 4.2.6.1 – Áreas prioritárias para conservação na área diretamente afetada pelo empreendimento.....	537

4. SÍNTESE

Sumário

Quadro 4.2.7.1 - Classes de vulnerabilidade ambiental discriminada por áreas.....	539
Mapa 4.2.7.1 - Vulnerabilidade ambiental da área de influência do empreendimento.....	540

Raoni Ceci

4.3 MEIO SÓCIOECONOMICO

Sumário

Gráfico 4.3.2.1: População residente no município de Caucaia, 1970 a 2010.....	546
Gráfico 4.3.2.2: Estimativa da população residente para o município de Caucaia, 2001 - 2017	547
Gráfico 4.3.2.3: Evolução da população de Caucaia por área censitária, Rural e Urbana, 1970 – 2010.....	548
Figura 4.3.2.1: Evolução da população urbana no estado do Ceará, com destaque para o município de Caucaia.....	550
Tabela 4.3.2.1: Distribuição populacional de Caucaia em Distritos por região censitária, 2010.....	551
Figura 4.3.2.2: Distribuição geográfica da população de Caucaia.....	552
Tabela 4.3.2.2: População residente por Gênero – Masculino e Feminino – em Caucaia, 1991, 2000 e 2010.	554
Figura 4.3.2.3: Distribuição da população cearense por Gênero, 2010.....	555
Tabela 4.3.2.3: População recenseada em Caucaia, Homens e Mulheres por faixa etária, 2000 e 2010.....	556
Figura 4.3.2.4: Pirâmide Etária 2010.....	557
Tabela 4.3.2.4: Indicadores demográficos	559
Tabela 4.3.2.5: Oferta educacional (Número de matrículas, docentes e quantidade de estabelecimentos de ensino) em Caucaia por rede de ensino, considerando as regiões censitárias, 2010 a 2015.	560
Tabela 4.3.2.6: Performance educacional – SPAECE Alfa em Caucaia, rede municipal e estadual, 2012 a 2018.....	562
Tabela 4.3.2.7: Índice IDEB para o ensino fundamental regular, anos iniciais e finais, rede pública Estadual e Municipal.	563
Tabela 4.3.2.8: Taxa de aprovação em Caucaia por rede de ensino (estadual – municipal), anos iniciais e finais, 2005 a 2017.	564
Quadro 4.3.2.1: Oferta de Cursos Técnicos Profissionalizantes por Instituições no município de Caucaia e região.	565
Quadro 4.3.2.2: Cursos superiores de tecnologia ofertados no município de Caucaia	567
Quadro 4.3.2.3: Oferta de Cursos de Licenciatura por IES no município de Caucaia.	568
Tabela 4.3.2.9: Produto Interno Bruto e Produto Interno Bruto <i>per capita</i> de Caucaia, 2002 a 2016, em R\$ de 2016.....	570

Tabela 4.3.2.10: Classificação do Índice de Desenvolvimento Humano – IDH.....	571
Gráfico 4.3.2.4: Índice de Desenvolvimento Humano de Caucaia, 2010.....	571
Tabela 4.3.1.11: Índice de Desenvolvimento Humano Municipal e seus Componentes – Município de Caucaia – CE.....	572
Tabela 4.3.1.12: Índice IDHM Caucaia e Ceará.....	573
Quadro 4.3.2.4: Resumo dos componentes do IFDM por área de conhecimento.....	574
Figura 4.3.2.5: Leitura do Índice Firjan de Desenvolvimento Municipal	575
Tabela 4.3.2.13: IFDM – Saúde, Emprego & Renda, Educação, Geral para Caucaia, 2005 a 2016.....	576
Tabela 4.3.2.14: Proporção da População Extremamente Pobre por região censitária, Caucaia e Ceará, 2010.....	577
Tabela 4.3.2.15: Estabelecimentos de hospedagem, por tipos, unidades habitacionais e capacidade total de hóspedes, segundo os Municípios das Capitais, as Regiões Metropolitanas das Capitais, as Regiões Integradas de Desenvolvimento - RIDE e os municípios que as compõem – 2011.....	578
Figura 4.3.2.6: Zona Econômica Exclusiva (ZEE) do Brasil. dividida nas ZEEs Norte. Nordeste, Central e Sul.....	580
Tabela 4.3.2.16– Totais anuais de pescado (toneladas, t), por estado, desembarcados nos estados da ZEE-Nordeste (exceto o Piauí), entre 1991 e 2001.	582
Tabela 4.3.2.17: Quantificação da frota pesqueira no Ceará por categoria de embarcação (1991 a 2001).....	583
Tabela 4.3.2.18 - Desembarques médios anuais, em toneladas (t), das principais espécies capturadas pelas embarcações a motor e vela do Ceará, entre 1991 e 2001.	584
Tabela 4.3.2.19: Volume total dos desembarques (t) e percentual desembarcado, por arte de pesca, nos estados componentes da ZEE-Nordeste, exceto o Piauí (1991 a 2001).....	585
Tabela 4.3.2.20: Volume total dos desembarques (t) e percentual desembarcado, por arte de pesca, no estado do Ceará (1991 a 2001).	586
Tabela 4.3.2.21: Média de produção por desembarque, dias de mar, número de pescadores por viagem e participação percentual na produção total desembarcada das espécies selecionadas, para as pescarias com linha/anzol da frota pesqueira cearense, no período de 1999 a 2008.	587
Tabela 4.3.2.22: Média de produção por desembarque, dias de mar, número de pescadores por viagem e participação percentual na produção total desembarcada das espécies selecionadas, para as pescarias com rede de emalhe da frota pesqueira cearense, no período de 1999 a 2008.....	587
Figura 4.3.2.7: Deslocamento (linha tracejada) da frota motorizada de Fortaleza e Camocim	589

Tabela 4.3.2.23: Tipo de embarcação à vela, dias de pesca, profundidades de atuação e número de pescadores, para a frota de jangadas, canoas, paquetes e botes à vela que empregaram linha de mão, de fevereiro a março de 2000, no estado do Ceará.....	590
Tabela 4.3.2.24: Número médio mensal e percentual de participação, por área, município e por tipo de embarcação, da frota pesqueira cearense ativa dedicada à pesca de peixes com linha/anzol e com rede de emalhe, no período de 1999 a 2008.	591
Gráfico 4.3.2.5: Produção total de Elasmobrânquios, por município do Estado do Ceará, de 1991 a 2003, de acordo com o ESTATPESCA.....	592
Figura 4.3.2.8: Manifestação dos moradores de Caucaia (13 de outubro de 2019)	593
Figura 4.3.2.9: Reunião Associação de Pescadores – Cumbuco (2 de outubro de 2019)	593
Figura 4.3.2.10: Reunião Associação de Pescadores – Cumbuco (2 de outubro de 2019)	594
Figura 4.3.2.11: Reunião Marinha (16 de setembro de 2019)	595
Figura 4.3.3.1: Igreja Nossa Senhora dos Prazeres e o Cruzeiro	598
Figura 4.3.3.2: Santo Cruzeiro	599
Figura 4.3.3.3: Casa da Câmara e Cadeia	600
Figura 4.3.3.4: Igreja de Nossa Senhora de Santana	601
Figura 4.3.3.5: Igreja de Nossa Senhora da Conceição	602
Figura 4.3.3.6 - Estação ferroviária de Caucaia	603
Figura 4.3.3.7: Capela de São Pedro	604
Figura 4.3.3.8: Casarão do Artesanato	605
Figura 4.3.3.9: Escola de Ensino Médio Branca Carneiro Mendonça	606
Figura 4.3.3.10: Mercado de Caucaia	606
Figura 4.3.3.11: Macrozoneamento de Caucaia (UP 1 a UP 10).	609
Figura 4.3.3.12: Macrozoneamento de Caucaia (UP 5, UP 6 e UPE 1)	610
Figura 4.3.3.13: Níveis de Urbanização de Caucaia	610
Figura 4.3.3.14– Malha Rodoviária da Região do Empreendimento	611
Figura 4.3.3.15– Rodovias próximas ao Empreendimento.....	612
Figura 4.3.3.16– Malha Ferroviária da Região do Empreendimento	613
Figura 4.3.3.17: Ferrovias próximas ao Empreendimento.....	613
Quadro 4.3.3.1: Distância Mínima entre Cabo e Terra.....	614
Figura 4.3.3.18: Porto de Fortaleza com presença de turbinas eólicas.....	619
Figura 4.3.3.19: Costa de Fortaleza	620
Figura 4.3.3.20: Porto de Fortaleza e horizonte da costa.....	620
Figura 4.3.3.21: Costa de Icaraí Iparana Parazinho	621

Figura 4.3.3.22: Costa Cumbuco – com presença de atividades de Jangada e kitesurf.....	622
Figura 4.3.3.23: Infraestrutura do território ao longo do traçado da linha elétrica (estradas e linhas aéreas).....	623
Figura 4.3.3.24: Infraestruturas presentes no território.	624
Figura 4.3.3.25: Infraestrutura do território urbano.....	624
Tabela 4.3.3.1: Produto Interno Bruto (PIB) e do PIB per capita de Caucaia e do Estado do Ceará	626
Tabela 4.3.3.2: Distribuição setorial do valor adicionado (%) do PIB - Caucaia e Ceará 1999/2010.....	627
Tabela 4.3.3.3: Número e área dos estabelecimentos agropecuários segundo grupos de área total Caucaia – 2006.....	628
Tabela 4.3.3.4: Número e área dos estabelecimentos agropecuários segundo condição do produtor - Caucaia – 2006.....	629
Tabela 4.3.3.5: Número e área dos estabelecimentos agropecuários segundo o uso da terra - Caucaia – 2006.....	630
Tabela 4.3.3.6: Número de empresas do setor da indústria de transformação – Caucaia 2011.....	631
Figura 4.3.3.26: Registro de cerâmica no município.....	632
Figura 4.3.3.27: Área desmatada.....	632
Figura 4.3.3.28: Extração de granito na serra do Camará realizada pela empresa Itatiba.....	633
Figura 4.3.3.29: Lavra em bancada desenvolvida em meia encosta.....	634
Figura 4.3.3.30: Extração irregular de areia do leito do Rio Ceará no período de estiagem.....	635
Figura 4.3.3.31: Aspecto de áreas de extração de areia fina (vermelha) por desmonte mecânico.....	636
Figura 4.3.3.32: Via de acesso para o complexo industrial e portuário do Pecém.....	636
Tabela 4.3.3.7: Empresas do comércio segundo atividade - Caucaia - 2001/2011	638
Tabela 4.3.3.8: Indicadores do setor do Turismo - Caucaia - 2004/2011	639
Tabela 4.3.3.9: Número de hotéis, pousadas e leitos - Caucaia - 2004/2011.. ..	639
Figura 4.3.3.33: Centro Cultural do Tapeba	640
Figura 4.3.3.34: Santuário de Santa Edwiges, localizado na Serra do Camará	640
Figura 4.3.3.35: Visão da faixa da praia de Iparana em Caucaia.....	641
Figura 4.3.3.36: Igreja Matriz, situada no bairro do Centro na sede de Caucaia	641

Figura 4.3.3.37: Praia do Cumbuco com prática de kitesurfe.....	642
Figura 4.3.3.38: Concentração de buggys para passeio nas dunas do Cumbuco.....	642
Quadro 4.3.3.2: Principais associações relacionadas a atividades econômicas de Caucaia.....	643
Tabela 4.3.3.10: Indicadores da dimensão da habitação e saneamento, Caucaia, 2010.....	645
Tabela 4.3.3.11: Indicadores relativos à dimensão da renda, Caucaia, 2010.....	646
Tabela 4.3.3.12: Indicadores relativos à dimensão da educação, Caucaia, 2010.....	647
Figura 4.3.3.39: Comprimento de embarcações de grande porte.....	648
Figura 4.3.3.40: Embarcações de grande porte.....	648
Figura 4.3.3.41: Embarcações de médias e pequenas dimensões.....	649
Figura 4.3.3.42: Indicação de rotas entre Fortaleza e Pecém e a planta proposta.....	650
Figura 4.3.3.43: Possível desenvolvimento de áreas de construção no mar..	651
Figura 4.3.3.44: Possível desenvolvimento de áreas das construção no mar. Áreas de exclusão 1 e 2 para o arco temporal de construção.....	652
Figura 4.3.3.45: Possíveis rotas durante os trabalhos na área 3-4.....	652
Figura 4.3.3.46: Rotas durante a fase de exercício.....	654
Figura 4.3.3.47: Rotas internas ao parque para navegação de pequeno e médio porte.....	656
Figura 4.3.3.48: Rotas externas ao parque para grandes navios, com distância das turbinas de acordo com as indicações COLREGs.....	657
Tabela 4.3.3.14: Quantidade produzida (em toneladas) das lavouras permanentes para o município de Caucaia - 2006/2011.....	658
Tabela 4.3.3.15: Quantidade produzida (em toneladas) das lavouras temporárias para o município de Caucaia - 2006/2011.....	659
Tabela 4.3.3.15: Quantidade produzida (em toneladas) das lavouras temporárias para o município de Caucaia - 2006/2011.....	660
Tabela 4.3.3.16: Número do efetivo de animais do município de Caucaia - 2006/2011.....	660
Gráfico 4.3.3.1: Participação (%) do efetivo de animais de Caucaia em relação ao total do Estado - 2011.....	661
Tabela 4.3.3.17: Produção de origem animal do município de Caucaia - 2006/2011.....	662
Figura 4.3.3.49: Plantação de lavoura temporária de milho.....	662
Figura 4.3.3.50: Lavoura permanente em área de tabuleiros pré-litorâneos...	663
Figura 4.3.3.51: Registro de pecuária extensiva em Caucaia.....	663

Figura 4.3.3.52: Curral com criação caprina, ovina e bovina em Tucunduba..	664
Figura 4.3.3.53: Fluxograma das etapas dos procedimentos de levantamento da cobertura e uso da terra.....	666
Tabela 4.3.3.18: Área (km ²) das classes de uso e cobertura da terra no município de Caucaia.....	669
Figura 4.3.3.54: Uso da terra e infraestrutura na região de Caucaia-CE.....	670
Figura 4.3.3.55: Mapa do Produto Interno Bruto dos municípios cearenses – 2016.....	673
Tabela 4.3.3.19: Quinze maiores municípios, segundo o PIB total - Ceará - 2016 (R\$ Milhares).....	674
Tabela 4.3.3.20: Quinze maiores municípios, segundo o PIB total - Ceará - 2016 (R\$ Milhares).....	675
Tabela 4.3.3.21: Municípios com maiores participação no PIB, a preços correntes – Ceará – 2002, 2010, 2014 e 2015.....	676
Tabela 4.3.3.22: PIB per capita de Caucaia e ranking estadual, 2002, 2010, 2014 e 2015.	677
Tabela 4.3.3.23: VAB da Indústria, Participação Indústria do Município sobre a Indústria Total do Estado, e o Ranking em 2002, 2010, 2014 e 2015.....	678
Tabela 4.3.3.24: Produto Interno Bruto (2016).....	678
Figura 4.3.3.54: Mapa das Localidades do Litoral de Caucaia.....	681
Figura 4.3.3.55: Mapa de Fluxos de Turistas por Município No Ceará.....	682
Figura 4.3.3.56: Mapa de Licenças Expedidas em Caucaia pela SEMACE – 2007.....	683
Figura 4.3.3.57: Mapa de Meios de Hospedagem por Localidade Litorânea de Caucaia-CE.....	684
Figura 4.3.3.58: Áreas regulamentadas para kitesurf.....	685
Tabela 4.3.5.1: Unidades de saúde ligadas ao Sistema Único de Saúde (SUS), por prestador - Caucaia.....	686
Tabela 4.3.5.2: Leitos ligados ao SUS, por tipo de prestador, em Caucaia, 2003 a 2016.....	687
Tabela 4.3.5.3: Profissionais de Saúde ligados ao SUS em Caucaia por nível de ensino, 2003 a 2016.....	688
Tabela 4.3.5.4: Casos confirmados de doenças de notificação compulsória no município de Caucaia, 2003 – 2016.....	689
Tabela 4.3.5.5: Números de casos confirmados de HIV/AIDS, Dengue, Chikungunya e Zika, no município de Caucaia, ao longo do período de 2003 a 2016.....	690
Tabela 4.3.5.6: Taxa de mortalidade infantil por grupo de idade (2002 – 2016).....	691
Tabela 4.3.5.7: Imunização em menores de 1 ano de idade (%).....	692
Tabela 4.3.5.8: Dados gerais da Atenção Básica de Saúde.....	693

Quadro 4.3.6.1: Componentes e atividades do projeto de desenvolvimento rural sustentável – Projeto São José IV.....	697
Tabela 4.3.6.1: Quantitativo populacional dos indígenas cadastrados no SIASI em 2013 por diversos parâmetros de territorialidade indígena ou nacional....	698
Figura 4.3.6.1: Pirâmide populacional dos indígenas cadastrados no SIASI em 2013 – Caucaia.....	699
Tabela 4.3.6.2: Distribuição da população indígena por sexo e faixa etária - Caucaia	700
Figura 4.3.6.2: Registro fotográfico da Colônia de Pescadores Z-7 na região do Cumbuco, município de Caucaia.....	702
Quadro 4.3.6.2: Relação de quilombos reconhecidos no município de Caucaia pela Cerquice e FCP	704
Tabela 4.3.8.2: Fluxo de Turistas no ano de 2018 por município Via Fortaleza.	709
Tabela 4.3.8.4: Demanda de serviços no turismo.	710
Figura 4.3.8.1 - Faixa para prática de kitesurf e distância do parque eólico	711
Tabela 4.3.8.3: Aumento da atividade turística no litoral oeste do estado do Ceará.	712
Figura 4.3.9.1 - Tijoleira de barro no piso da Câmara e Cadeia.....	717
Figura 4.3.9.2 - Estruturas em madeira que delimitam o piso superior.....	718
Figura 4.3.9.3– Parede original da Câmara e Cadeia.....	718
Figura 4.3.9.3 - Estação Ferroviária.....	719
Figura 4.3.9.4 - Pintura do Cartório de Registros e Imóveis.....	720
Figura 4.3.9.5 - Fachada principal da Igreja Matriz de N. S. dos Prazeres.....	721
Figura 4.3.9.6 - Santo Cruzeiro.....	722
Figura 4.3.9.7 - Igreja de São Pedro.....	724
Figura 4.3.9.8 - Detalhe do Cruzeiro e da fachada da Igreja de São Pedro....	724
Figura 4.3.9.9 - Sino da igreja de São Judas Tadeu.....	725
Figura 4.3.9.10 – Adorno da igreja.....	725
Figura 4.3.9.11 - Interior da igreja São Judas Tadeu.....	726
Figura 4.3.9.12 - Igreja de Santa Tereza.....	726
Figura 4.3.9.13- Escadarias da Igreja de Santa Tereza.....	727
Figura 4.3.9.14- Placa com inscrição do nome da Igreja de Santa Tereza....	727
Figura 4.3.9.15 - Área interna da igreja de Santa Tereza.....	728
Figura 4.3.9.16- Casarão da família Sales.....	729
Figura 4.3.9.17- Teto com ripas de carnaúba.....	730
Figura 4.3.9.18- Interior da casa da família Sales.....	730
Figura 4.3.9.19- Estação ferroviária.....	731
Figura 4.3.9.20- Detalhes dos compartimentos da estação ferroviária.....	731

Figura 4.3.9.21 - Detalhes do adorno da fachada da Estação Ferroviária.....	732
Figura 4.3.9.22- Inscrições na fachada superior da estação ferroviária.....	732
Figura 4.3.9.23- Lagoa do Banana.....	733
Figura 4.3.9.24- Praia da Tabuba.....	734
Quadro 4.3.9.1 - Artistas e artesãos reconhecidos pela Secretaria de Cultura de Caucaia como Mestre da Cultura.	737
Quadro 4.3.9.2 - Mapeamento das Manifestações Culturais de Caucaia (2009).....	738
Figura 4.3.9.25: pilão polido do bisavô de Luiz Maciel.....	741
Figura 4.3.9.26: Pilão polido de pedra e mão de pilão de madeira.....	741
Figura 4.3.9.27: Sra. Maria Gil fazendo trança de palha.....	743
Figura 4.3.9.28: Sra. Maria Gil costurando uma trança de palha.....	743
Figura 4.3.9.29: Sra. Maria Santos segurando o cipó-de-calango.....	744
Figura 4.3.9.30: Sra. Maria Santos trançando com as 8 costelas do cipó.....	744
Figura 4.3.9.31: Sr. Francisco Alberto e sua companheira, a rezadeira Zilá...	745
Figura 4.3.9.32: Sr. José Soares e Srª Maria da Paz.....	747
Figura 4.3.9.33: Carnaúbas utilizadas devido às propriedades medicinais.....	748
Quadro 4.3.9.1 - Plantas que são adotadas em enfermidades	748
Figura 4.3.9.34: Jangadas à beira-mar.....	752
Figura 4.3.9.35: Pacote.....	752
Figura 4.3.9.36: Bote.....	752
Figura 4.3.9.37: Galpão com uma jangada em construção.....	753
Figura 4.3.9.38: Sr. Francisco Nilton Moura da Costa (Dudu), pintando a jangada.....	753
Figura 4.3.9.39: Sr. Miranda coordenador da dança do côco.....	757
Figura 4.3.9.40: Igreja de Nossa Senhora da Soledade.....	780
Figura 4.3.9.41: Edificações no Largo da Matriz.....	781
Figura 4.3.9.42: Edificações do largo da Matriz.....	781
Mapa 4.3.9.1: Localização do empreendimento e dos sítios arqueológicos....	766
Quadro 4.3.9.2 - Distribuição de Sesmarias na Capitania Do Ceará.	774
Quadro 4.3.9.3 - Vilas e principais povoações de índios da capitania do Ceará grande, 1783.	778
Quadro 4.3.9.2 - A distribuição dos Sítios arqueológicos por região fisiográficas.	785

5. ANÁLISE INTEGRADA

Sumário

Mapa 5.2.1– Integração, sensibilidade e restrições ambientais da área de influência direta do empreendimento	5
Quadro 5.3.1 – Classes de sensibilidade ambiental discriminada por áreas	7
Mapa 5.3.1– Integração, sensibilidade e restrições ambientais da área diretamente afetada pelo empreendimento	8
Quadro 5.4.1 – Faixa praias	10
Quadro 5.4.2 – Dunas móveis	11
Quadro 5.4.3 – Dunas fixas	12
Quadro 5.4.4 – Planície flúviomarinha	13
Quadro 5.4.5 – Tabuleiros costeiros	14
Quadro 5.4.6 – Planície fluvial	15
Quadro 5.4.7 – Planície lacustre	16
Quadro 5.4.8 – Depressão sertaneja	17
Quadro 5.4.9 – Maciços residuais e inselbergs	18
Quadro 5.6.1.1 - Rotas e características dimensionais das embarcações Porto do Pecém	20
Figura 6.5.1.1. – Tipos de embarcações	21
Quadro 5.6.1.2 - Rotas e embarcações entre Pecém e Mucuripe	21
5.6.2 Área ocupada pelas embarcações	22
Figura 5.6.2.1 – Comparação das dimensões máxima e mínima para barcos	23
Figura 5.6.2.2 – Embarcações de grandes dimensões	23
Figura 5.6.2.3 – Embarcações de médias e pequenas dimensões	24
Figura 5.6.2.4 - Indicação das rotas entre Fortaleza e Pecém	25
5.6.3 Navegação comum e navegação para as obras	25
Figura 5.6.3.1 Indicação de rotas entre Fortaleza e Pecém e a planta proposta	26
Figura 5.6.3.2 - Parque eólico e batimetria	28
5.6.4 Navegação durante a fase de instalação	28
Figura 5.6.4.1 - Possível desenvolvimento de áreas de construção no mar. ...	30
Figura 5.6.4.2 - Possível desenvolvimento de áreas das construção no mar. Áreas de exclusão 1 e 2 para o arco temporal de construção	31
Figura 5.6.4.3 - Possíveis rotas durante os trabalhos na área 3 e 4	31
5.6.5 Navegação Durante a Fase de Operações	32

Figura 5.6.5.1- Rotas durante a fase de exercício.....	33
Figura 5.6.5.2 - Avaliação da distância considerando o diâmetro da turbina (rota a 2 vezes o diâmetro).....	34
Figura 5.6.5.3 - Respeito da distância no caso, remoto, de falha e derrubamento da estrutura.....	35
Figura 5.6.5.4 - Esquema de navegação entre as turbinas, com rotas com o dobro do diâmetro (tampão preto) e a uma distância maior que a possível caída da turbina (buffer blu).....	36
Figura 5.6.5.5 - Rotas internas ao parque para navegação de pequeno e médio porte.....	37
Figura 5.6.5.6 - Rotas externas ao parque para grandes navios, com distância das turbinas de acordo com as indicações COLREGs.....	39
Figura 5.6.5.7 - Rotas com distância das turbinas de acordo com as instruções do COLREGs, considerando navios de grande porte, com até 300m de comprimento, é possível manobrar para evitar colisões.	39
5.6.6 Mitigações para Sinais de Radar	41
5.6.7 Mitigações para Sinais de Rádio.....	42
5.6.8 Considerações Relativas Ao Parque Eólico De Caucaia Em Relação A Emissões Eletromagnéticas	44
5.6.9 Rotas de Navegação para Pequenas Embarcações.....	45
Figura 5.6.9.1 - Rotas para barcos de pesca e pequenas embarcações e pontos de atracagem existentes (em preto) e novos (em vermelho).....	46
Figura 5.6.9.2- Principais rotas para grandes embarcações a partir dos portos de Pecém e Mucuripe (Fortaleza)	47

6. IDENTIFICAÇÃO E AVALIAÇÃO DE IMPACTO AMBIENTAL

Sumário

Quadro 6.1.1 – Sequência de ações do empreendimento Parque Eólico Offshore Caucaia	3
Quadro 6.1.2 – Conceituação dos atributos e definição dos parâmetros de valoração.....	5
Gráfico 6.3.1 – Totalização dos impactos ambientais positivos e negativos	9
Quadro 6.2.1 – <i>Checklist</i> dos Impactos Ambientais	11
6.3.1 - Contabilização dos impactos ambientais em relação ao caráter.....	41
Quadro 6.3.2 – Totalização dos impactos na fase de estudos e projetos	42
Quadro 6.3.3 – Totalização dos impactos na fase de implantação	42
Quadro 6.3.4 – Totalização dos impactos na fase de operação	43
Quadro 6.3.5 – Totalização dos impactos prognosticados	43
Gráfico 6.3.2 – Impactos ambientais em relação ao Caráter x Magnitude	44
Gráfico 6.3.3 – Impactos ambientais em relação ao Caráter x Importância	44
Gráfico 6.3.4 – Impactos ambientais em relação ao Caráter x Duração	45
Gráfico 6.3.5 – Impactos ambientais em relação ao Caráter x Temporalidade	45
Gráfico 6.3.6 – Impactos Ambientais em Relação ao Caráter x Ordem	46
Gráfico 6.3.7 – Impactos Ambientais em Relação ao Caráter x Reversibilidade.....	46
Gráfico 6.3.8 – Impactos Ambientais em Relação ao Caráter x Escala	47
Gráfico 6.3.9 – impactos ambientais em relação ao Caráter x Cumulatividade	47
Gráfico 6.3.10 – Impactos ambientais em relação ao Caráter x Sinergia.....	48
Gráfico 6.5.1 - Comparação dos impactos por Caráter X Fator Ambiental	87
Gráfico 6.5.2 - Comparação dos impactos no meio biótico por	88
Gráfico 6.5.3 - Comparação dos impactos por Caráter X Fator Ambiental	98
Gráfico 6.5.4 - Comparação dos impactos por Caráter X Fator Ambiental	106

7. ANÁLISE DE RISCOS AMBIENTAIS

Sumário

Quadro 7.3.1.1 – Categorização da Frequência de Risco.....	6
Quadro 7.3.1.2 – Categorização da Severidade de Risco	7
Quadro 7.3.1.3 – Matriz de Risco.....	8
Quadro 7.3.1.4 – Resumo da Classificação de Risco	8
Figura 7.3.1.5 – Elaboração de Cenários pelo Método CAP.....	10
7.3.2 Perigos Identificados	10
Quadro 7.3.2.1 – Cenários de acidentes relevantes do segmento.....	11
Quadro 7.3.2.2 - Matriz de Risco do Empreendimento	15
Quadro 7.3.2.3 – Cenários de Acidentes Relevantes do Segmento	15
7.3.3. Hipóteses Acidentais.....	17
Quadro 7.3.3.1 - Matriz de Risco dos principais cenários do Empreendimento	18
7.3.4. Medidas Mitigadoras Recomendadas	18
Figura 7.4.4.1 – Falha Humana.....	24
Figura 7.4.4.1.1 – Fluxograma de Treinamento Sugerido	26
Figura 7.4.4.2 – Digrama Demonstrativo do Sistema de Comunicação.	29
Gráfico 7.5.1.1 – Acidentes na Indústria Eólica mundial por ano	42
Gráfico 7.5.1.2 – Número de acidentes fatais por ano	42
Quadro 7.5.1.1 – Acidentes envolvendo danos a vida humana com perdas de vida de 1975 a 2018.....	43
Quadro 7.5.1.2– Acidentes envolvendo danos a vida humana sem perdas de vida de 1975 a 2018.....	43
Gráfico 7.5.1.3 – Número de acidentes com e sem perda de vida de 1975 a 2018	44
Quadro 7.5.1.3 – Número de acidentes por ano	45
Quadro 7.5.1.4 – Número de acidentes fatais por ano.....	46
Quadro 7.5.1.5 - Tipo e quantidade de acidentes envolvendo a indústria de geração de energia eólica	47
Gráfico 7.5.1.4 - Tipos de acidentes em parques eólicos ocorridos de 2012 a setembro de 2019	49
Gráfico 7.5.1.5 - Tipos de acidentes em parques eólicos brasileiros de 2008 a 2017	49
Gráfico 7.5.1.1.1 – Evolução da Capacidade Instalada de 1995 a 2018.....	51

Gráfico 7.5.1.1.2 - Frequência de acidentes pela capacidade instalada	52
Gráfico 7.5.1.1.3 - Frequência de acidentes pela capacidade instalada	52
Gráfico 7.5.1.1.4 – Frequência de acidentes por tipo, parametrizados pela capacidade de geração de energia elétrica no ramo, 696,2 gw	53
Quadro 7.6.1 – Resumo dos cenários selecionados para análise quantitativa de risco (AQR)	54
7.6.1 Análise de Vulnerabilidade da Geração Eólica.....	54
7.6.2 Avaliação Dos Risco Da Geração Eólica.....	55
7.6.2.1 Levantamento Do Risco Social	55
Quadro 7.6.2.1 – frequência de acidentes fatais parametrizada pelo número e parques em operação e pela capacidade mundial de geração de energia eólica	56
Gráfico 7.6.2.1 – Gráfico f-n típico para um parque eólico frente à situação de ocorrência de acidentes entre 1975 e 2018	57
Gráfico 6.3 – Gráfico F-N típico para a geração de 1mw de energia eólica frente a situação de ocorrência de acidentes entre 1975 e 2018	58
7.6.2.2 Análise do Risco Social para Indivíduos Ligados Direta e Indiretamente a Indústria da Energia Eólica.....	58
Quadro 6.2.2.1 – Frequência de acidentes fatais parametrizadas e capacidade mundial de geração de energia eólica de indivíduos, diretamente ligados a indústria da energia eólica.....	59
Quadro 6.4 – Frequência de acidentes fatais parametrizadas capacidade mundial de geração de energia eólica de indivíduos, indiretamente ligados a indústria da energia eólica.....	59
Gráfico 6.2.2.1 – Comparativo de risco social entre todas as ocorrências e as ocorrências com indivíduos ligados direta e indiretamente a indústria da energia eólica entre 1975 e 31/12/2018 parametrizado pela capacidade mundial de geração	60
7.6.2.3 Levantamento do Risco Individual.....	60
Quadro 7.6.2.3.1 – Acidentes nos quais as dimensões do aerogerador são relevantes.....	61
Fonte: Adaptado de CWIF, 2019.....	62
7.6.2.4 Zonas de Influência da Dimensão do Aerogerador	62

8. PLANO DE ENERGÊNCIA INDIVIDUAL

Sumário

Quadro 8.2.1.1.1 - Cenários de acidentes relevantes do segmento.....	7
Quadro 8.2.1.1.2 - Matriz de Risco do Empreendimento	11
Quadro 8.3.1 - Matriz de Risco do Empreendimento para cenários com vazamentos de óleo.	11
Tabela 8.1 – Propriedades físico-químicas do Óleo Combustível Marítimo.	12
Tabela 8.2 – Hipóteses acidentais para situações de vazamento de hidrocarbonetos causadas por acidente de navegação envolvendo embarcações no Empreendimento.....	13
Tabela 8.3 – Hipóteses acidentais para situações de vazamento de hidrocarbonetos causadas por acidente de navegação envolvendo rebocadores que operarão no Empreendimento.....	16
Tabela 8.4 – Hipóteses acidentais para situações de vazamento de hidrocarbonetos causadas por acidente de navegação envolvendo balsa que operará no Empreendimento.....	18
Tabela 8.5 – Hipóteses acidentais para situações de vazamento de hidrocarbonetos causadas por acidente de navegação envolvendo barcaças que operarão no Empreendimento.....	20
Tabela 8.6 – Hipóteses acidentais para situações de vazamento de hidrocarbonetos causadas por acidente de navegação envolvendo embarcações da praticagem que operarão no Empreendimento.....	22
Tabela 8.7 – Hipóteses acidentais para situações de vazamento de hidrocarbonetos causadas por acidente de navegação envolvendo embarcações da praticagem que operarão no Empreendimento.....	23
Tabela 8.8 – Hipóteses acidentais para situações de vazamento de hidrocarbonetos causadas por incidente envolvendo caminhões e equipamentos em operação.....	25
Tabela 8.9 – Equipamentos requeridos para o atendimento a vazamentos de óleo no Empreendimento.	29
Tabela 8.10: Embarcação requeridas para o atendimento a vazamentos de óleo no Empreendimento.	31
Tabela 8.11 – Relação de Equipamentos de Proteção Individual.	31
Tabela 8.12 – Forma de acondicionamento apropriada para cada modalidade de resíduo gerado após um incidente envolvendo o vazamento de óleo na água ou em terra.....	51
Tabela 8.13 – Técnicas de destinação de resíduos oleosos.....	52

9. PROGNÓSTICO AMBIENTAL

Sumário

Figura 9.2.1.1 - Área calma entre os molhes e a praia.....	10
Figura 9.2.1.2 - Alternativas Trísticas.....	10
Figura 9.2.1.3 - Alternativas Área Portuária	10
Figura 9.2.1.4 - Alternativas turísticas foto	11
Figura 9.2.1.5 - Alternativas Localizado no mar foto e rendering	11
Figura 9.2.2.1 - Subestação no mar com uma interface de comunicação e um centro de visitas	13

 Raoni Ceci

10. COMPENSAÇÃO AMBIENTAL

Sumário

Quadro 10.3.2.5.1.1 – Valores referentes ao Índice de Magnitude	118
Quadro 10.3.2.5.2.1 – Valores referentes ao Índice de Biodiversidade	188
Quadro 10.3.2.5.3.1 – Valores referentes ao Índice de Abrangência.....	119
Quadro 10.3.2.5.4 – Valores referentes ao Índice de Temporalidade	120
Quadro 10.3.2.5.5 – Valores referentes ao Índice de Comprometimento de Áreas Prioritárias	120
Quadro 10.3.3.1 – Índices do Grau de Impacto do Empreendimento	123
Quadro 10.3.4.1 – Valoração dos índices	129