

ÍNDICE DO ITEM II.5.1

| | |
|---|---------|
| II.5.1 - Meio Físico..... | 1/300 |
| II.5.1.1 - Meteorologia..... | 1/300 |
| II.5.1.2 - Geologia e Geomorfologia..... | 43/300 |
| II.5.1.3 - Oceanografia..... | 93/300 |
| II.5.1.4 - Qualidade de água e sedimento..... | 209/300 |

ÍNDICE DE QUADROS

| QUADRO | PAG. |
|---|-------------|
| Quadro II.5.1.4-1 - Relação das estações de amostragem e coordenadas (Datum: SAD 69) contempladas na primeira campanha de caracterização ambiental dos blocos marítimos BM-CAL-11/12. | 210/300 |
| Quadro II.5.1.4-2 – Profundidade das amostragens de água realizadas nas concessões BM-CAL-11/12 (campanha de inverno) e as massas d'água correspondentes. | 212/300 |
| Quadro II.5.1.4-3 - Parâmetros para avaliação da qualidade da água avaliados nas Concessões BM-CAL-11/12. | 215/300 |
| Quadro II.5.1.4-4 - Parâmetros utilizados na avaliação da qualidade dos sedimentos monitorados nas nove estações situadas na área das concessões BM-CAL-11/12. | 217/300 |
| Quadro II.5.1.4-5 - Projetos de monitoramento cujos resultados serão usados como referência para a caracterização das concessões BM-CAL-11/12. | 221/300 |

ÍNDICE DE TABELAS

| TABELA | PAG. |
|--|-------------|
| Tabela II.5.1.1-1 - Informações dos parâmetros meteorológicos analisados. | 2/300 |
| Tabela II.5.1.1-2 - Estatística de sistemas frontais que atingem o litoral da Bahia (Ilhéus), baseados nos Boletins Climanalise do CPTEC/INPE. | 21/300 |

| | |
|--|--------|
| Tabela II.5.1.1- 4 - Diagrama de ocorrência conjunta de intensidade e direção do vento NCEP1 para inverno no período de 1961 a 2010. | 28/300 |
| Tabela II.5.1.1-3 - Diagrama de ocorrência conjunta de intensidade e direção do vento NCEP1 para verão no período de 1961 a 2010. | 28/300 |
| Tabela II.5.1.1-5 - Estatística mensal do vento NCEP1 para o período de 1961 a 2010. Valores de intensidade e máximos em m/s. | 29/300 |
| Tabela II.5.1.1-6 - Diagrama de ocorrência conjunta de intensidade e direção do vento Manati/PETROBRAS para o verão no período de 2008 a 2010. | 29/300 |
| Tabela II.5.1.1-7 - Diagrama de ocorrência conjunta de intensidade e direção do vento Manati/PETROBRAS para o inverno no período 2008 a 2010. | 30/300 |
| Tabela II.5.1.1-8 - Diagrama de ocorrência conjunta de intensidade e direção do vento de Aracaju/METAR para o verão no período de 2008 a 2010. | 31/300 |
| Tabela II.5.1.1-9 - Diagrama de ocorrência conjunta de intensidade e direção do vento de Aracaju/METAR para o inverno no período de 2008 a 2010. | 31/300 |
| Tabela II.5.1.1-10 - Diagrama de ocorrência conjunta de intensidade e direção do vento de Salvador/METAR para o verão no período de 2008 a 2010. | 32/300 |
| Tabela II.5.1.1-11 - Diagrama de ocorrência conjunta de intensidade e direção do vento de Salvador/METAR para inverno no período de 2008 a 2010. | 32/300 |
| Tabela II.5.1.1-12 - Diagrama de ocorrência conjunta de intensidade e direção do vento de Ilhéus/METAR para o verão no período de 2008 a 2010. | 33/300 |
| Tabela II.5.1.1-13 - Diagrama de ocorrência conjunta de intensidade e direção do vento de Ilhéus/METAR para inverno no período de 2008 a 2010. | 34/300 |
| Tabela II.5.1.1-14 - Diagrama de ocorrência conjunta de intensidade e direção do vento NCEP1 para o período de 1961 a 2010. | 36/300 |



| | |
|--|---------|
| Tabela II.5.1.1-15 - Número de eventos extremos de vento no verão (dezembro-janeiro-fevereiro), outono (março-abril-maio), inverno (junho-julho-agosto) e primavera (setembro-outubro-novembro). | 37/300 |
| Tabela II.5.1.3-1 - Informações para as estações de medição de correntes, temperatura, salinidade, elevação, constantes harmônicas de maré e vazão. | 94/300 |
| Tabela II.5.1.3-2 - Seções de Estudo da Modelagem gerada. Datum WGS 84 | 101/300 |
| Tabela II.5.1.3-3 - Localização e período de coleta dos dados de corrente. | 155/300 |
| Tabela II.5.1.3-4 - Tabela de ocorrência conjunta de intensidade e direção da corrente obtidos a partir dos dados do HYCOM para o período DJF entre os anos de 2004 a 2010, nas coordenadas de 14,33° S e 38,64° W. | 163/300 |
| Tabela II.5.1.3-5 - Tabela de ocorrência conjunta de intensidade e direção da corrente obtidos a partir dos dados do HYCOM para o período MAM entre os anos de 2004 a 2010, nas coordenadas de 14,33° S e 38,64° W. | 164/300 |
| Tabela II.5.1.3-6 - Tabela de ocorrência conjunta de intensidade e direção da corrente obtidos a partir dos dados do HYCOM para o período JJA entre os anos de 2004 a 2010, nas coordenadas de 14,33° S e 38,64° W. | 165/300 |
| Tabela II.5.1.3-7 - Tabela de ocorrência conjunta de intensidade e direção da corrente obtidos a partir dos dados do HYCOM para o período SON entre os anos de 2004 a 2010, nas coordenadas de 14,33° S e 38,64° W. | 166/300 |
| Tabela II.5.1.3-8 - Diagrama de ocorrência conjunta de intensidade (altura) e direção das ondas obtidas à partir dos dados do WW3, para o período de verão, entre os anos 2004 e 2010 no ponto localizado em 35,5° W e 14,35° S. | 177/300 |

| | |
|---|---------|
| Tabela II.5.1.3-9 - Diagrama de ocorrência conjunta de intensidade e direção das ondas obtidas à partir dos dados do WW3, para o período de outono, entre os anos 2004 e 2010 no ponto localizado em 35,5° W e 14,35° S. | 178/300 |
| Tabela II.5.1.3-10 - Diagrama de ocorrência conjunta de intensidade e direção das ondas obtidas à partir dos dados do WW3, para o período de inverno, entre os anos 2004 e 2010 no ponto localizado em 35,5° W e 14,35° S. | 179/300 |
| Tabela II.5.1.3-11 - Diagrama de ocorrência conjunta de intensidade e direção das ondas obtidas à partir dos dados do WW3, para o período de primavera, entre os anos 2004 e 2010 no ponto localizado em 35,5° W e 14,35° S. | 180/300 |
| Tabela II.5.1.3-12 - Localização das estações maregráficas. Datum WGS84 | 189/300 |
| Tabela II.5.1.3-13 - Valores médios de diferentes condições de maré, nível médio e amplitude de maré e altura e fase das principais constantes harmônicas para as marés na área de estudo. | 195/300 |
| Tabela II.5.1.3-14 - Valores máximos da preamar e mínimos da baixamar, ambos de sizígia, além dos valores médios de ambas e seu desvio padrão, para as estações maregráficas da região de interesse, desconsiderando o nível médio. | 197/300 |
| Tabela II.5.1.3-15 - Número de eventos extremos de corrente no verão (janeiro a março), outono (abril a junho), inverno (julho a setembro) e primavera (outubro a dezembro). | 202/300 |
| Tabela II.5.1.3-16 - Diagrama de ocorrência conjunta de altura significativa e direções de pico das ondas para o primeiro critério durante o período de 2004 a 2010. | 206/300 |
| Tabela II.5.1.3-17 - Diagrama de ocorrência conjunta de altura significativa e direções de pico das ondas para o segundo critério durante o período de 2004 a 2010. | 206/300 |



| | |
|--|---------|
| Tabela II.5.1.3-18 - Número de eventos extremos de ondas no verão (janeiro a março), outono (abril a junho), inverno (julho a setembro) e primavera (outubro a dezembro). | 206/300 |
| Tabela II.5.1.4 1 - Máximos, mínimos, médias aritméticas e desvio-padrão dos indicadores físico-químicos avaliados nas diferentes massas d'água das Concessões BM-CAL-11/12, em agosto de 2011. | 222/300 |
| Tabela II.5.1.4 2 - Máximos, mínimos e médias dos indicadores de suporte avaliados nas Concessões BM-CAL-11/12 e em outros empreendimentos petrolíferos do litoral sul da Bahia. | 226/300 |
| Tabela II.5.1.4 3 - Máximos, mínimos e médias dos indicadores material particulado na água das Concessões BM-CAL-11/12 e em outros empreendimentos petrolíferos do litoral sul da Bahia. | 230/300 |
| Tabela II.5.1.4 4 - Máximos, mínimos e médias dos sólidos totais dissolvidos nas Concessões BM-CAL-11/12 e em outros empreendimentos petrolíferos do litoral sul da Bahia. | 232/300 |
| Tabela II.5.1.4 5 - Máximos, mínimos e médias do Carbono Orgânico Total (COT) avaliado nas Concessões BM-CAL-11/12 e em outros empreendimentos petrolíferos do litoral sul da Bahia. | 233/300 |
| Tabela II.5.1.4 6 - Máximos, mínimos e médias dos indicadores de hidrocarbonetos ($\mu\text{g/L}$) na água das Concessões BM-CAL-11/12 e em outros empreendimentos petrolíferos do litoral sul da Bahia. | 234/300 |
| Tabela II.5.1.4 7 - Concentrações de clorofila a nas amostras de água da superfície e Base da Camada de Mistura (BCM) das três estações avaliadas nas Concessões BM-CAL-11/12, em agosto de 2011. | 235/300 |
| Tabela II.5.1.4 8 - Máximos, mínimos e médias dos nutrientes avaliados nas Concessões BM-CAL-11/12 e em outros empreendimentos petrolíferos do litoral sul da Bahia. | 238/300 |
| Tabela II.5.1.4 9 - Máximos, mínimos e médias dos nutrientes avaliados nas Concessões BM-CAL-11/12 e em outros empreendimentos petrolíferos do litoral sul da Bahia. | 240/300 |

| | |
|--|---------|
| Tabela II.5.1.4 10 - Percentuais médias (%) obtidos nas análises granulométricas das amostras de sedimento avaliados nas Concessões BM-CAL-11/12 em agosto de 2011. | 245/300 |
| Tabela II.5.1.4 11 - Máximos, mínimos e médias aritméticas da granulometria (%) dos sedimentos avaliados nas Concessões BM-CAL-11/12 e em outros empreendimentos petrolíferos do litoral sul da Bahia. | 246/300 |
| Tabela II.5.1.4 12 - Máximos, mínimos e médias aritméticas dos teores de carbonatos (mg/Kg) avaliados na superfície do sedimento (0-2cm) das Concessões BM-CAL-11/12 e em outros empreendimentos petrolíferos do litoral sul da Bahia. | 249/300 |
| Tabela II.5.1.4 13 - Máximos, mínimos e médias aritméticas dos teores de carbono orgânico total (mg/Kg)avaliado na superfície do sedimento das Concessões BM-CAL-11/12 e em outros empreendimentos petrolíferos do litoral sul da Bahia. | 252/300 |
| Tabela II.5.1.4 14 - Teores de hidrocarbonetos avaliados na superfície do sedimento (0-2 cm) das Concessões BM-CAL-11/12 (inverno). | 254/300 |
| Tabela II.5.1.4 15 - Máximos, mínimos e médias aritméticas dos teores de hidrocarbonetos (mg/Kg) avaliado na superfície do sedimento das Concessões BM-CAL-11/12 e em outros empreendimentos petrolíferos do litoral sul da Bahia. | 255/300 |
| Tabela II.5.1.4 16 - Máximos, mínimos e médias aritméticas dos teores totais dos metais avaliados nos sedimentos da camada de 0-2 cm das Concessões BM-CAL-11/12, em agosto de 2011. | 257/300 |
| Tabela II.5.1.4 17 - Máximos, mínimos e médias aritméticas dos teores de metais fracamente associados, avaliados nos sedimentos da camada de 0-2 cm das Concessões BM-CAL-11/12, em agosto de 2011. | 258/300 |
| Tabela II.5.1.4 18 - Percentuais Biodisponíveis (%) dos metais analisados nas amostras de sedimentos das Concessões BM-CAL-11/12, em agosto de 2011. Valores classificados pela média em ordem decrescente. | 258/300 |



| | |
|---|---------|
| Tabela II.5.1.4 19 - Máximos, mínimos e médias aritméticas dos teores de alumínio total (mg/Kg) avaliado na superfície do sedimento das Concessões BM-CAL-11/12 e em outros empreendimentos petrolíferos do litoral sul da Bahia. | 260/300 |
| Tabela II.5.1.4 20 - Máximos, mínimos e médias aritméticas dos teores de ferro total (mg/Kg) avaliado na superfície do sedimento das Concessões BM-CAL-11/12 e em outros empreendimentos petrolíferos do litoral sul da Bahia. | 262/300 |
| Tabela II.5.1.4 21 - Máximos, mínimos e médias aritméticas dos teores de Bário total (mg/Kg) avaliado na superfície do sedimento das Concessões BM-CAL-11/12 e em outros empreendimentos petrolíferos do litoral sul da Bahia. | 265/300 |
| Tabela II.5.1.4 22 - Máximos, mínimos e médias aritméticas dos teores de Chumbo total (mg/Kg) avaliado na superfície do sedimento das Concessões BM-CAL-11/12 e em outros empreendimentos petrolíferos do litoral sul da Bahia. | 269/300 |
| Tabela II.5.1.4 23 - Máximos, mínimos e médias aritméticas dos teores de Cromo total (mg/Kg) avaliado na superfície do sedimento das Concessões BM-CAL-11/12 e em outros empreendimentos petrolíferos do litoral sul da Bahia. | 272/300 |
| Tabela II.5.1.4 24 - Máximos, mínimos e médias aritméticas dos teores de Cobre total (mg/Kg) avaliado na superfície do sedimento das Concessões BM-CAL-11/12 e em outros empreendimentos petrolíferos do litoral sul da Bahia. | 276/300 |
| Tabela II.5.1.4 25 - Máximos, mínimos e médias aritméticas dos teores de Zinco total (mg/Kg) avaliado na superfície do sedimento das Concessões BM-CAL-11/12 e em outros empreendimentos petrolíferos do litoral sul da Bahia. | 279/300 |
| Tabela II.5.1.4 26 - Máximos, mínimos e médias aritméticas dos teores de Níquel total (mg/Kg) avaliado na superfície do sedimento das Concessões BM-CAL-11/12 e em outros empreendimentos petrolíferos do litoral sul da Bahia. | 283/300 |

| | |
|---|---------|
| Tabela II.5.1.4 27 - Máximos, mínimos e médias aritméticas dos teores de Cádmio total (mg/Kg) avaliado na superfície do sedimento das Concessões BM-CAL-11/12 e em outros empreendimentos petrolíferos do litoral sul da Bahia. | 286/300 |
| Tabela II.5.1.4 28 - Máximos, mínimos e médias aritméticas dos teores de Mercúrio total (mg/Kg) avaliado na superfície do sedimento das Concessões BM-CAL-11/12 e em outros empreendimentos petrolíferos do litoral sul da Bahia. | 289/300 |
| Tabela II.5.1.4 29 - Máximos, mínimos e médias aritméticas dos teores de Vanádio total (mg/Kg) avaliado na superfície do sedimento das Concessões BM-CAL-11/12 e em outros empreendimentos petrolíferos do litoral sul da Bahia. | 291/300 |
| Tabela II.5.1.4 30 - Máximos, mínimos e médias dos teores de nutrientes (mg/Kg) avaliados nas amostras de sedimento das Concessões BM-CAL-11/12 em agosto de 2011. | 297/300 |
| Tabela II.5.1.4 31 - Valores médios de Razão C:N:P avaliados nas amostras de sedimento das Concessões BM-CAL-11/12 em agosto de 2011. | 299/300 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| FIGURA | PAG. |
|--|-------------|
| Figura II.5.1.1-1 - Localização dos parâmetros meteorológicos analisados. | 3/300 |
| Figura II.5.1.1-2 - Climatologia de verão (dezembro-janeiro-fevereiro) da temperatura do ar (NCEP) para o período de 1948 a 2010. A localização dos blocos é apresentada em cinza. | 5/300 |
| Figura II.5.1.1-3 - Climatologia de inverno (junho-julho-agosto) da temperatura do ar (NCEP) para o período de 1948 a 2010. A localização dos blocos é apresentada em cinza. | 6/300 |
| Figura II.5.1.1-4 - Climatologia da temperatura média, máxima e mínima mensal (1961 a 1990) para Salvador, de acordo com dados do INMET. | 6/300 |



| | |
|---|--------|
| Figura II.5.1.1-5 - Climatologia da temperatura média mensal (2003 a 2010) para Ilhéus, de acordo com dados do INMET. | 7/300 |
| Figura II.5.1.1-6 - Climatologia da temperatura média, mínima e máxima mensal (1948 a 2010) para os dados de reanálise do NCEP (NCEP1). | 7/300 |
| Figura II.5.1.1-7 - Climatologia da temperatura média, mínima e máxima mensal (1948 a 2010) para os dados de reanálise do NCEP (NCEP2). | 8/300 |
| Figura II.5.1.1-8 - Climatologia de verão (dezembro-janeiro-fevereiro) da precipitação (GPCP) para o período de 1979 a 2007. A localização dos blocos é apresentada em cinza. | 9/300 |
| Figura II.5.1.1-9 - Climatologia de inverno (junho-julho-agosto) da precipitação (GPCP) para o período de 1979 a 2007. A localização dos blocos é apresentada em cinza. | 10/300 |
| Figura II.5.1.1-10 - Climatologia da precipitação média mensal (1961 a 1990) para Salvador, de acordo com dados do INMET. | 11/300 |
| Figura II.5.1.1-11 - Climatologia da precipitação média, mínima e máxima mensal (1979 a 2007) para os dados do GPCP. | 12/300 |
| Figura II.5.1.1-12 - Climatologia da evaporação média mensal (1961 a 1990) para Salvador, de acordo com o INMET. | 13/300 |
| Figura II.5.1.1-13 - Climatologia da média mensal para umidade relativa do ar (1961 a 1990) em Salvador, de acordo com o INMET. | 14/300 |
| Figura II.5.1.1-14 -Climatologia da média mensal para umidade relativa do ar (2003 a 2010) em Ilhéus, de acordo com o INMET. | 15/300 |
| Figura II.5.1.1-15 - Climatologia da média mensal para umidade relativa do ar (1948 a 2010) para os dados de reanálise do NCEP (NCEP3). | 15/300 |
| Figura II.5.1.1-16 - Climatologia da média mensal para pressão atmosférica (1961 a 1990) em Salvador, de acordo com o INMET. | 17/300 |
| Figura II.5.1.1-17 - Climatologia da média mensal para pressão atmosférica (2003 a 2010) em Ilhéus, de acordo com o INMET. | 17/300 |
| Figura II.5.1.1-18 - Climatologia da média mensal para pressão atmosférica (1948 a 2010) para os dados do NCEP (NCEP1). | 18/300 |
| Figura II.5.1.1-19 - Climatologia da média mensal para pressão atmosférica (1948 a 2010) para os dados do NCEP (NCEP2). | 18/300 |

| | |
|---|--------|
| Figura II.5.1.1-20 - Médias de 50 anos (1961 - 2010) do vento NCEP a 10 m no período de verão (janeiro). | 20/300 |
| Figura II.5.1.1-21 - Médias de 50 anos (1961 - 2010) do vento NCEP a 10 m no período de inverno (junho). | 20/300 |
| Figura II.5.1.1-22 - Histogramas direcionais sazonais dos vetores do vento de reanálise do NCEP (NCEP1) para o período de 1961 a 2010. | 23/300 |
| Figura II.5.1.1-23 - Histogramas direcionais sazonais dos vetores do vento Manati/PETROBRAS para o período de 2008 a 2010. | 24/300 |
| Figura II.5.1.1-24 - Histogramas direcionais sazonais dos vetores do vento de Aracaju/METAR para o período de 2008 a 2010. | 25/300 |
| Figura II.5.1.1-25 - Histogramas direcionais sazonais dos vetores do vento de Salvador/METAR para o período de 2008 a 2010. | 26/300 |
| Figura II.5.1.1-26 - Histogramas direcionais sazonais dos vetores do vento de Ilhéus/METAR para o período de 2008 a 2010. | 27/300 |
| Figura II.5.1.1-27 - Histograma direcional dos eventos extremos de vento selecionados pelo primeiro critério para o período de 1961 a 2010. | 35/300 |
| Figura II.5.1.1-28 - Histograma direcional dos eventos extremos de vento selecionados pelo segundo critério para o período de 1961 a 2010. | 36/300 |
| Figura II.5.1.1-29 - Variação anual da quantidade de eventos extremos de vento no período de 1961 a 2010 (NCEP1). | 38/300 |
| Figura II.5.1.1-30 - Diagramas stick plot dos dados de vento de Aracaju/METAR durante o ano de 2004. | 39/300 |
| Figura II.5.1.1-31 - Diagramas stick plot dos dados de vento de Salvador/METAR durante o ano de 2004. | 40/300 |
| Figura II.5.1.1-32 - Diagramas stick plot dos dados de vento de Ilhéus/METAR durante o ano de 2004. | 40/300 |
| Figura II.5.1.1-33 - Diagramas stick plot dos dados de vento NCEP1 durante o ano de 2004. | 41/300 |
| Figura II.5.1.1-34 - Diagramas stick plot dos dados de vento de NCEP4 durante o ano de 2004. | 41/300 |



| | |
|---|--------|
| Figura II.5.1.2-1 – Principais unidades litológicas na área de estudo das Concessões BM-CAL-11/12. | 45/300 |
| Figura II.5.1.2-2 – Arcabouço estrutural regional das bacias de Camamu e Almada com a batimetria, os pontos para perfuração e os limites das Concessões BM-CAL-11/12. | 46/300 |
| Figura II.5.1.2-3 – Arcabouço Estrutural em detalhe com a batimetria, os pontos para perfuração e os limites das Concessões BM-CAL-11/12. | 47/300 |
| Figura II.5.1.2-4 – Seção Geológica perpendicular ao mergulho regional da bacia. | 48/300 |
| Figura II.5.1.2-5 - Carta Estratigráfica da Bacia de Camamu. | 51/300 |
| Figura II.5.1.2-6 - Carta Estratigráfica da Bacia de Almada. | 55/300 |
| Figura II.5.1.2-7 – Mapa batimétrico com a localização dos pontos a serem perfurados (em azul) nas Concessões BM-CAL-11/12. | 61/300 |
| Figura II.5.1.2-8 – Perfil geológico simplificado do Prospecto Oxalá, a ser perfurado na Concessão BM-CAL-11. | 62/300 |
| Figura II.5.1.2-9 – Perfil geológico simplificado do Prospecto Ogum, a ser perfurado na Concessão BM-CAL-11. | 63/300 |
| Figura II.5.1.2-10 – Perfil geológico simplificado do Prospecto Obá, a ser perfurado na Concessão BM-CAL-11. | 64/300 |
| Figura II.5.1.2-11 – Perfil geológico simplificado do Prospecto Xangô, a ser perfurado na Concessão BM-CAL-11. | 65/300 |
| Figura II.5.1.2-12 – Perfil simplificado do Prospecto Fonte da Telha, situado na Concessão BM-CAL-12. | 67/300 |
| Figura II.5.1.2-13 – Perfil simplificado para o Prospecto Queluz, situado na Concessão BM-CAL-12. | 68/300 |
| Figura II.5.1.2-14 – Perfil simplificado para o Prospecto Évora, situado na Concessão BM-CAL-12. | 69/300 |
| Figura II.5.1.2-15 – Perfil simplificado para o Prospecto o Além-Tejo, situado na Concessão BM-CAL-12. | 70/300 |
| Figura II.5.1.2-16 - Fisiografia da Zona Costeira. | 73/300 |
| Figura II.5.1.2-17 – Mapa batimétrico e faciológico regional. | 75/300 |

| | |
|---|--------|
| Figura II.5.1.2-19 - Método utilizado baseado no cálculo de curvas de compactação normal - a partir do sônico. | 83/300 |
| Figura II.5.1.2-20 – Prospecto Oxalá encontra-se em regime hidrostático. | 85/300 |
| Figura II.5.1.2-21 – Prospecto Ogum encontra-se em regime hidrostático. | 86/300 |
| Figura II.5.1.2-22 – O Prospecto Obá encontra-se em regime hidrostático. | 87/300 |
| Figura II.5.1.2-23 – O Prospecto Xangô encontra-se em regime hidrostático. | 88/300 |
| Figura II.5.1.2-24 – O Prospecto Fonte da Telha encontra-se em regime hidrostático. | 89/300 |
| Figura II.5.1.2-25 – Locação Queluz. Pressão de poros final aproximada de 10,7 ppg. | 90/300 |
| Figura II.5.1.2-26 – Locação Évora. Pressão de poros final aproximada de 12 ppg a 8.000 m. | 91/300 |
| Figura II.5.1.2-27 – O Prospecto Além-Tejo encontra-se em regime hidrostático. | 92/300 |
| Figura II.5.1.3- 1 - Localização das estações de medição de dados oceanográficos. | 95/300 |
| Figura II.5.1.3-2 - Área de estudo das campanhas de prospecção de grandes peixes pelágicos do Programa REVIZEE na região da ZEE central brasileira. A zona de interesse se concentra nas estações 10, 11 e 12. | 96/300 |
| Figura II.5.1.3-3 - Variação da temperatura potencial (Tpot-0) com a profundidade observada nos cruzeiros de prospecção de grandes peixes pelágicos na ZEE central durante o inverno de 2001 (a) e o verão de 1999 (b). | 97/300 |
| Figura II.5.1.3-4 - Localização das estações de medição de dados de salinidade, temperatura e densidade. | 98/300 |



| | |
|---|---------|
| Figura II.5.1.3-5 - Mapa de médias climatológicas de temperatura da superfície do mar (TSM), com contornos de salinidade sobrepostos, para o período de dezembro a fevereiro, obtidas a partir de resultados do modelo OCCAM. | 99/300 |
| Figura II.5.1.3-6 - Mapa de médias climatológicas de temperatura da superfície do mar (TSM), com contornos de salinidade sobrepostos, para o período de março a maio, obtidas a partir de resultados do modelo OCCAM. | 100/300 |
| Figura II.5.1.3-7 - Mapa de médias climatológicas de temperatura da superfície do mar (TSM), com contornos de salinidade sobrepostos, para o período de junho a agosto, obtidas a partir de resultados do modelo OCCAM. | 100/300 |
| Figura II.5.1.3-8 - Mapa de médias climatológicas de temperatura da superfície do mar (TSM), com contornos de salinidade sobrepostos, para o período de setembro a novembro, obtidas a partir de resultados do modelo OCCAM. | 101/300 |
| Figura II.5.1.3-9 - Perfil de Temperatura Potencial na seção 1 (14°30'S); média para o período de dezembro a fevereiro. | 102/300 |
| Figura II.5.1.3-10 - Perfil de Temperatura Potencial na seção 1 (14°30'S); média para o período de março a abril. | 103/300 |
| Figura II.5.1.3-11 - Perfil de Temperatura Potencial na seção 1 (14°30'S); média para o período de junho a agosto. | 103/300 |
| Figura II.5.1.3-12 - Perfil de Temperatura Potencial na seção 1 (14°30'S); média para o período de setembro a novembro. | 104/300 |
| Figura II.5.1.3-13 - Perfil de Temperatura Potencial na seção 2 (12°30'S); média para o período de dezembro a fevereiro. | 105/300 |
| Figura II.5.1.3-14 - Perfil de Temperatura Potencial na seção 2 (12°30'S); média para o período de março a abril. | 105/300 |
| Figura II.5.1.3-15 - Perfil de Temperatura Potencial na seção 2 (12°30'S); média para o período de junho a agosto. | 106/300 |
| Figura II.5.1.3-16 - Perfil de Temperatura Potencial na seção 2 (12°30'S); média para o período de setembro a novembro. | 106/300 |

| | |
|--|---------|
| Figura II.5.1.3-17 - Perfil de Temperatura Potencial na seção 3 (18°S); média para o período de dezembro a fevereiro. | 107/300 |
| Figura II.5.1.3-18 - Perfil de Temperatura Potencial na seção 3 (18°S); média para o período de março a abril. | 108/300 |
| Figura II.5.1.3-19 - Perfil de Temperatura Potencial na seção 3 (18°S); média para o período de junho a agosto. | 108/300 |
| Figura II.5.1.3-20 - Perfil de Temperatura Potencial na seção 3 (18°S); média para o período de setembro a novembro. | 109/300 |
| Figura II.5.1.3-21 - Perfil de Temperatura Potencial na seção 4 (37°W); média para o período de dezembro a fevereiro. | 110/300 |
| Figura II.5.1.3-22 - Perfil de Temperatura Potencial na seção 4 (37°W); média para o período de março a abril. | 110/300 |
| Figura II.5.1.3-23 - Perfil de Temperatura Potencial na seção 4 (37°W); média para o período de junho a agosto. | 111/300 |
| Figura II.5.1.3-24 - Perfil de Temperatura Potencial na seção 4 (37°W); média para o período de setembro a novembro. | 111/300 |
| Figura II.5.1.3-25 - Perfil de Densidade ($\sigma\theta$) na seção 1 (14°30'S); média para o período de dezembro a fevereiro. | 112/300 |
| Figura II.5.1.3-26 - Perfil de Densidade ($\sigma\theta$) na seção 1 (14°30'S); média para o período de março a abril. | 113/300 |
| Figura II.5.1.3-27 - Perfil de Densidade ($\sigma\theta$) na seção 1 (14°30'S); média para o período de junho a agosto. | 113/300 |
| Figura II.5.1.3-28 - Perfil de Densidade ($\sigma\theta$) na seção 1 (14°30'S); média para o período de setembro a novembro. | 114/300 |
| Figura II.5.1.3-29 - Perfil de Densidade ($\sigma\theta$) na seção 2 (12°30'S); média para o período de dezembro a fevereiro. | 115/300 |
| Figura II.5.1.3-30 - Perfil de Densidade ($\sigma\theta$) na seção 2 (12°30'S); média para o período de março a abril. | 115/300 |
| Figura II.5.1.3-31 - Perfil de Densidade ($\sigma\theta$) na seção 2 (12°30'S); média para o período de junho a agosto. | 116/300 |
| Figura II.5.1.3-32 - Perfil de Densidade ($\sigma\theta$) na seção 2 (12°30'S); média para o período de setembro a novembro. | 116/300 |



| | |
|--|---------|
| Figura II.5.1.3-33 - Perfil de Densidade ($\sigma\theta$) na seção 3 (18°S); média para o período de dezembro a fevereiro. | 117/300 |
| Figura II.5.1.3-34 - Perfil de Densidade ($\sigma\theta$) na seção 3 (18°S); média para o período de março a abril. | 118/300 |
| Figura II.5.1.3-35 - Perfil de Densidade ($\sigma\theta$) na seção 3 (18°S); média para o período de junho a agosto. | 118/300 |
| Figura II.5.1.3-36 - Perfil de Densidade ($\sigma\theta$) na seção 3 (18°S); média para o período de setembro a novembro. | 119/300 |
| Figura II.5.1.3-37 - Perfil de Densidade ($\sigma\theta$) na seção 4 (37°W); média para o período de dezembro a fevereiro. | 120/300 |
| Figura II.5.1.3-38 - Perfil de Densidade ($\sigma\theta$) na seção 4 (37°W); média para o período de março a abril. | 120/300 |
| Figura II.5.1.3-39 - Perfil de Densidade ($\sigma\theta$) na seção 4 (37°W); média para o período de junho a agosto. | 121/300 |
| Figura II.5.1.3-40 - Perfil de Densidade ($\sigma\theta$) na seção 4 (37°W); média para o período de setembro a novembro. | 121/300 |
| Figura II.5.1.3-41 - Perfis verticais de temperatura, salinidade e σT para os dados obtidos no Cruzeiro WOCE A08-172 nas coordenadas 10°13'36,5"S e 35°32'4,2"W em 2 de abril de 1994. | 123/300 |
| Figura II.5.1.3-42 - Perfis verticais de temperatura, salinidade e σT para os dados obtidos no Cruzeiro WOCE A08-178 nas coordenadas 10°47'14.3"S e 34°44'48.5"W em 3 de abril de 1994. | 123/300 |
| Figura II.5.1.3-43 - Perfis verticais de temperatura, salinidade e σT para os dados obtidos no Cruzeiro WOCE A08-172 nas coordenadas 10°13'36,5"S e 35°32'4,2"W em 2 de abril de 1994, até a profundidade de 100 m. | 124/300 |
| Figura II.5.1.3-44 - Perfis verticais de temperatura, salinidade e σT para os dados obtidos no Cruzeiro WOCE A08-178 nas coordenadas 10°47'14.3"S e 34°44'48.5"W em 3 de abril de 1994, até a profundidade de 100 m. | 124/300 |

| | |
|---|---------|
| Figura II.5.1.3-45 - Perfis verticais de temperatura, salinidade e σ_q para os dados obtidos no ponto C3, nas coordenadas 14°35,49'S e 38°30,77"W em 13 de agosto de 2011. | 126/300 |
| Figura II.5.1.3-46 - Perfis verticais de temperatura, salinidade e σ_q para os dados obtidos no ponto L1-10, nas coordenadas 14°07,93'S e 38°09,63"W em 07 de agosto de 2011. | 126/300 |
| Figura II.5.1.3-47 - Perfis verticais de temperatura, salinidade e σ_q para os dados obtidos no ponto C3, nas coordenadas 14°35,49'S e 38°30,77"W em 13 de agosto de 2011, até 100 m de profundidade. | 127/300 |
| Figura II.5.1.3-48 - Perfis verticais de temperatura, salinidade e σ_q para os dados obtidos no ponto L1-10, nas coordenadas 14°07,93'S e 38°09,63"W em 07 de agosto de 2011, até 100 m de profundidade. | 128/300 |
| Figura II.5.1.3-49 - Cânion de Salvador, localizado ao norte das Concessões BM-CAL-11 e BM-CAL-12. As letras R1, R2 e R3 representam as três radiais perpendiculares à linha de costa, enquanto os números de cada radial representam as estações hidrográficas. Fonte: Amorim et al. (2008). | 133/300 |
| Figura II.5.1.3-50 - Diagrama T-S espalhado para o verão (a) e outono (b) nas proximidades do Cânion de Salvador, localizado entre as ilhas de Itaparica e Tinharé, para o ano de 2007. | 134/300 |
| Figura II.5.1.3-51 - Diagrama T-S espalhado para o inverno (a) e primavera (b) nas proximidades do Cânion de Salvador, localizado entre as ilhas de Itaparica e Tinharé, para o ano de 2007. | 135/300 |
| Figura II.5.1.3-52 - Localização das estações de medição de dados de salinidade, temperatura e densidade para caracterização das massas d'água na região. | 136/300 |
| Figura II.5.1.3-53 - Diagrama T-S espalhado, mostrando os pares T-S característicos das massas d'água na região costeira da Bahia, construído a partir de climatologia do OCCAM para o período de dezembro a fevereiro. As profundidades, em metros, são indicadas na legenda. | 138/300 |



| | |
|--|---------|
| Figura II.5.1.3-54 - Diagrama T-S espalhado, mostrando os pares T-S característicos das massas d'água na região costeira da Bahia, construído a partir de climatologia do OCCAM para o período de março a maio. As profundidades, em metros, são indicadas na legenda. | 139/300 |
| Figura II.5.1.3-55 - Diagrama T-S espalhado, mostrando os pares T-S característicos das massas d'água na região costeira da Bahia, construído a partir de climatologia do OCCAM para o período de junho a agosto. As profundidades, em metros, são indicadas na legenda. | 140/300 |
| Figura II.5.1.3-56 - Diagrama T-S espalhado, mostrando os pares T-S característicos das massas d'água na região costeira da Bahia, construído a partir de climatologia do OCCAM para o período de setembro a novembro. As profundidades, em metros, são indicadas na legenda. | 141/300 |
| Figura II.5.1.3-57 - Diagrama T-S espalhado, mostrando os pares T-S característicos das massas d'água no ponto C3. As profundidades, em metros, são indicadas na legenda. | 142/300 |
| Figura II.5.1.3-58 -Diagrama T-S espalhado, mostrando os pares T-S característicos das massas d'água no ponto L1-10. As profundidades, em metros, são indicadas na legenda. | 143/300 |
| Figura II.5.1.3-59 –Perfil vertical da concentração de oxigênio dissolvido (ml/l) no ponto C3. | 144/300 |
| Figura II.5.1.3-60 –Perfil vertical da concentração de oxigênio dissolvido (ml/l) no ponto L1-10. | 144/300 |
| Figura II.5.1.3-61 - Representação da circulação no Oceano Atlântico Sul, indicando as seguintes correntes oceânicas: Corrente Circumpolar (CC), Corrente do Atlântico Sul (CAS), Corrente de Benguela (BE), Corrente de Angola (CA), Corrente Sul Equatorial (CSE), Corrente do Brasil (CB) e Corrente das Malvinas (CM). Adaptado de Tomczak & Godfrey (1994). | 146/300 |
| Figura II.5.1.3-62 - Média climatológica da velocidade baroclínica calculada pelo OCCAM. | 147/300 |

| | |
|---|---------|
| Figura II.5.1.3-63 - Esquema tridimensional da BiCSE e distribuição vertical das diferentes massas d'água representantes da circulação oceânica de grande escala na borda oeste do Atlântico Sul. Adaptado de Godoi (2005). TW – Tropical Water (Água Tropical); SACW – South Atlantic Central Water (Água Central do Atlântico Sul); Antarctic Intermediate Water (Água Intermediária Antártica); e NADW – North Atlantic Deep Water (Água Profunda do Atlântico Norte). | 148/300 |
| Figura II.5.1.3-64 - Seção vertical de velocidades geostróficas absolutas, na latitude de 17°S. Fonte: Soutelino (2008). | 149/300 |
| Figura II.5.1.3-65 - Transporte médio ao longo da costa, baseado na distribuição de correntes obtidas nas 5 estações amostradas de 2000 a 2004 - 11°S (Schott et al., 2005). | 150/300 |
| Figura II.5.1.3-66 - Série temporal do perfil de corrente nos primeiros 300 metros da coluna d'água, obtido a partir de dados com ADCP invertido no ponto do fundeio K2 (Schott & Molinari, 2002). | 151/300 |
| Figura II.5.1.3-67 - Médias mensais climáticas da circulação próxima à superfície para os meses de dezembro a março. Localização das Concessões BM-CAL-11 e BM-CAL-12 indicada na figura. | 153/300 |
| Figura II.5.1.3-68 - Médias mensais climáticas da circulação próxima à superfície para os meses de junho a setembro. Localização das Concessões BM-CAL-11 e BM-CAL-12 indicada na figura. | 154/300 |
| Figura II.5.1.3-69 - Localização das estações de medição de dados de corrente. | 156/300 |
| Figura II.5.1.3-70 - Histograma direcional dos vetores de corrente medidos nas coordenadas 13°35,7'S e 38°49,03'W, na superfície: (a) de 29 de dezembro de 2002 a 21 de janeiro de 2003 e (b) de 22 de maio a 26 de junho de 2003. | 157/300 |
| Figura II.5.1.3-71 - Comparação entre dados de corrente (painel superior) e vento (painel inferior), obtidos em região de plataforma, próximos a Camamu, em períodos de verão e inverno. Localização das Concessões BM-CAL-11 e BM-CAL-12, indicadas na figura em vermelho. | 158/300 |



| | |
|--|---------|
| Figura II.5.1.3-72 -Variação das correntes superficiais na locação do BMJ-1 ao longo da amostragem, de 08/03 a 20/05 (adaptado de PETROBRAS, 2004). | 160/300 |
| Figura II.5.1.3-73 - Histograma direcional dos vetores de corrente medidos nas coordenadas 15°04'59,3"S e 38°43'50,6"W, na superfície, para o período de 8 a 25 de março de 2004. | 161/300 |
| Figura II.5.1.3-74 - Comparação entre dados de vento (painel superior) e corrente (painel inferior), obtidos em região de talude, próximo a Ilhéus, durante março de 2004. Localização das Concessões BM-CAL-11 e BM-CAL-12 indicada na figura. | 162/300 |
| Figura II.5.1.3-75 - Histograma direcional referente ao período DJF, dos dados diários de correntes do HYCOM, nas coordenadas de 14,33° S e 38,64° W, entre os anos de 2004 e 2010. | 163/300 |
| Figura II.5.1.3-76 - Histograma direcional referente ao período MAM, dos dados diários de correntes do HYCOM, nas coordenadas de 14,33° S e 38,64° W, entre os anos de 2004 e 2010. | 164/300 |
| Figura II.5.1.3-77 - Histograma direcional referente ao período JJA, dos dados diários de correntes do HYCOM, nas coordenadas de 14,33° S e 38,64° W, entre os anos de 2004 e 2010. | 165/300 |
| Figura II.5.1.3-78 - Histograma direcional referente ao período SON, dos dados diários de correntes do HYCOM, nas coordenadas de 14,33° S e 38,64° W, entre os anos de 2004 e 2010. | 166/300 |
| Figura II.5.1.3-79 – Diagrama stick-plot da corrente coletada no ponto C3, em 13 de agosto de 2011. A figura da direita mostra as direções predominantes da corrente e a figura da esquerda mostra a variação da corrente com a profundidade. | 168/300 |
| Figura II.5.1.3-80 – Diagrama stick-plot da corrente coletada no ponto L1-10, em 07 de agosto de 2011. A figura da direita mostra as direções predominantes da corrente e a figura da esquerda mostra a variação da corrente com a profundidade. | 169/300 |

| | |
|--|---------|
| Figura II.5.1.3-81 - Histogramas direcionais das características sazonais das ondas para o trecho central da costa brasileira. As legendas dos histogramas à esquerda correspondem à altura de onda, em metros. As legendas dos histogramas à direita são referentes ao período de ondas, em segundos. | 173/300 |
| Figura II.5.1.3-82 - Estatística do clima de ondas ao longo da costa do estado da Bahia, com a frequência de direção das ondas, alturas e períodos médios. | 174/300 |
| Figura II.5.1.3-83 - Localização da série de dados de onda do WW3. | 176/300 |
| Figura II.5.1.3-84 - Histograma direcional para direção de propagação, altura significativa de onda e frequência de ocorrência à partir dos dados do WW3, para o período de verão, entre os anos 2004 e 2010 no ponto localizado em 35,5° W e 14,35° S. | 177/300 |
| Figura II.5.1.3-85 - Histograma direcional para direção de propagação, altura significativa de onda e frequência de ocorrência à partir dos dados do WW3, para o período de outono, entre os anos 2004 e 2010 no ponto localizado em 35,5° W e 14,35° S. | 178/300 |
| Figura II.5.1.3-86 - Histograma direcional para direção de propagação, altura significativa de onda e frequência de ocorrência de onda à partir dos dados do WW3, para o período de inverno, entre os anos 2004 e 2010 no ponto localizado em 35,5° W e 14,35° S. | 179/300 |
| Figura II.5.1.3-87 - Histograma direcional para direção de propagação, altura significativa de onda e frequência de ocorrência à partir dos dados do WW3, para o período de primavera, entre os anos 2004 e 2010 no ponto localizado em 35,5° W e 14,35° S. | 180/300 |
| Figura II.5.1.3-88 - Histograma direcional para direção de propagação, período de pico e frequência de ocorrência à partir dos dados do WW3, para o período de verão, entre os anos 2004 e 2010 no ponto localizado em 35,5° W e 14,35° S. | 181/300 |



| | |
|--|---------|
| Figura II.5.1.3-89 - Histograma direcional para direção de propagação, período de pico e frequência de ocorrência à partir dos dados do WW3, para o período de outono, entre os anos 2004 e 2010 no ponto localizado em 35,5° W e 14,35° S. | 182/300 |
| Figura II.5.1.3-90 - Histograma direcional para direção de propagação, período de pico e frequência de ocorrência à partir dos dados do WW3, para o período de inverno, entre os anos 2004 e 2010 no ponto localizado em 35,5° W e 14,35° S. | 182/300 |
| Figura II.5.1.3-91 - Histograma direcional para direção de propagação, período de pico e frequência de ocorrência à partir dos dados do WW3, para o período de primavera, entre os anos 2004 e 2010 no ponto localizado em 35,5° W e 14,35° S. | 183/300 |
| Figura II.5.1.3-92 - Histograma direcional (para direção de propagação, período de pico e altura significativa) à partir dos dados do WW3, para o período de verão, entre os anos 2004 e 2010 no ponto localizado em 35,5° W e 14,35° S. | 184/300 |
| Figura II.5.1.3-93 - Histograma direcional (para direção de propagação, período de pico e altura significativa) à partir dos dados do WW3, para o período de outono, entre os anos 2004 e 2010 no ponto localizado em 35,5° W e 14,35° S. | 184/300 |
| Figura II.5.1.3-94 - Histograma direcional (para direção de propagação, período de pico e altura significativa) à partir dos dados do WW3, para o período de inverno, entre os anos 2004 e 2010 no ponto localizado em 35,5° W e 14,35° S. | 185/300 |
| Figura II.5.1.3-95 - Histograma direcional (para direção de propagação, período de pico e altura significativa) à partir dos dados do WW3, para o período de primavera, entre os anos 2004 e 2010 no ponto localizado em 35,5° W e 14,35° S. | 185/300 |

| | |
|---|---------|
| Figura II.5.1.3-96 - Diagrama de refração de ondas com períodos de 6,5 segundos e altura de 1,5 m provenientes dos quadrantes SE (A) e S-SE (B) ao longo da costa da Bahia. O retângulo vermelho envolve as Concessões BM-CAL-11 e BM-CAL-12, localizadas entre os municípios de Camamu e Ilhéus. | 187/300 |
| Figura II.5.1.3-97 - Diagrama de refração de ondas com períodos de 5 segundos e altura de 1 m provenientes dos quadrantes NE (A) e E (B) ao longo da costa da Bahia. O retângulo vermelho envolve das Concessões BM-CAL-11 e BM-CAL-12, localizados entre os municípios de Camamu e Ilhéus. | 188/300 |
| Figura II.5.1.3-98 - Localização das estações maregráficas da FEMAR. | 190/300 |
| Figura II.5.1.3-99 - Amplitude (cm) e fase local (°) das principais componentes harmônicas para a estação maregráfica da FEMAR na Barra de Camamu (BA). | 191/300 |
| Figura II.5.1.3-100 - Amplitude (cm) e fase local (°) das principais componentes harmônicas para a estação maregráfica da FEMAR no Porto de Ilhéus – Malhado (BA). | 192/300 |
| Figura II.5.1.3-101 - Amplitude (cm) e fase local (°) das principais componentes harmônicas para a estação maregráfica da FEMAR em Ilhéus (BA). | 193/300 |
| Figura II.5.1.3-102 - Isolinhas de fase e co-amplitude da onda de maré semi-diurna, M2, e os dois pontos anfidrômicos do giro subtropical do Atlântico Sul. | 196/300 |
| Figura II.5.1.3-103 - Mapas cotidais de amplitude (cores – em metros) e fase (isolinhas – em graus) para a componente de maré M2 na região de interesse. | 198/300 |
| Figura II.5.1.3-104 - Mapas cotidais de amplitude (cores – em metros) e fase (isolinhas – em graus) para a componente de maré M2 na região de interesse. | 199/300 |
| Figura II.5.1.3-105 - Variação anual da quantidade de eventos extremos de velocidade da corrente no período de 2004 a 2010, com relação ao primeiro e segundo critério. | 200/300 |



| | |
|---|---------|
| Figura II.5.1.3-106 - Histograma direcional dos eventos extremos de corrente do HYCOM1 selecionados pelo primeiro critério. | 201/300 |
| Figura II.5.1.3-107 - Histograma direcional dos eventos extremos de corrente do HYCOM1 selecionados pelo segundo critério. | 202/300 |
| Figura II.5.1.3-108 - Variação anual da quantidade de eventos extremos de altura significativa de onda no período de 2004 a 2010, com relação ao primeiro e segundo critério. | 203/300 |
| Figura II.5.1.3-109 - Diagrama direcional (direção de propagação, período de pico e altura significativa) dos eventos extremos de onda selecionados pelo primeiro critério. | 204/300 |
| Figura II.5.1.3-110 - Diagrama direcional (direção de propagação, período de pico e altura significativa) dos eventos extremos de onda selecionados pelo segundo critério. | 205/300 |
| Figura II.5.1.4-1 - Logística da coleta de água: A – Rossete Carrossel com Garrafa Go-Flo, B- Lançamento do Rossete Carrossel; C- Disco de secchi; D - Armazenamento da água coletada; E- Freezer para armazenamento a -80°C e F –. Processo de filtração | 211/300 |
| Figura II.5.1.4-2 - Mapa de localização das estações de amostragem avaliadas para a caracterização ambiental das Concessões BM-CAL-11/12, como também em poços situados em outros blocos avaliados na zona costeira e oceânica do litoral sul da Bahia. | 213/300 |
| Figura II.5.1.4-3 - Logística da coleta de sedimento: A – Box-corer, B- Lançamento do Box Corer; C- Recolhimento do Box Corer; D- Área interna de uma amostra válida; E- Extrusor e F – Preservação das amostras em câmara fria. | 218/300 |
| Figura II.5.1.4-4 - Transparência das estações avaliadas na área das Concessões BM-CAL-11/12 em agosto de 2011. | 223/300 |
| Figura II.5.1.4-5 - Valores de oxigênio dissolvido (mg/L) das diferentes massas d'água avaliadas na área das Concessões BM-CAL-11/12 em agosto de 2011. | 225/300 |
| Figura II.5.1.4-6 - Valores de salinidade das diferentes massas d'água avaliadas na área das Concessões BM-CAL-11/12 em agosto de 2011. | 227/300 |

| | |
|--|---------|
| Figura II.5.1.4-7 - Valores de pH das diferentes massas d'água avaliadas na área das Concessões BM-CAL-11/12 em agosto de 2011. | 228/300 |
| Figura II.5.1.4-8 - Valores de sólidos suspensos (mg/L) das diferentes massas d'água avaliadas na área das Concessões BM-CAL-11/12 em agosto de 2011. | 229/300 |
| Figura II.5.1.4-9 - Valores de sólidos totais dissolvidos (mg/L) das diferentes massas d'água avaliadas na área das Concessões BM-CAL-11/12 em agosto de 2011. | 231/300 |
| Figura II.5.1.4-10 - Valores de nitrato (mg/L) das diferentes massas d'água avaliadas na área das Concessões BM-CAL-11/12 em agosto de 2011. | 236/300 |
| Figura II.5.1.4-11 - Valores de fosfato (mg/L) das diferentes massas d'água avaliadas na área das Concessões BM-CAL-11/12 em agosto de 2011. | 237/300 |
| Figura II.5.1.4-12 - Valores de silicatos (mg/L) das diferentes massas d'água avaliadas na área das Concessões BM-CAL-11/12 em agosto de 2011. | 239/300 |
| Figura II.5.1.4-13 - Médias da granulometria nos diferentes estratos avaliados na área das Concessões BM-CAL-11/12 em agosto de 2011. | 244/300 |
| Figura II.5.1.4-14 - Valores de carbonatos (mg/Kg) nos diferentes estratos avaliados na área das Concessões BM-CAL-11/12 em agosto de 2011. | 250/300 |
| Figura II.5.1.4-15 - Valores de carbono orgânico total (mg/Kg) nos diferentes estratos avaliados na área das Concessões BM-CAL-11/12 em agosto de 2011. | 251/300 |
| Figura II.5.1.4-16 - Valores de alumínio total (mg/Kg) avaliados nas 09 estações da área das Concessões BM-CAL-11/12 em agosto de 2011. | 261/300 |
| Figura II.5.1.4-17 - Valores de alumínio parcial (mg/Kg) avaliados nas 09 estações da área das Concessões BM-CAL-11/12 em agosto de 2011. | 261/300 |
| Figura II.5.1.4-18 - Valores de ferro total (mg/Kg) avaliados nas 09 estações da área das Concessões BM-CAL-11/12 em agosto de 2011. | 264/300 |



| | |
|---|---------|
| Figura II.5.1.4-19 - Valores de ferro parcial (mg/Kg) avaliados nas 09 estações da área das Concessões BM-CAL-11/12 em agosto de 2011. | 264/300 |
| Figura II.5.1.4-20 - Valores de bário total (mg/Kg) avaliados nas 9 estações da área das Concessões BM-CAL-11/12 em agosto de 2011. | 267/300 |
| Figura II.5.1.4-21 - Valores de bário parcial (mg/Kg) avaliados nas 09 estações da área das Concessões BM-CAL-11/12 em agosto de 2011. | 267/300 |
| Figura II.5.1.4-22 - Valores de chumbo total (mg/Kg) avaliados nas 09 estações da área das Concessões BM-CAL-11/12 em agosto de 2011. | 270/300 |
| Figura II.5.1.4-23 - Valores de chumbo parcial (mg/Kg) avaliados nas 09 estações da área das Concessões BM-CAL-11/12 em agosto de 2011. | 271/300 |
| Figura II.5.1.4-24 - Valores de cromo total (mg/Kg) avaliados nas 09 estações da área das Concessões BM-CAL-11/12 em agosto de 2011. | 274/300 |
| Figura II.5.1.4-25 - Valores de cromo parcial (mg/Kg) avaliados nas 09 estações da área das Concessões BM-CAL-11/12 em agosto de 2011. | 274/300 |
| Figura II.5.1.4-26 - Valores de cobre total (mg/Kg) avaliados nas 09 estações da área das Concessões BM-CAL-11/12 em agosto de 2011. | 277/300 |
| Figura II.5.1.4-27 - Valores de cobre parcial (mg/Kg) avaliados nas 09 estações da área das Concessões BM-CAL-11/12 em agosto de 2011. | 278/300 |
| Figura II.5.1.4-28 - Valores de zinco total (mg/Kg) avaliados nas 09 estações da área das Concessões BM-CAL-11/12 em agosto de 2011. | 281/300 |
| Figura II.5.1.4-29 - Valores de zinco parcial (mg/Kg) avaliados nas 09 estações da área das Concessões BM-CAL-11/12 em agosto de 2011. | 281/300 |
| Figura II.5.1.4-30 - Valores de níquel total (mg/Kg) avaliados nas 09 estações da área das Concessões BM-CAL-11/12 em agosto de 2011. | 284/300 |
| Figura II.5.1.4-31 - Valores níquel parcial (mg/Kg) avaliados nas 09 estações da área das Concessões BM-CAL-11/12 em agosto de 2011. | 285/300 |
| Figura II.5.1.4-32 - Valores de cádmio total (mg/Kg) avaliados nas 09 estações da área das Concessões BM-CAL-11/12 em agosto de 2011. | 288/300 |
| Figura II.5.1.4-33 - Valores de cádmio parcial (mg/Kg) avaliados nas 09 estações da área das Concessões BM-CAL-11/12 em agosto de 2011. | 288/300 |
| Figura II.5.1.4-34 - Valores de vanádio total (mg/Kg) avaliados nas 09 estações da área das Concessões BM-CAL-11/12 em agosto de 2011. | 293/300 |

| | |
|---|---------|
| Figura II.5.1.4-35 - Valores de vanádio parcial (mg/Kg) avaliados nas 09 estações da área das Concessões BM-CAL-11/12 em agosto de 2011. | 293/300 |
| Figura II.5.1.4-36 - Valores de nitrogênio amoniacal (mg/Kg) avaliados nas 09 estações da área das Concessões BM-CAL-11/12 em agosto de 2011. | 295/300 |
| Figura II.5.1.4-37 - Valores de nitrato (mg/Kg) avaliados nas 09 estações da área das Concessões BM-CAL-11/12 em agosto de 2011. | 295/300 |
| Figura II.5.1.4-38 - Valores de fosfato (mg/Kg) avaliados nas 09 estações da área das Concessões BM-CAL-11/12 em agosto de 2011. | 296/300 |
| Figura II.5.1.4-39 - Razões C:N:P avaliadas nas 09 estações da área das Concessões BM-CAL-11/12 em agosto de 2011. | 298/300 |





II.5.1 - Meio Físico

Este capítulo apresenta o diagnóstico do meio físico para atendimento do item II.5.1.1 do Termo de Referência CGPEG/DILIC/IBAMA nº 02/2011, com parte integrante do Estudo de Impacto Ambiental para Atividade de Perfuração Marítima nas Concessões BM-CAL-11/12 Bacia de Camamu-Almada.

As características meteorológicas (temperatura do ar, precipitação, evaporação, umidade relativa, pressão atmosférica e regime de ventos), geológicas, oceanográficas (temperatura, salinidade, densidade, massas d'água, correntes, ondas e marés) e da qualidade da água e sedimentos da região de estudo são apresentadas e discutidas a partir de informações provenientes de referências bibliográficas e análise de dados disponíveis.

II.5.1.1 - Meteorologia

O presente item apresenta os resultados de uma análise detalhada de diversos parâmetros meteorológicos obtidos a partir de levantamentos de informações pretéritas e de análise de dados disponíveis, visando a caracterização meteorológica da região em estudo com base nos seguintes parâmetros analisados: temperatura do ar, precipitação, evaporação, umidade relativa, pressão atmosférica e regime de ventos. O diagnóstico foi realizado de acordo com as diretrizes estabelecidas no Termo de Referência CGPEG/DILIC/IBAMA nº 02/2011. Os dados utilizados foram os seguintes:

- INMET¹ (estação de Salvador e Ilhéus): temperatura do ar (T_{ar}), precipitação (Ppt), evaporação (Evap), umidade relativa (UR) e pressão atmosférica (Prs);
- GPCP²: precipitação;
- Reanálises do NCEP³: T_{ar} , UR, P e vento a 10 m;
- METAR⁴: vento de Aracaju, Salvador e Ilhéus;

¹ Instituto Nacional de Meteorologia

² Global Precipitation Climatology Project, do Goddard Space Flight Center – NASA (http://precip.gsfc.nasa.gov:80/gpcp_v2_comb_new.html). Último acesso: 08 de agosto de 2011.

³ Dados de Reanálise do National Centers for Environmental Prediction (NCEP) e National Center for Atmospheric Research (NCAR), fornecidos por NOAA/OAR/ESRL PSD, Boulder, Colorado, EUA, a partir do web site <http://www.cdc.noaa.gov/>. Último acesso em 8 de agosto de 2011.

- PETROBRAS: vento coletado na Plataforma PMNT-1 pelo Oceanop (Manati).

A **Tabela II.5.1.1-1** indica a localização e o período de amostragem dos dados utilizados, ilustrados na **Figura II.5.1.1-1**. Os dados foram selecionados de acordo com a proximidade da região de interesse e sua disponibilidade. A descrição e análise destes dados são apresentadas nos subitens seguintes.

Tabela II.5.1.1-1 - Informações dos parâmetros meteorológicos analisados.

| DADO | COORDENADAS | DATUM | PERÍODO |
|--|-------------------|------------------------------|-------------|
| NCEP1 (vento 10 m) | 14,30°S e 37,50°W | Spherical Earth ⁵ | 1961 a 2010 |
| NCEP1 (T _{ar} e Prs) | 14,30°S e 37,50°W | Spherical Earth | 1948 a 2010 |
| NCEP2 (T _{ar} e Prs) | 14,30°S e 39,40°W | Spherical Earth | 2003 e 2004 |
| NCEP3 (UR) | 15,00°S e 37,50°W | Spherical Earth | 1948 a 2010 |
| NCEP4 (vento 10 m) | 12,40°S e 35,60°W | Spherical Earth | 2008 a 2010 |
| GPCP (precipitação) | 13,80°S e 38,80°W | Spherical Earth | 1979 a 2007 |
| INMET Salvador (T _{ar} , Ppt, Evap, UR e Prs) | 10,95°S e 37,05°W | WGS84 | 1961 a 1990 |
| INMET Ilhéus (T _{ar} , UR e pressão) | 10,95°S e 37,05°W | WGS84 | 2003 a 2010 |
| PETROBRAS/Manati (vento 10 m) | 13,47°S e 38,82°W | WGS84 | 2008 a 2010 |
| METAR Aracaju (vento 10 m) | 10°59'S e 37°04'W | WGS84 | 2008 a 2010 |
| METAR Ilhéus (vento 10 m) | 14°49'S e 39°02'W | WGS84 | 2008 a 2010 |
| METAR Salvador (vento 10 m) | 12°54'S e 38°19'W | WGS84 | 2008 a 2010 |

⁴ METeorological Aerodrome Report. Obtido a partir do web site <http://www.redemet.aer.mil.br/>. Último acesso em 08 de agosto de 2011.

⁵ O NCEP utiliza um geóide denominado "Spherical Earth" (comunicação pessoal: ESRL/PSD Data Management <esrl.psd.data@noaa.gov>). Este possui valores diferentes para os parâmetros semieixo maior e achatamento, quando comparado com os do WGS 84.

Spherical earth: semieixo maior = 6.371.200 m e achatamento = 0;

WGS 84: semieixo maior = 6.378.137 m e achatamento = 1/298,257223563.

Esta aproximação da forma da Terra a uma esfera (i.e. com semieixos iguais) é geralmente utilizada para a simplificação das transformações de coordenadas.

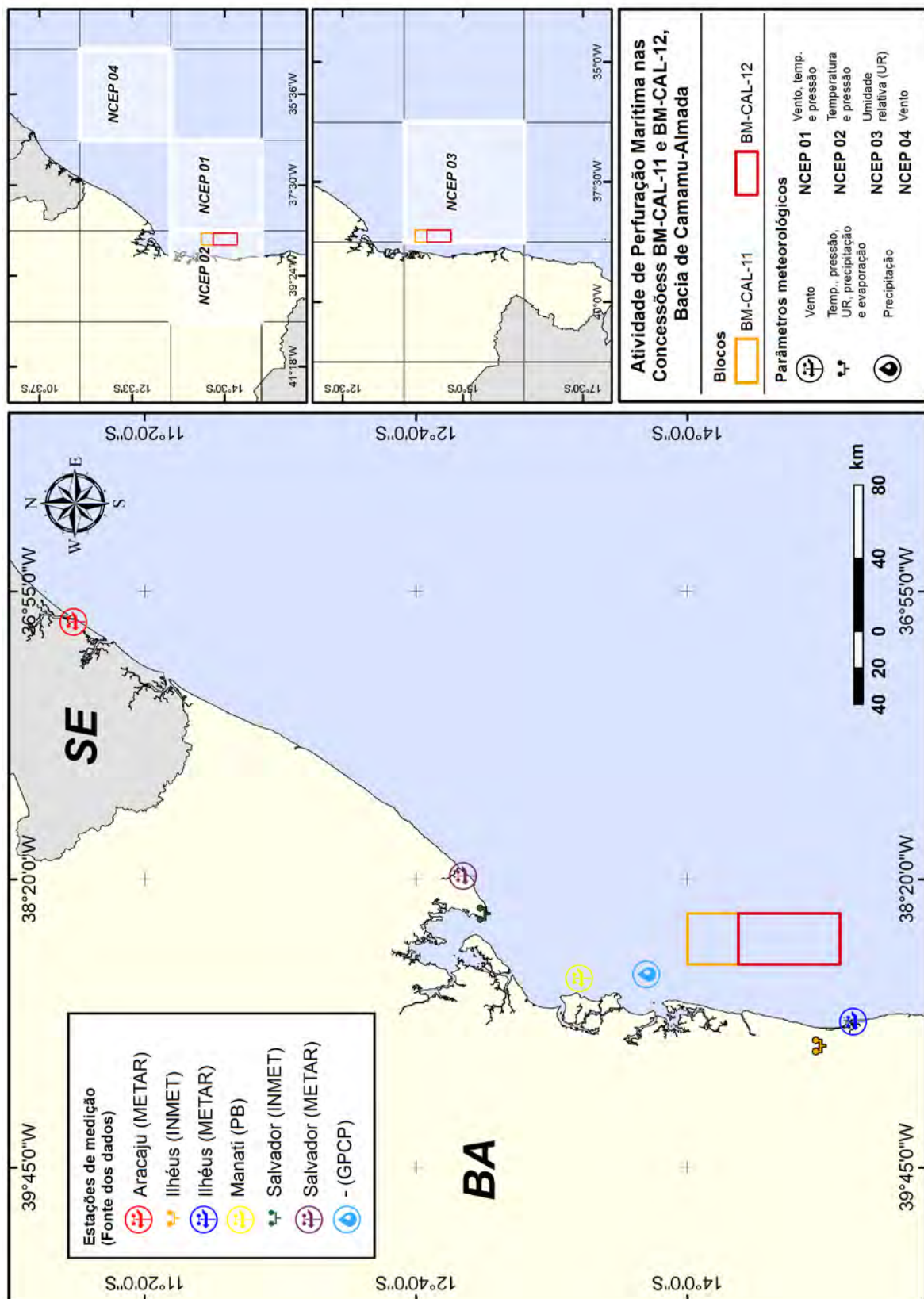


Figura II.5.1.1-1 - Localização dos parâmetros meteorológicos analisados.

Temperatura do Ar

A **Figura II.5.1.1-2** e a **Figura II.5.1.1-3** apresentam mapas das climatologias de temperatura do ar baseada nos dados de reanálise do NCEP para o verão (dezembro-janeiro-fevereiro) e para o inverno (junho-julho-agosto) no período de 1948 a 2010. Nota-se nas duas estações que a temperatura do ar é mais elevada sobre o oceano, onde há influência da Bifurcação da Corrente Equatorial. A temperatura média do ar ao longo da costa da Bahia é superior a 25 °C no verão e entre 22 e 23 °C no inverno.

A **Figura II.5.1.1-4** apresenta a climatologia da temperatura média, máxima e mínima mensal, para a estação do INMET/Salvador no período de 1961 a 1990. Observa-se que os meses de janeiro a abril são os mais quentes (médias em torno de 24 °C), enquanto que julho e agosto são os meses mais frios (médias em torno de 21,5 °C). Esse padrão segue a sazonalidade da radiação solar e apresenta variação pouco pronunciada ao longo do ano por se tratar de uma região de latitudes baixas. A **Figura II.5.1.1-5** apresenta a temperatura média mensal para os dados da estação do INMET/Ilhéus no período de 2003 a 2010. O período mais quente ocorre de janeiro a março, com médias em torno de 25°C, e o período mais frio ocorre em julho e agosto, com médias em torno de 21 °C.

A **Figura II.5.1.1-6** apresenta a climatologia para o período de 1948 a 2010 da temperatura do ar média, máxima e mínima mensal dos dados de reanálise do NCEP, para a região oceânica representativa da costa da Bahia (NCEP1). O ciclo sazonal apresenta variabilidade semelhante à observada em Salvador e Ilhéus, porém com temperaturas um pouco mais elevadas (devido à influência da Corrente do Brasil), atingindo valores superiores a 28 °C no verão e em torno de 24 °C no inverno. A porção mais continental apresenta temperaturas mais amenas e coerentes com os valores observados em Salvador e Ilhéus (**Figura II.5.1.1-7**). É importante ressaltar que os dados de reanálise do NCEP possuem baixa resolução espacial, portanto, representam uma média sobre uma grande área e não são capazes de reproduzir as características locais das regiões analisadas. Estes dados são úteis para determinação de climas regionais, mas é necessário

ter cautela ao compará-los com dados medidos em superfície, que sofrem forte influência de características locais (brisa, relevo, tipo da superfície, etc.).

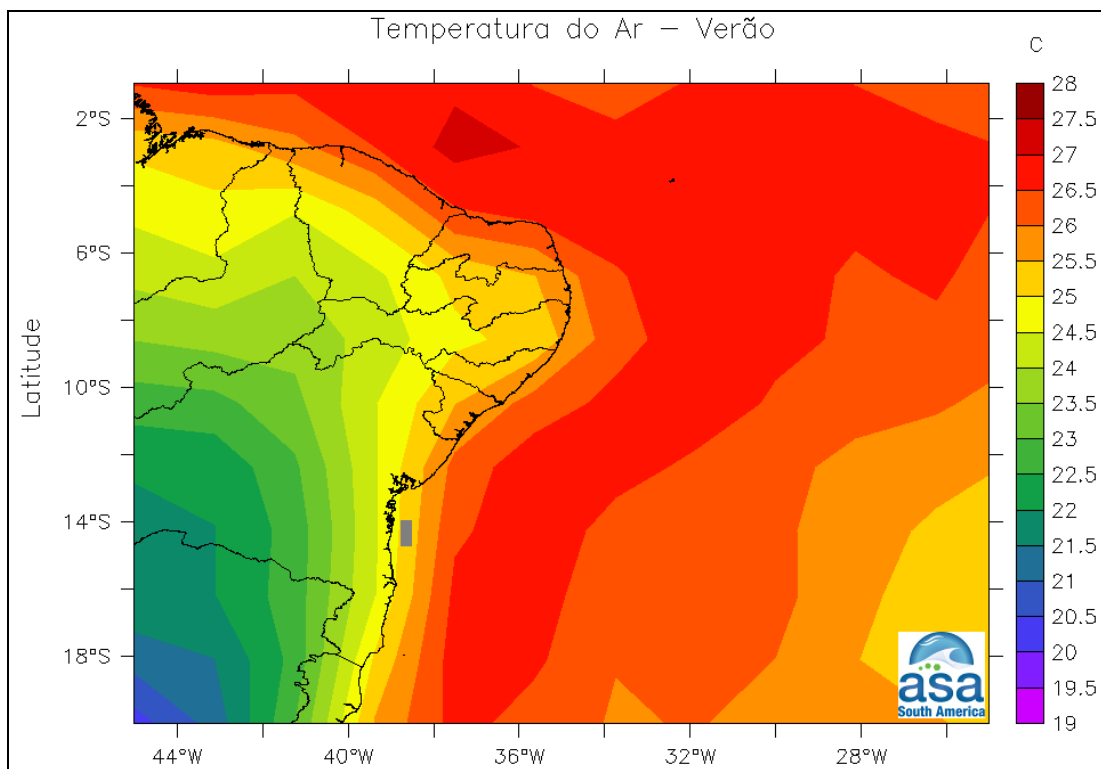


Figura II.5.1.1-2 - Climatologia de verão (dezembro-janeiro-fevereiro) da temperatura do ar (NCEP) para o período de 1948 a 2010. A localização dos blocos é apresentada em cinza.

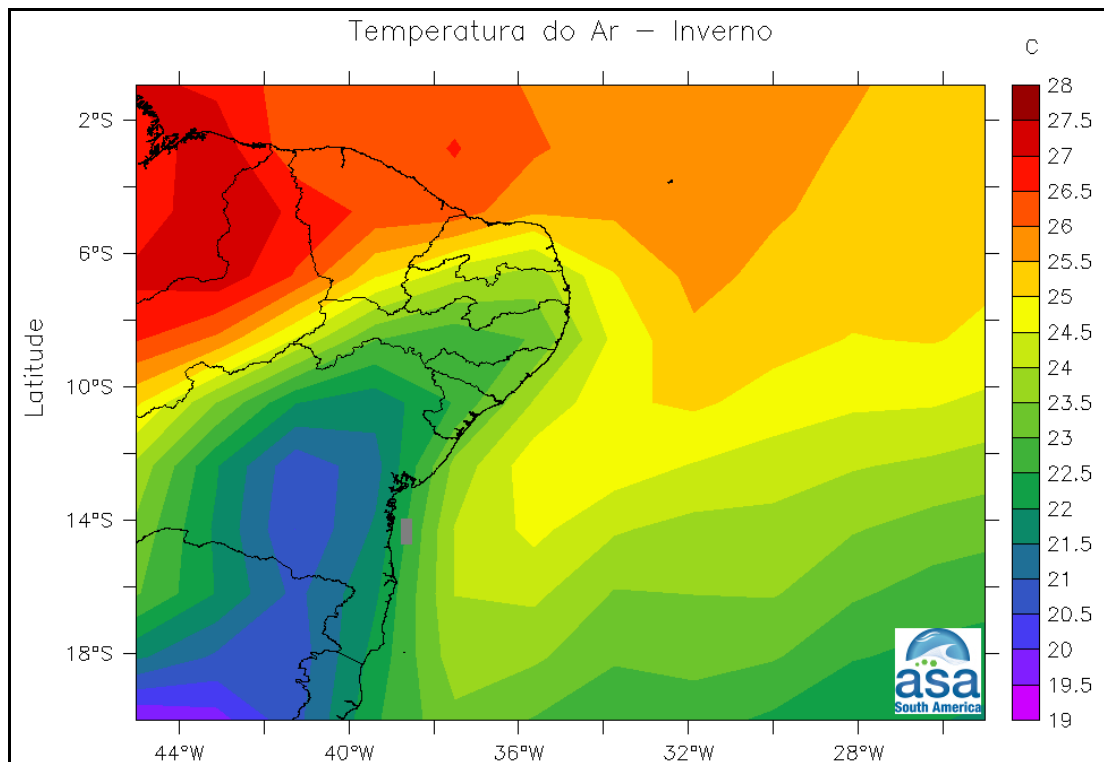


Figura II.5.1.1-3 - Climatologia de inverno (junho-julho-agosto) da temperatura do ar (NCEP) para o período de 1948 a 2010. A localização dos blocos é apresentada em cinza.

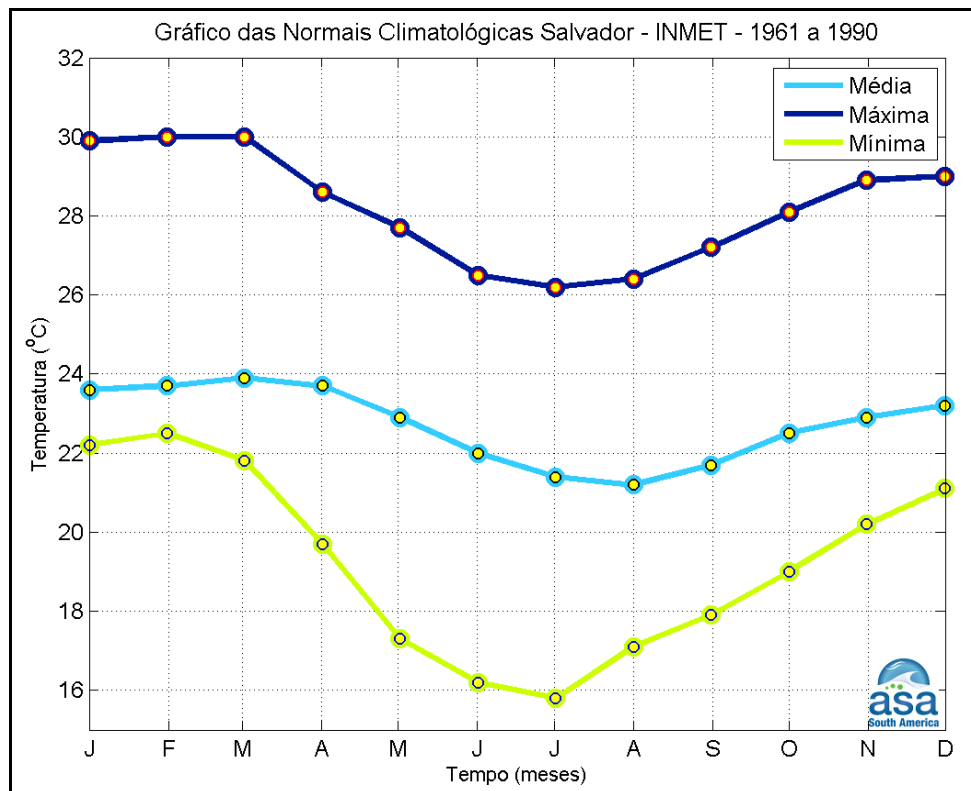


Figura II.5.1.1-4 - Climatologia da temperatura média, máxima e mínima mensal (1961 a 1990) para Salvador, de acordo com dados do INMET.

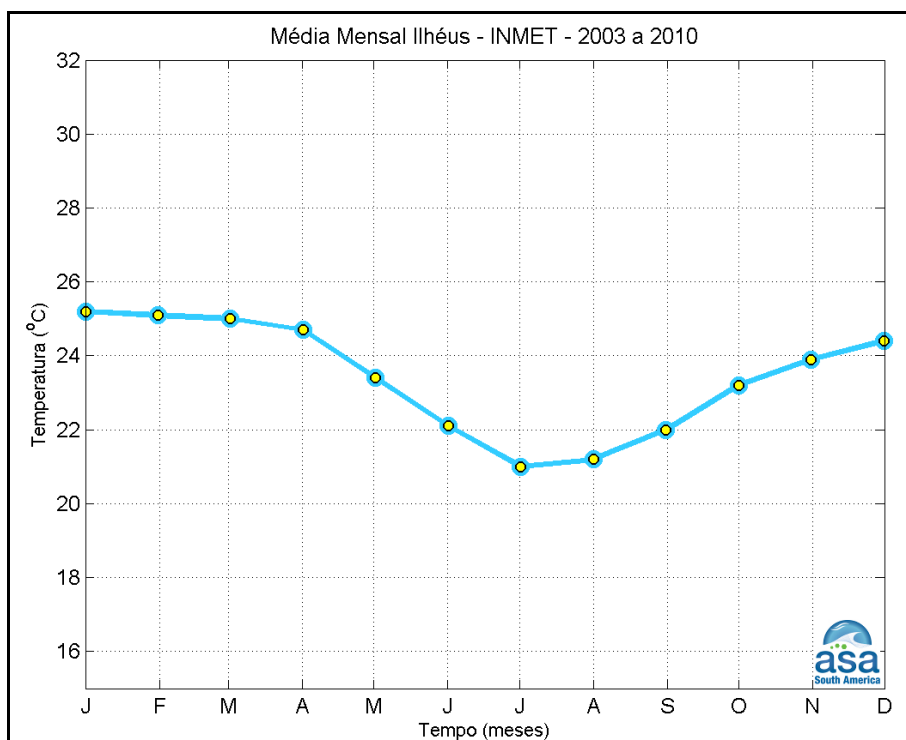


Figura II.5.1.1-5 - Climatologia da temperatura média mensal (2003 a 2010) para Ilhéus, de acordo com dados do INMET.

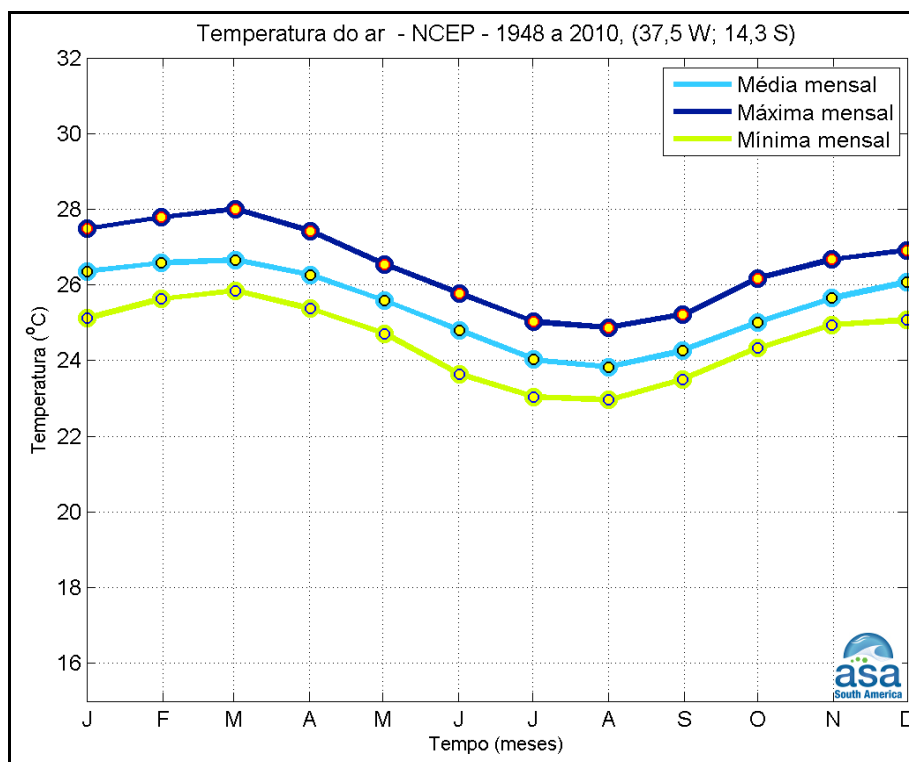


Figura II.5.1.1-6 - Climatologia da temperatura média, mínima e máxima mensal (1948 a 2010) para os dados de reanálise do NCEP (NCEP1).

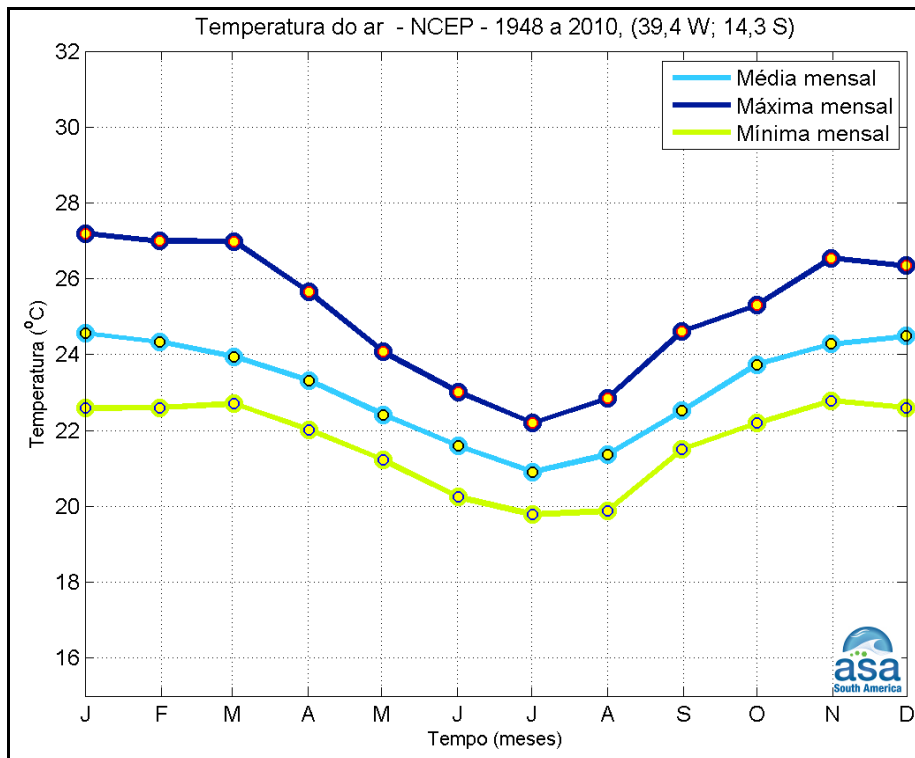


Figura II.5.1.1-7 - Climatologia da temperatura média, mínima e máxima mensal (1948 a 2010) para os dados de reanálise do NCEP (NCEP2).

Precipitação

A **Figura II.5.1.1-8** e a **Figura II.5.1.1-9** apresentam mapas das climatologias de precipitação baseadas nos dados do GPCP para o verão (dezembro-janeiro-fevereiro) e para o inverno (junho-julho-agosto) no período de 1979 a 2007. A principal característica observada sobre o verão no NE do Brasil é um núcleo de precipitação máxima na porção norte da região, associada à atuação da Zona de Convergência Intertropical (ZCIT). A ZCIT pode ser definida como um cinturão de baixa pressão ao longo dos trópicos, resultado do aquecimento solar da superfície da Terra. Esta região de convergência é caracterizada por movimentos ascendentes, baixas pressões, uma banda de nebulosidade e chuvas que se movem no sentido leste-oeste (HASTENRATH, 1991). No Atlântico tropical a ZCIT está associada à convergência dos ventos alísios de NE oriundos do sistema Alta Pressão Subtropical do Atlântico Norte (ASAN), e dos ventos Alísios de sudeste, provenientes da Alta Subtropical do Atlântico Sul (ASAS). No

Atlântico Equatorial a ZCIT atinge sua posição mais ao sul durante março-abril, em torno de 2°S, mas em anos chuvosos pode atingir até 5°S próximo à costa do NE do Brasil (CAVALCANTI et al., 2009).

No período de inverno verifica-se um núcleo de precipitação máxima na faixa leste do NE do Brasil, que pode ser justificado pela propagação de aglomerados de nuvens para oeste (distúrbios de leste) e pelos remanescentes de sistemas frontais que se deslocam sobre a região e podem atingir latitudes equatoriais, principalmente durante esse período (CAVALCANTI et al., 2009). MOLION & BERNARDO (2002) sugeriram que esse máximo pode estar associado à máxima convergência dos alísios com a brisa terrestre.

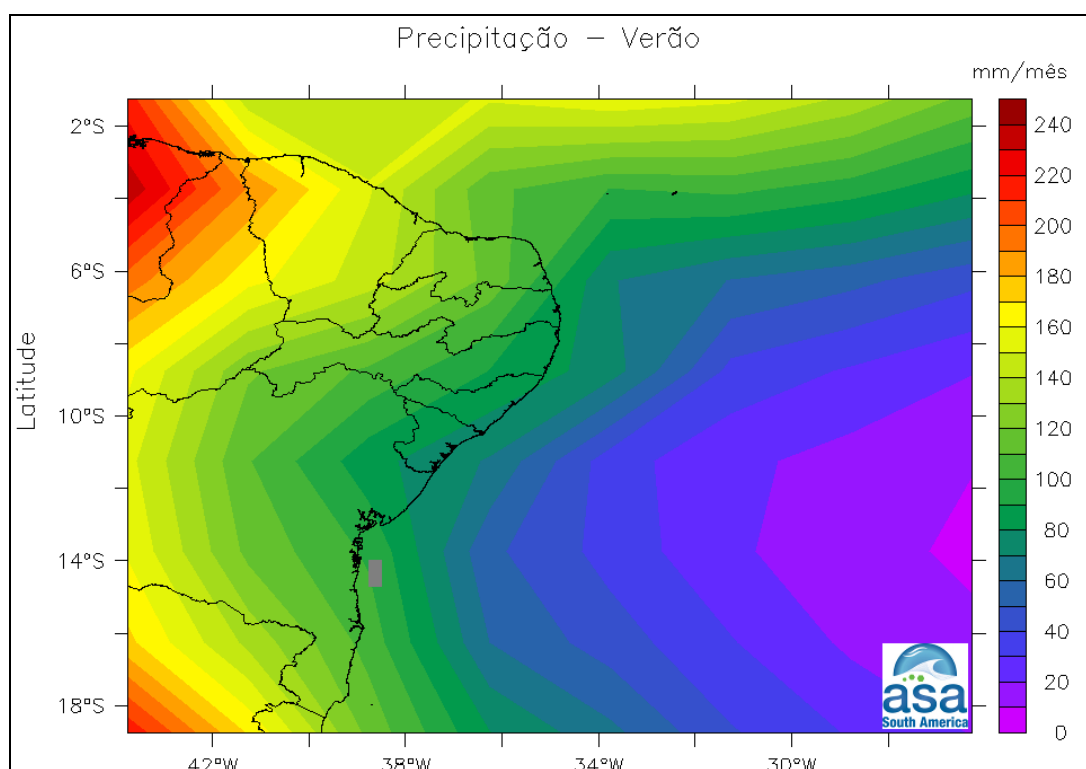


Figura II.5.1.1-8 - Climatologia de verão (dezembro-janeiro-fevereiro) da precipitação (GPCP) para o período de 1979 a 2007. A localização dos blocos é apresentada em cinza.

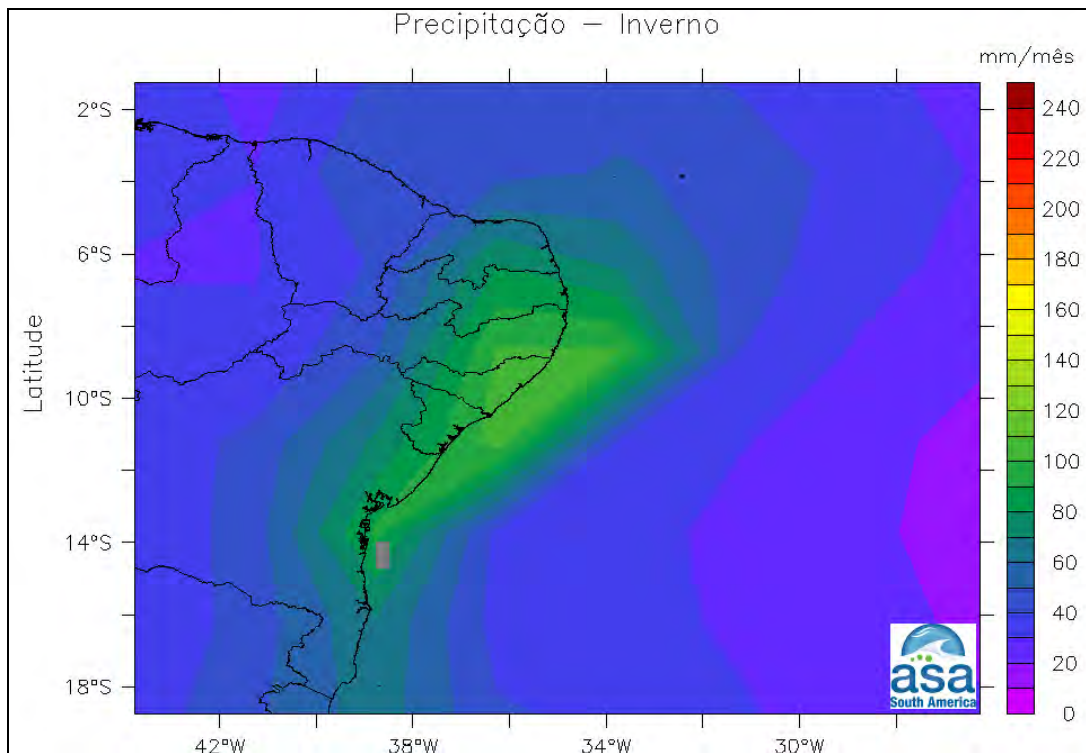


Figura II.5.1.1-9 - Climatologia de inverno (junho-julho-agosto) da precipitação (GPCP) para o período de 1979 a 2007. A localização dos blocos é apresentada em cinza.

A **Figura II.5.1.1-10** apresenta a climatologia da precipitação mensal de acordo com dados medidos na estação do INMET em Salvador, no período de 1961 a 1990. Observa-se que abril, maio e junho são os meses mais chuvosos (com médias acima de 300 mm/mês), enquanto que o período de agosto a outubro é o mais seco (com médias inferiores 130 mm/mês).

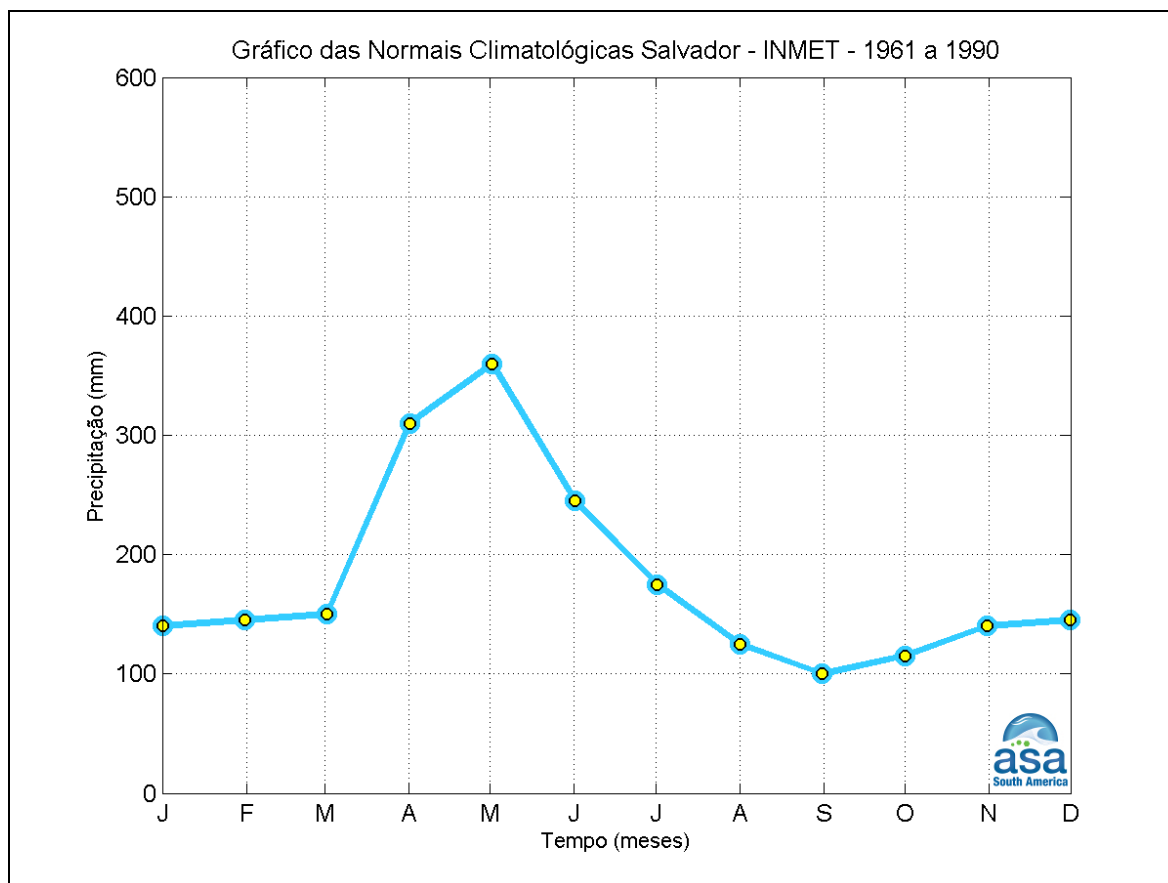


Figura II.5.1.1-10 - Climatologia da precipitação média mensal (1961 a 1990) para Salvador, de acordo com dados do INMET.

A **Figura II.5.1.1-11** apresenta a climatologia mensal para o período de 1979 a 2007 da precipitação média, máxima e mínima, de acordo com dados do GPCP. O comportamento observado é semelhante à climatologia do INMET, com os maiores valores de precipitação ocorrendo no outono e os menores na primavera, porém com menor amplitude. Essa diferença pode ser justificada pela resolução dos dados de precipitação do GPCP, que representam a média de uma área de $2,5^{\circ} \times 2,5^{\circ}$.

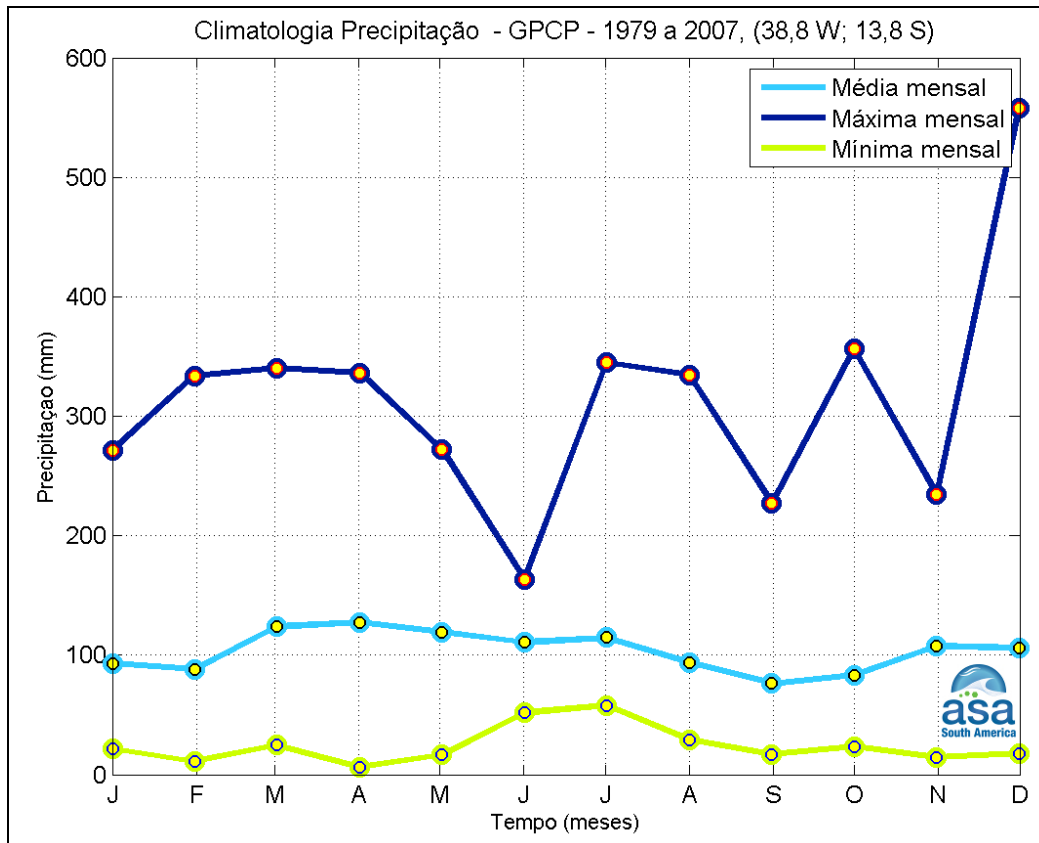


Figura II.5.1.1-11 - Climatologia da precipitação média, mínima e máxima mensal (1979 a 2007) para os dados do GPCP.

As análises mostram o máximo de precipitação entre o outono e o início do inverno. Esse máximo pode ser justificado por perturbações costeiras associadas à brisa marítima e pela propagação de distúrbios de leste (MOLION & BERNARDO, 2002). Os distúrbios de leste que ocorrem neste período podem estar associados a Complexos Convectivos originários na África, ao posicionamento da ZCIT mais ao sul (no outono) e ao descolamento de sistemas frontais no Atlântico Sul (principalmente no inverno). Segundo CAVALCANTI *et al.* (2009), na costa leste do Nordeste o escoamento médio e a brisa terra-mar ocasionam um máximo noturno ao longo da costa e um máximo diurno até 300 km para o interior do continente. As máximas precipitações anuais (superiores a 1.500 mm), verificadas no setor leste do NE do Brasil, concentram-se na região litorânea, em consequência de brisas que advectam nebulosidade, provocando concentração de chuvas nessa área.

Evaporação

A **Figura II.5.1.1-12** apresenta a climatologia da evaporação média mensal de acordo com dados medidos na estação do INMET em Salvador no período de 1961 a 1990. Observa-se que janeiro é o mês em que ocorre maior evaporação (com médias acima de 90 mm/mês), enquanto nos meses de abril e maio verificam-se os menores valores evaporação (com médias inferiores a 75 mm/mês). A evaporação é elevada durante todo ano, devido à proximidade do oceano (disponibilidade de água), elevadas temperaturas da região tropical e presença constante dos ventos alísios. Os dados do NCEP não apresentam uma boa representação desta variável, portanto, não foram apresentados.

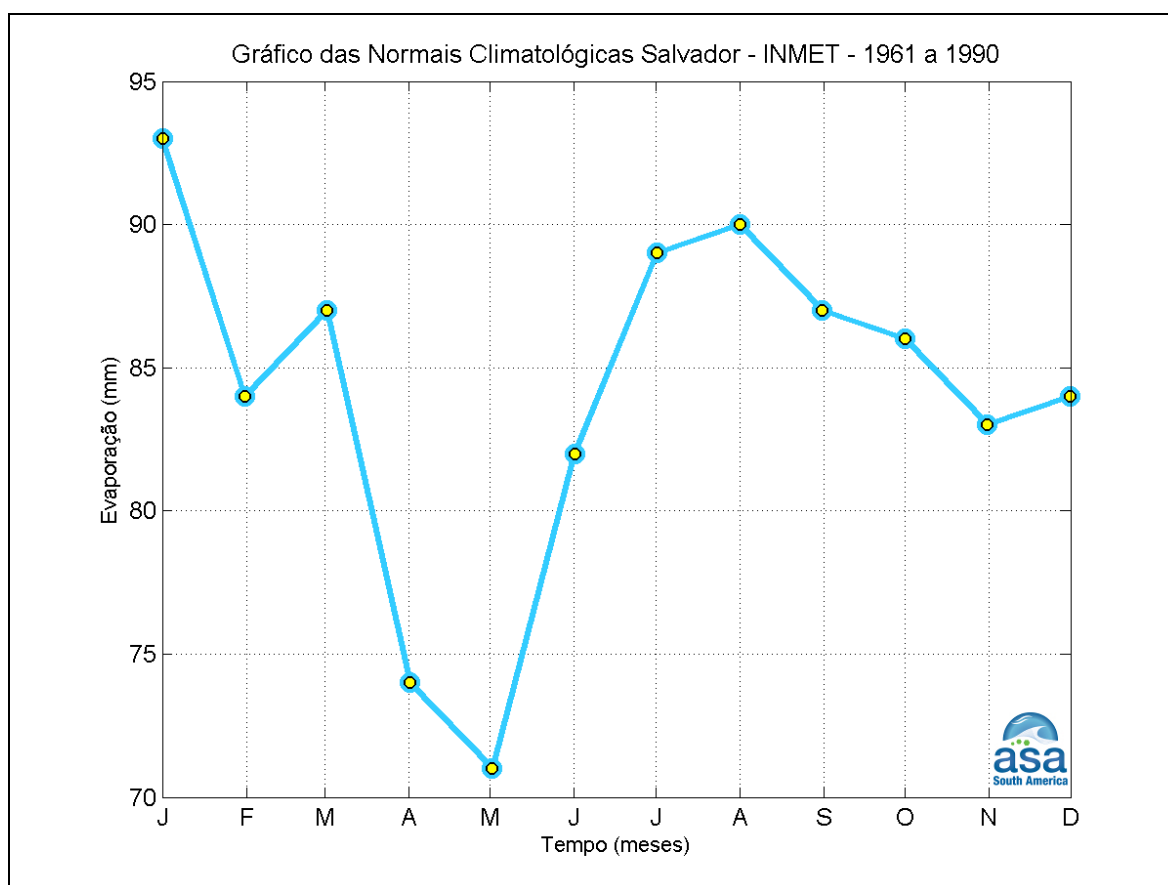


Figura II.5.1.1-12 - Climatologia da evaporação média mensal (1961 a 1990) para Salvador, de acordo com o INMET.

Umidade Relativa

A **Figura II.5.1.1-13** apresenta a climatologia da umidade relativa média mensal de acordo com dados medidos na estação do INMET em Salvador no período de 1961 a 1990. Observa-se que, neste local, os valores de umidade relativa variam pouco, entre 79 e 83%, atingindo o máximo em maio. Os dados de Ilhéus também indicam pequena variação anual desta variável (**Figura II.5.1.1-14**), com valores ligeiramente superiores e máximo ocorrendo no mês de junho.

Os dados de reanálise do NCEP (NCEP3) indicam valores médios mensais para a umidade relativa entre 82 e 85% (**Figura II.5.1.1-15**), com valores máximos em abril e maio.

Em ambos os conjuntos de dados verificam-se elevados valores de umidade do ar ao longo do ano todo, com os máximos ocorrendo nos meses mais chuvosos.

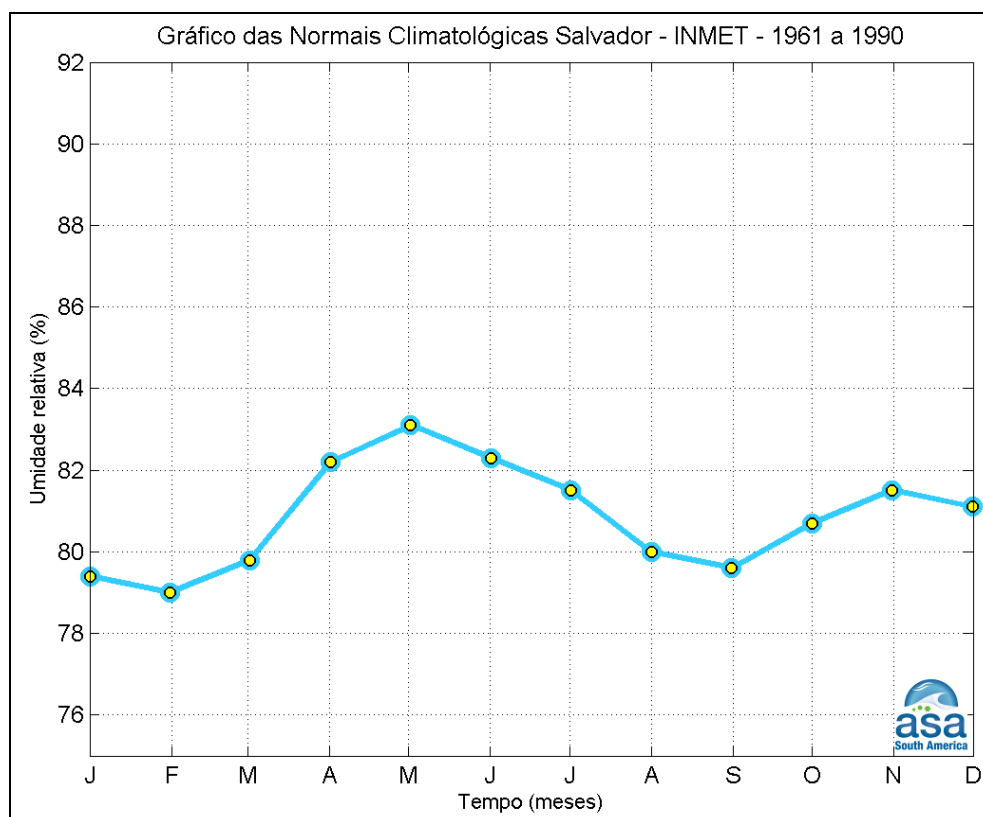


Figura II.5.1.1-13 - Climatologia da média mensal para umidade relativa do ar (1961 a 1990) em Salvador, de acordo com o INMET.

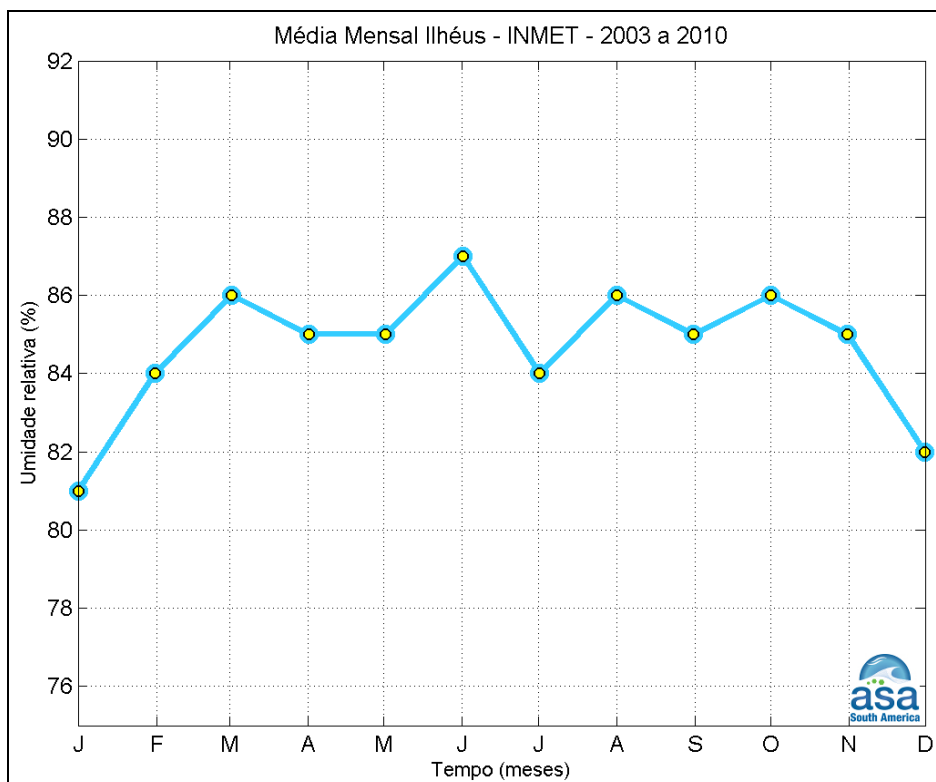


Figura II.5.1.1-14 - Climatologia da média mensal para umidade relativa do ar (2003 a 2010) em Ilhéus, de acordo com o INMET.

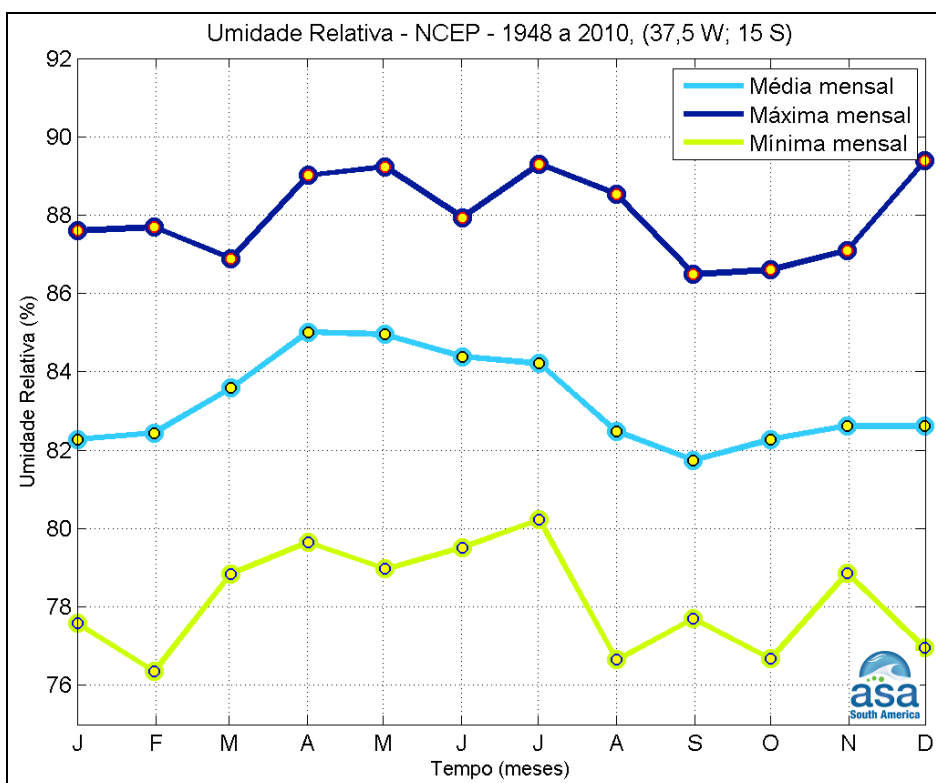


Figura II.5.1.1-15 - Climatologia da média mensal para umidade relativa do ar (1948 a 2010) para os dados de reanálise do NCEP (NCEP3).

Pressão Atmosférica

A **Figura II.5.1.1-16** apresenta a climatologia da pressão atmosférica média mensal em Salvador, de acordo com dados do INMET no período de 1961 a 1990. Observa-se que os valores variam entre aproximadamente 1006 e 1012 hPa, atingindo o máximo no inverno (julho e agosto). Os dados de Ilhéus apresentam comportamento bastante similar, com valores ligeiramente inferiores (**Figura II.5.1.1-17**).

A climatologia para o período de 1948 a 2010 da pressão atmosférica para os dados de reanálise do NCEP representativos das porções oceânica e continental (NCEP1 e NCEP2, respectivamente) também apresentam valores máximos durante o inverno e mínimos durante o verão (**Figura II.5.1.1-18** e **Figura II.5.1.1-19**). Esse padrão é coerente com a variação da temperatura, uma vez que seu aumento implica em uma redução da densidade e conseqüente redução da pressão durante o verão (com situação oposta ocorrendo durante o inverno).

Uma importante característica da região Nordeste do Brasil é a influência da ASAS e da ASAN, sistemas semipermanentes de alta pressão atmosférica induzidos pela circulação global (célula de Hadley). A ASAS intensifica-se com certa regularidade e avança sobre o país de leste para oeste, começando no final do verão do Hemisfério Sul, atingindo sua máxima intensidade em julho e declinando até janeiro (CAVALCANTI *et al.*, 2009). A ASAN apresenta um comportamento mais irregular, sendo intensa em julho, enfraquecendo-se até novembro, reintensificando até fevereiro, decrescendo até abril e se intensificando novamente até julho. Entre os dois sistemas de alta pressão encontra-se o cavado equatorial, região de baixas pressões. No eixo do cavado equatorial está a ZCIT, cujas variações em posição e intensidade estão diretamente relacionadas às variações nas posições e intensidades da ASAS e da ASAN (CAVALCANTI *et al.*, *op. cit.*).

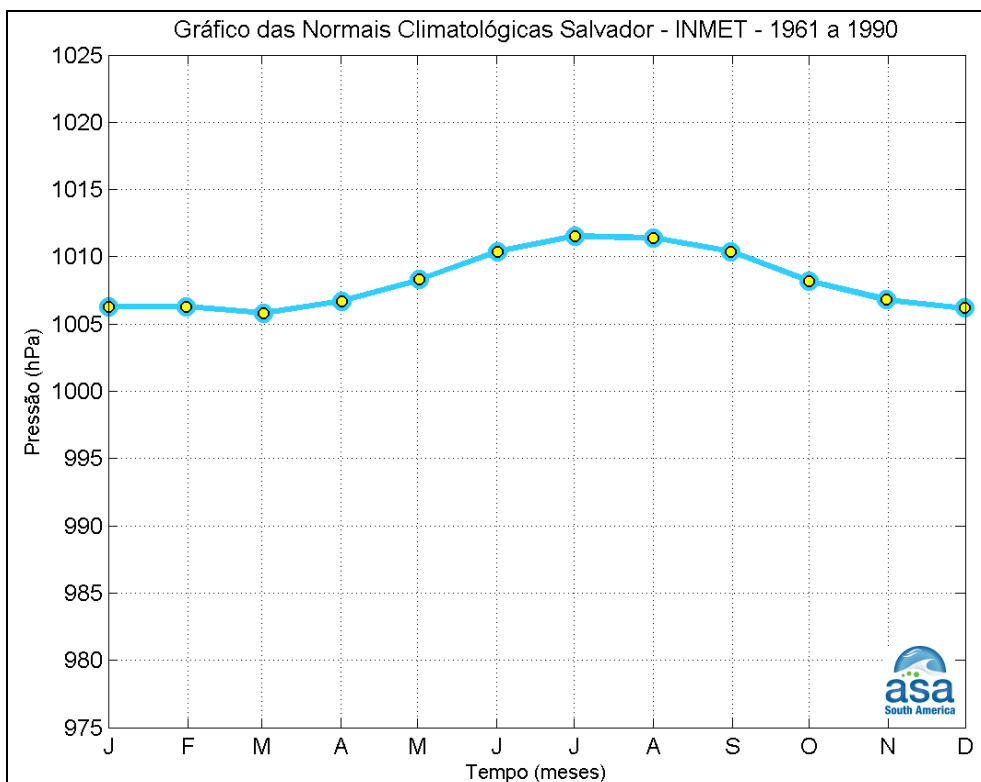


Figura II.5.1.1-16 - Climatologia da média mensal para pressão atmosférica (1961 a 1990) em Salvador, de acordo com o INMET.

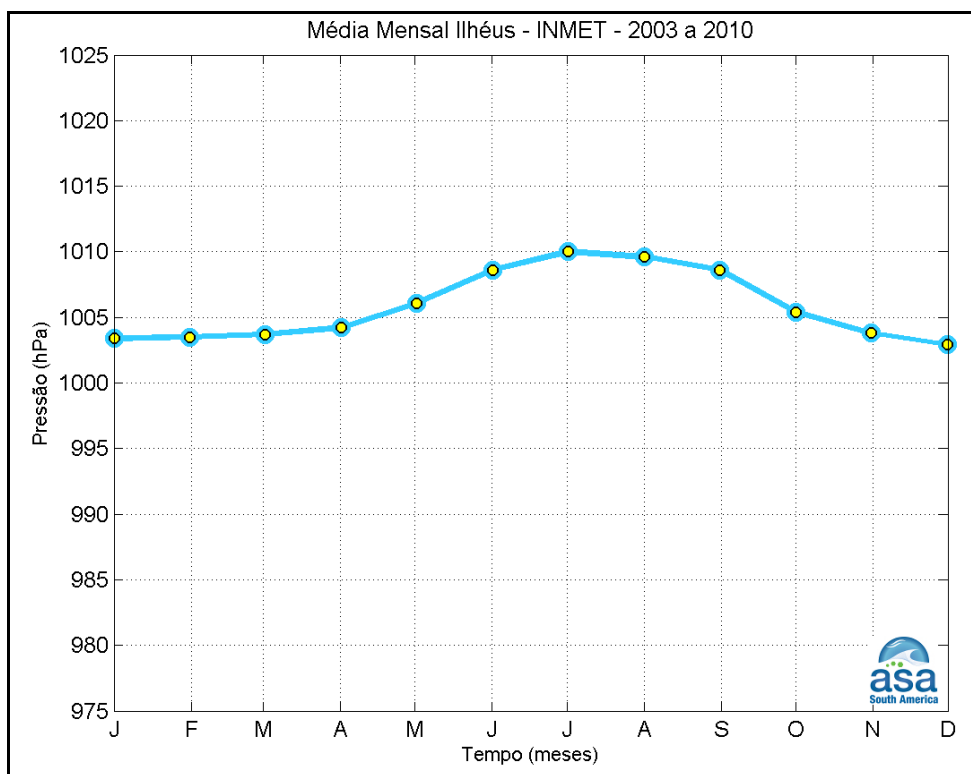


Figura II.5.1.1-17 - Climatologia da média mensal para pressão atmosférica (2003 a 2010) em Ilhéus, de acordo com o INMET.

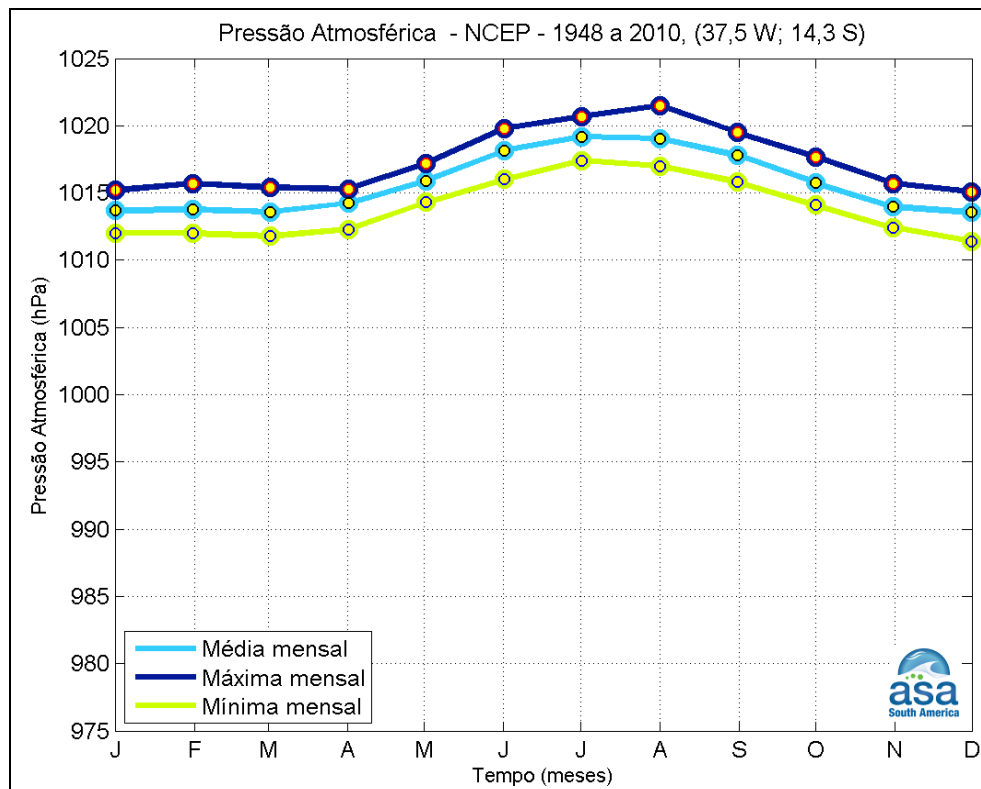


Figura II.5.1.1-18 - Climatologia da média mensal para pressão atmosférica (1948 a 2010) para os dados do NCEP (NCEP1).

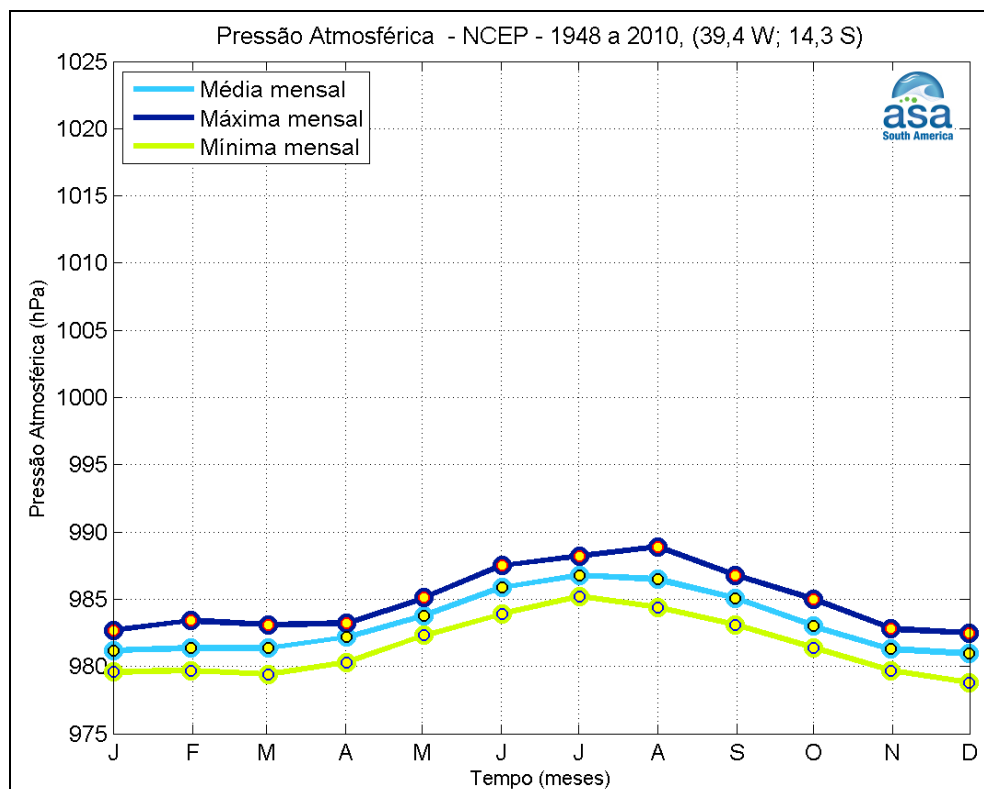


Figura II.5.1.1-19 - Climatologia da média mensal para pressão atmosférica (1948 a 2010) para os dados do NCEP (NCEP2).

Regime de Ventos

A região NE do Brasil encontra-se na região tropical, sendo influenciada pelo escoamento de leste, ventos alísios, presente na região. Os principais sistemas de grande escala que interferem na circulação do Atlântico tropical é a ASAS, a ASAN e a ZCIT. Os ventos de baixos níveis associados aos sistemas de alta pressão são os alísios de SE, na borda norte da ASAS, e os alísios de NE, na borda sul do ASAN (CAVALCANTI *et al.*, 2009). Assim, a ZCIT no Atlântico está na região de convergência dos alísios de NE e de SE, apresentando movimentos ascendentes, baixas pressões, nebulosidade e chuvas abundantes.

A **Figura II.5.1.1-20** e a **Figura II.5.1.1-21** apresentam o comportamento sazonal da circulação atmosférica na América do Sul, obtida através da média de 50 anos (1961-2010) dos dados de vento a 10 m da reanálise do NCEP. Observa-se a mudança de posicionamento sazonal da ZCIT, que se encontra mais ao sul em janeiro. Outra diferença poder ser observada no comportamento da ASAS, que se desloca ligeiramente para sudoeste e está melhor configurada no verão (BASTOS & FERREIRA, 2000).

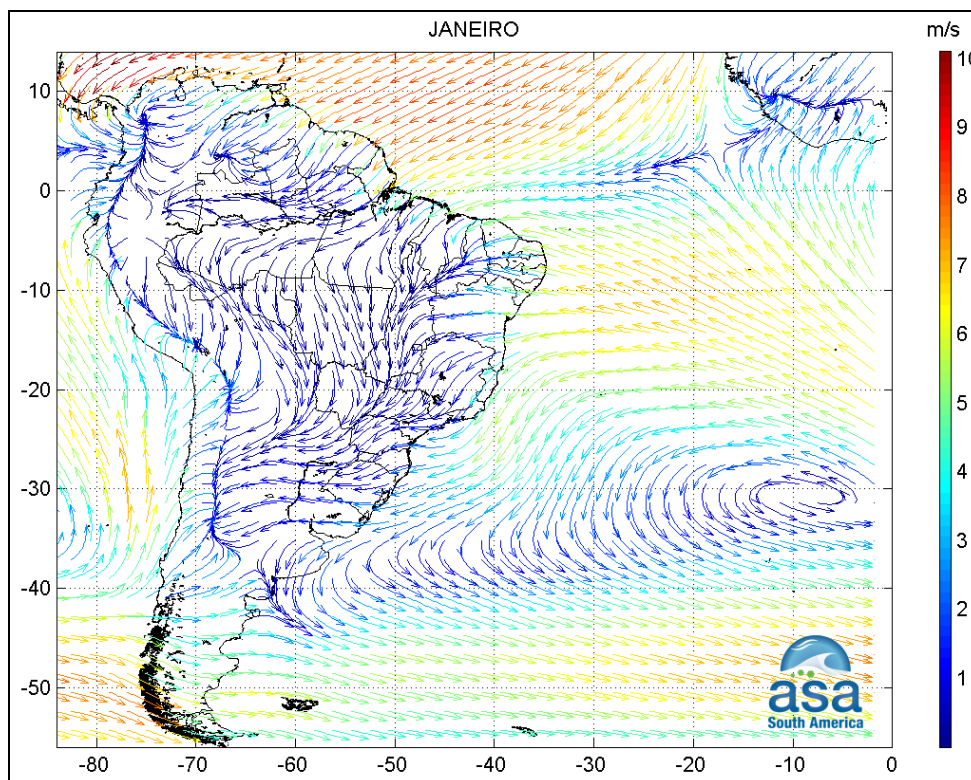


Figura II.5.1.1-20 - Médias de 50 anos (1961 - 2010) do vento NCEP a 10 m no período de verão (janeiro).

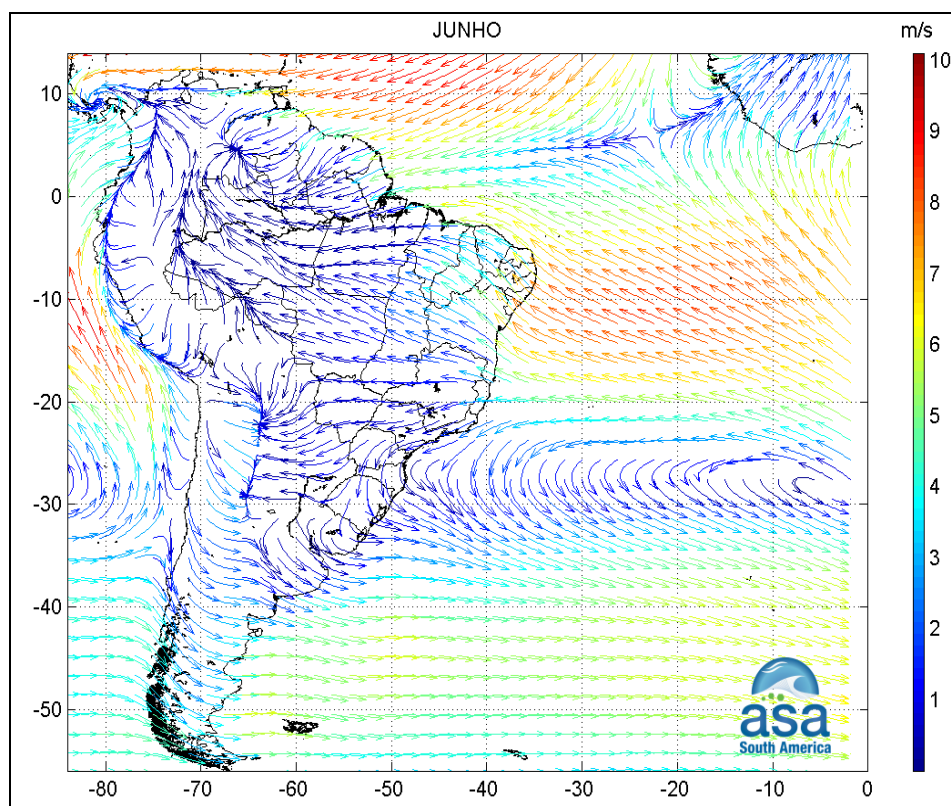


Figura II.5.1.1-21 - Médias de 50 anos (1961 - 2010) do vento NCEP a 10 m no período de inverno (junho).

Os sistemas frontais atuam durante o ano todo sobre todo o Atlântico Sul, com frequências maiores nas latitudes mais altas e menores nas latitudes mais baixas (ANDRADE, 2005). Sobre o nordeste, as frentes não apresentam grande contraste de temperatura, mas podem ficar ativas devido ao contraste de umidade. Os trabalhos de ANDRADE (op. cit.) e LEMOS & CALBETE (1996) apresentam climatologias da quantidade de sistemas frontais e nos meses de inverno, no máximo 4 sistemas frontais atingem o sul da Bahia.

A **Tabela II.5.1.1- 2** apresenta uma estatística dos sistemas frontais que atingem o litoral da Bahia (Ilhéus), baseado em informações dos Boletins Climanálise⁶ do CPTEC/INPE, para o período de 1996 a 2010. Nota-se uma média de 10 sistemas frontais que atingem a região de interesse por ano, com a ocorrência variando entre 1 e 20 sistemas frontais.

Tabela II.5.1.1- 2 - Estatística de sistemas frontais que atingem o litoral da Bahia (Ilhéus), baseados nos Boletins Climanálise do CPTEC/INPE⁷.

| | Jan | Fev | Mar | Abr | Mai | Jun | Jul | Ago | Set | Out | Nov | Dez |
|------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 1996 | 0 | 0 | 0 | - | 1 | - | - | 2 | 0 | 2 | 1 | 1 |
| 1997 | 0 | 0 | - | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 2 | 3 | 1 | 0 |
| 1998 | 0 | 0 | 2 | 2 | 3 | 0 | 1 | 0 | 2 | 2 | 4 | 0 |
| 1999 | 0 | 0 | 1 | 2 | 4 | 1 | 1 | 2 | 1 | 4 | 2 | 2 |
| 2000 | 1 | 1 | 1 | 3 | 4 | 3 | 1 | 2 | 2 | 0 | 1 | 0 |
| 2001 | 0 | 0 | 0 | 1 | 2 | 2 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 |
| 2002 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 2 | 1 |
| 2003 | 0 | 0 | 1 | 0 | 2 | 2 | 0 | 1 | 2 | 2 | 1 | 0 |
| 2004 | 1 | 0 | 1 | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 1 | 3 | 2 | 1 |
| 2005 | 1 | 2 | 0 | 1 | 2 | 1 | 2 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 2006 | 0 | 0 | 0 | 2 | 3 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 |
| 2007 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 2008 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 |
| 2009 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 2010 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 |

Apesar da passagem de sistemas frontais pela região ser significativa, a influência desses sistemas no campo de vento próximo a superfície não é tão clara, como na região Sudeste do Brasil, uma vez que o vento predominante na

⁶ <http://clima1.cptec.inpe.br/>. Último acesso em 08 de agosto de 2011.

⁷ Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos/Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
<http://www.cptec.inpe.br/>

região NE já é proveniente de E/SE. Portanto, a análise de extremos foi baseada no critério “valores máximos de velocidade do vento”, pois foi o método considerado mais relevante para melhor compreender o clima da região.

A seguir, são apresentadas análises estatísticas do vento em região próxima à área em estudo. Para a análise da série histórica foram utilizados 50 anos (1961 a 2010) de dados do vento da reanálise do NCEP obtidos a 10 m de altura para o ponto mais próximo da região de estudo (NCEP1). Com relação aos dados medidos foram utilizados dados coletados na Plataforma PMNT-1 pelo Oceanop, de 2008 a 2010 (Manati). Para complementar a caracterização do vento na região costeira foram analisados dados de METAR de Aracaju, Salvador e Ilhéus também para o período de 2008 a 2010. As informações desses dados encontram-se na **Tabela II.5.1.1-1**.

A **Figura II.5.1.1-22** apresenta os histogramas direcionais sazonais dos dados de vento do NCEP1 para o período de 1961 a 2010. A direção apresentada refere-se ao norte geográfico e segue a convenção meteorológica. A intensidade é apresentada em m/s e a escala de cores representa a porcentagem de observações (Perc. Obs.). O vento na região é predominante de E durante todo ano, devido à influência dos alísios e da borda norte da ASAS. Durante os períodos de primavera e verão os ventos mais frequentes são de E/ENE, enquanto no outono e inverno os ventos mais frequentes são de ESE/SE.

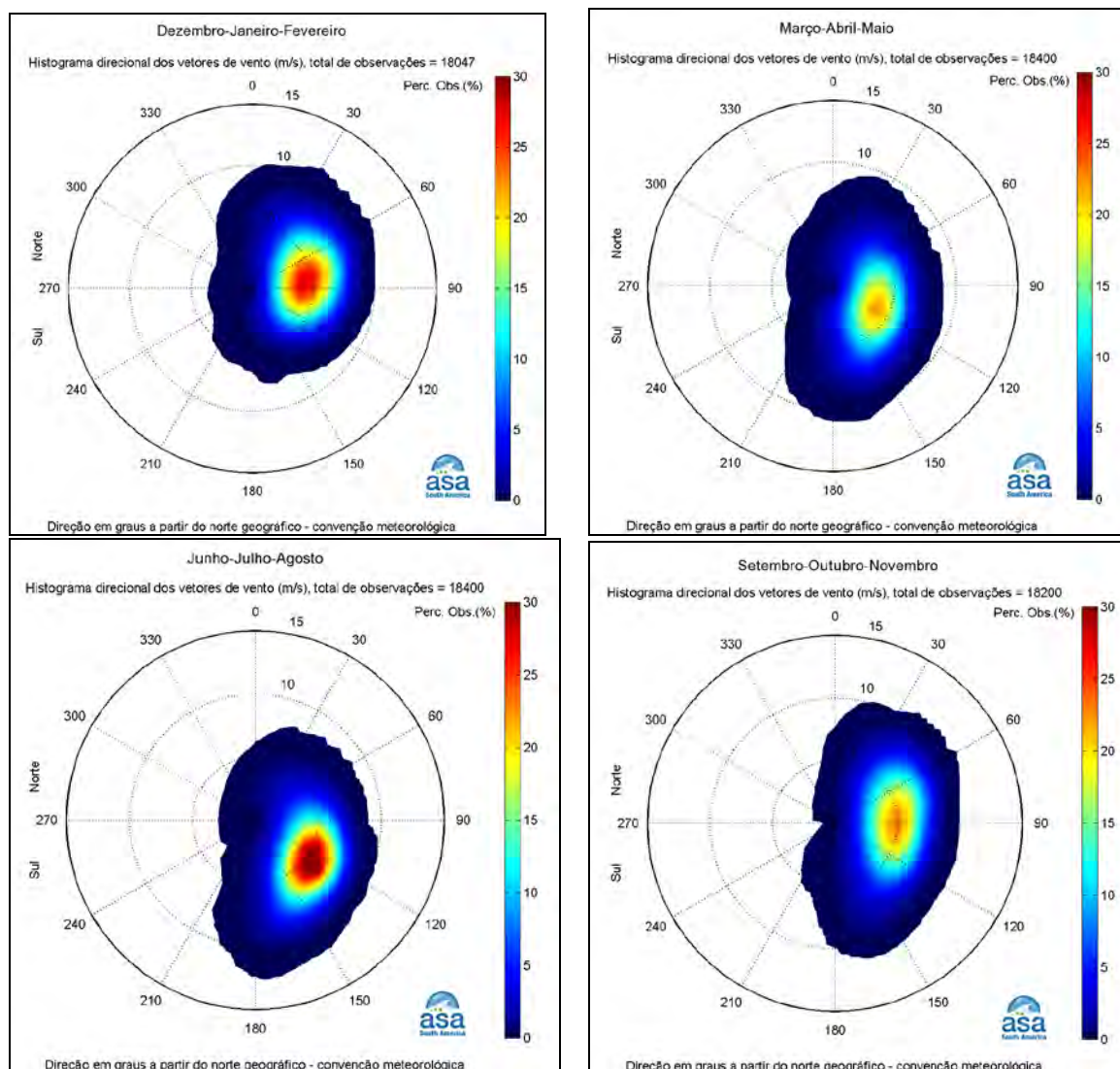


Figura II.5.1.1-22 - Histogramas direcionais sazonais dos vetores do vento de reanálise do NCEP (NCEP1) para o período de 1961 a 2010.

A **Figura II.5.1.1-23** apresenta os histogramas direcionais sazonais dos dados de vento de Manati/PETROBRAS para o período de 2008 a 2010. Durante os períodos de primavera e verão os ventos mais frequentes são de ENE, enquanto no outono e inverno os ventos mais frequentes são novamente de ESE/SE.

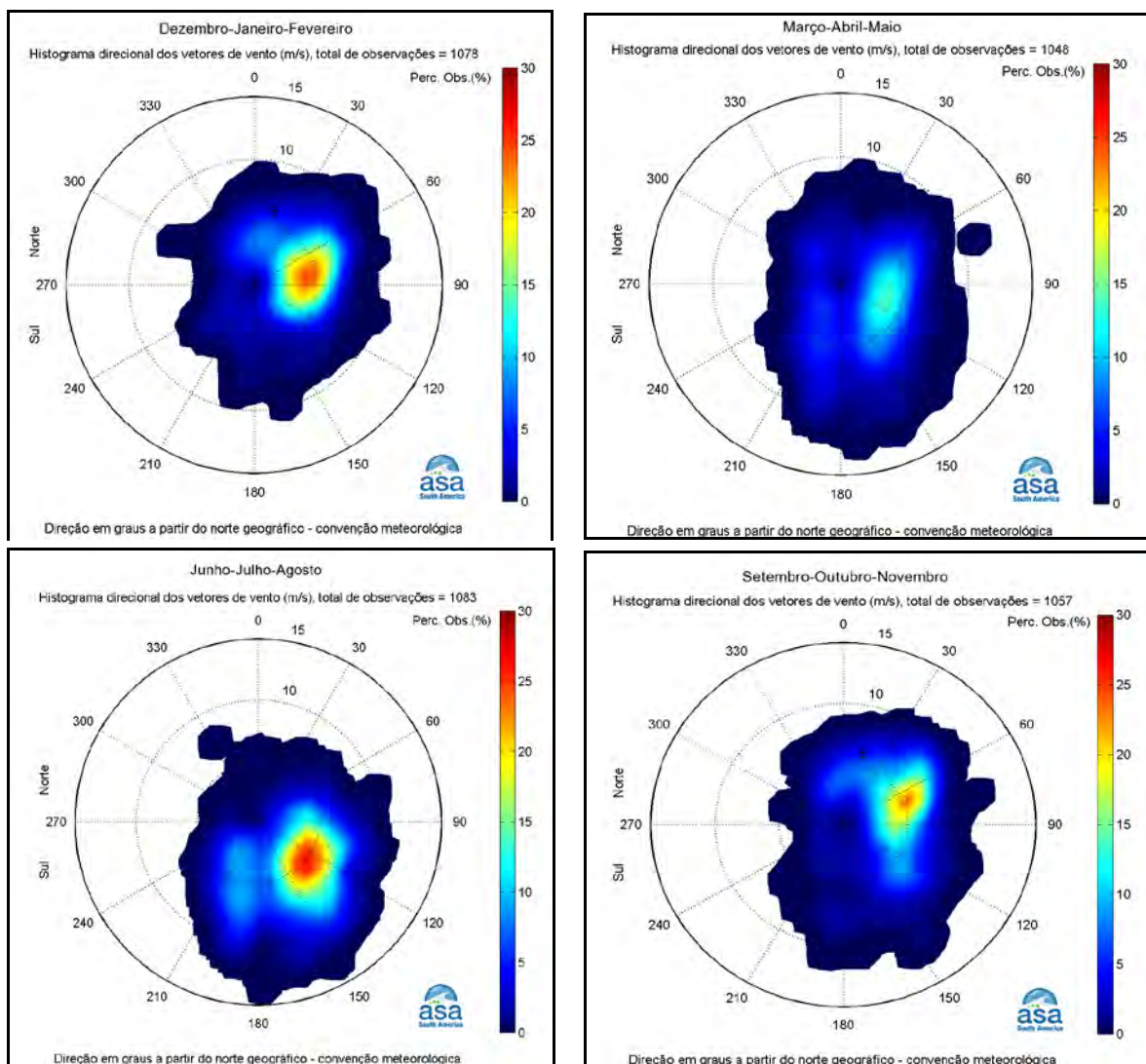


Figura II.5.1.1-23 - Histogramas direcionais sazonais dos vetores do vento Manati/PETROBRAS para o período de 2008 a 2010.

A **Figura II.5.1.1-24** apresenta os histogramas direcionais sazonais dos dados de vento de Aracaju/METAR para o período de 2008 a 2010. Durante os períodos de primavera e verão os ventos mais frequentes são de ENE, enquanto no outono e inverno os ventos mais frequentes são novamente de ESE/SE.

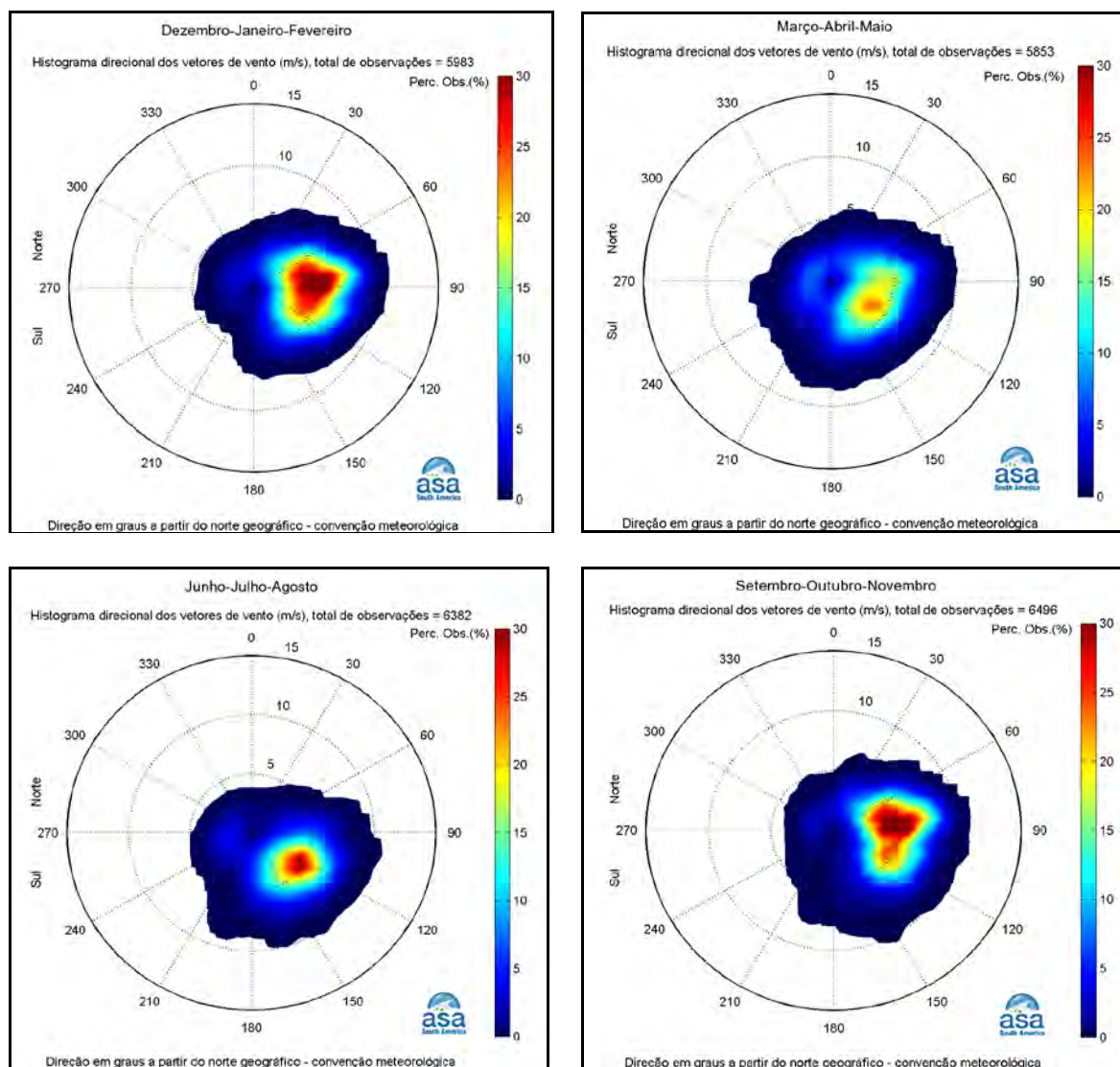


Figura II.5.1.1-24 - Histogramas direcionais sazonais dos vetores do vento de Aracaju/METAR para o período de 2008 a 2010.

A **Figura II.5.1.1-25** apresenta os histogramas direcionais sazonais dos dados de vento de Salvador/METAR para o período de 2008 a 2010. Durante os períodos de primavera e verão os ventos mais frequentes são de E/ESE, enquanto no outono e inverno os ventos mais frequentes são novamente de SE.

A **Figura II.5.1.1-26** apresenta os histogramas direcionais sazonais dos dados de vento de Ilhéus/METAR para o período de 2008 a 2010. Nesta localidade foi verificado um padrão diferente do comportamento do vento, que variam entre SW e NE. Durante os períodos de primavera e verão os ventos mais frequentes são de NE, enquanto no outono e inverno os ventos mais frequentes são de WSW.

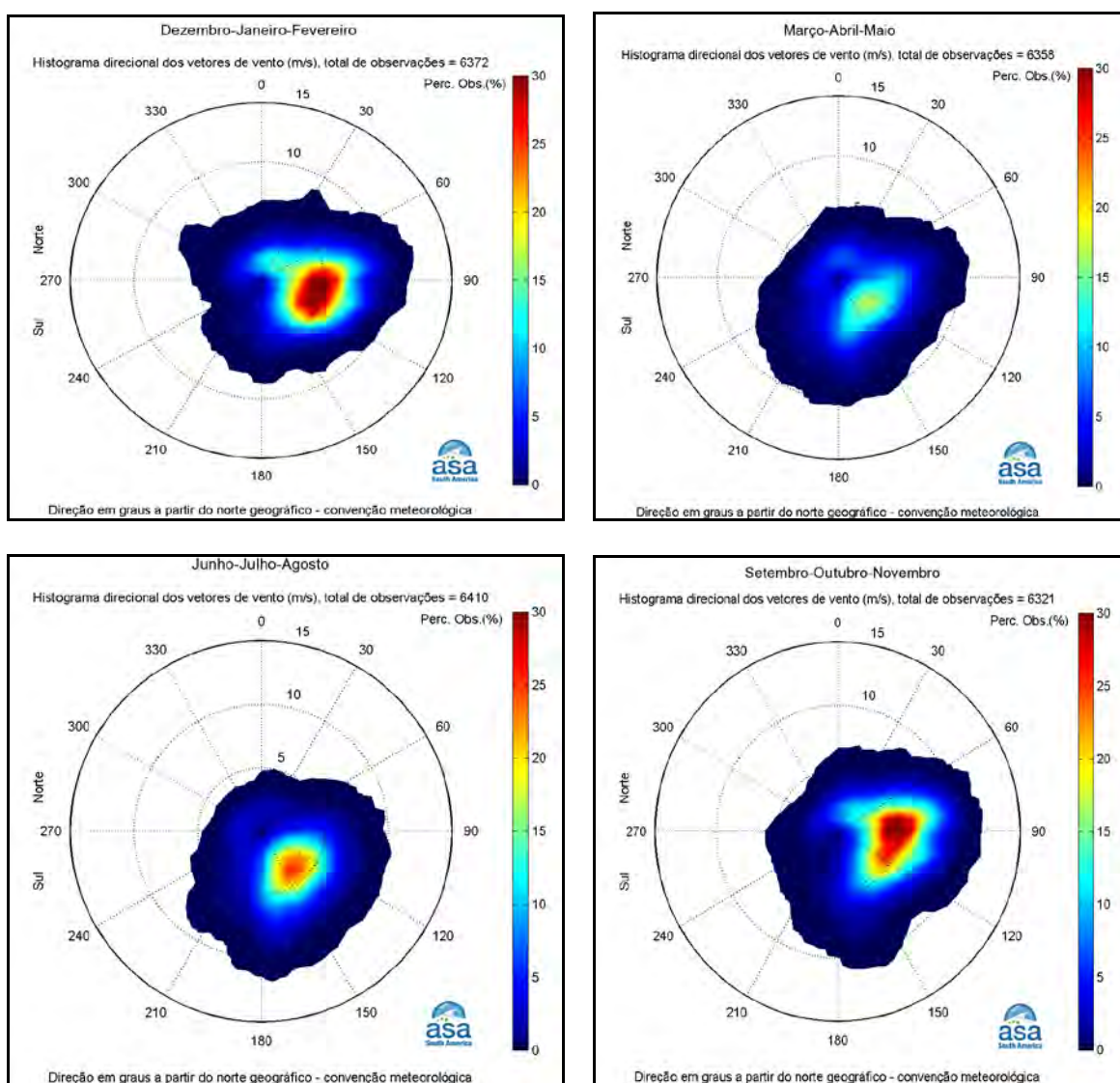


Figura II.5.1.1-25 - Histogramas direcionais sazonais dos vetores do vento de Salvador/METAR para o período de 2008 a 2010.

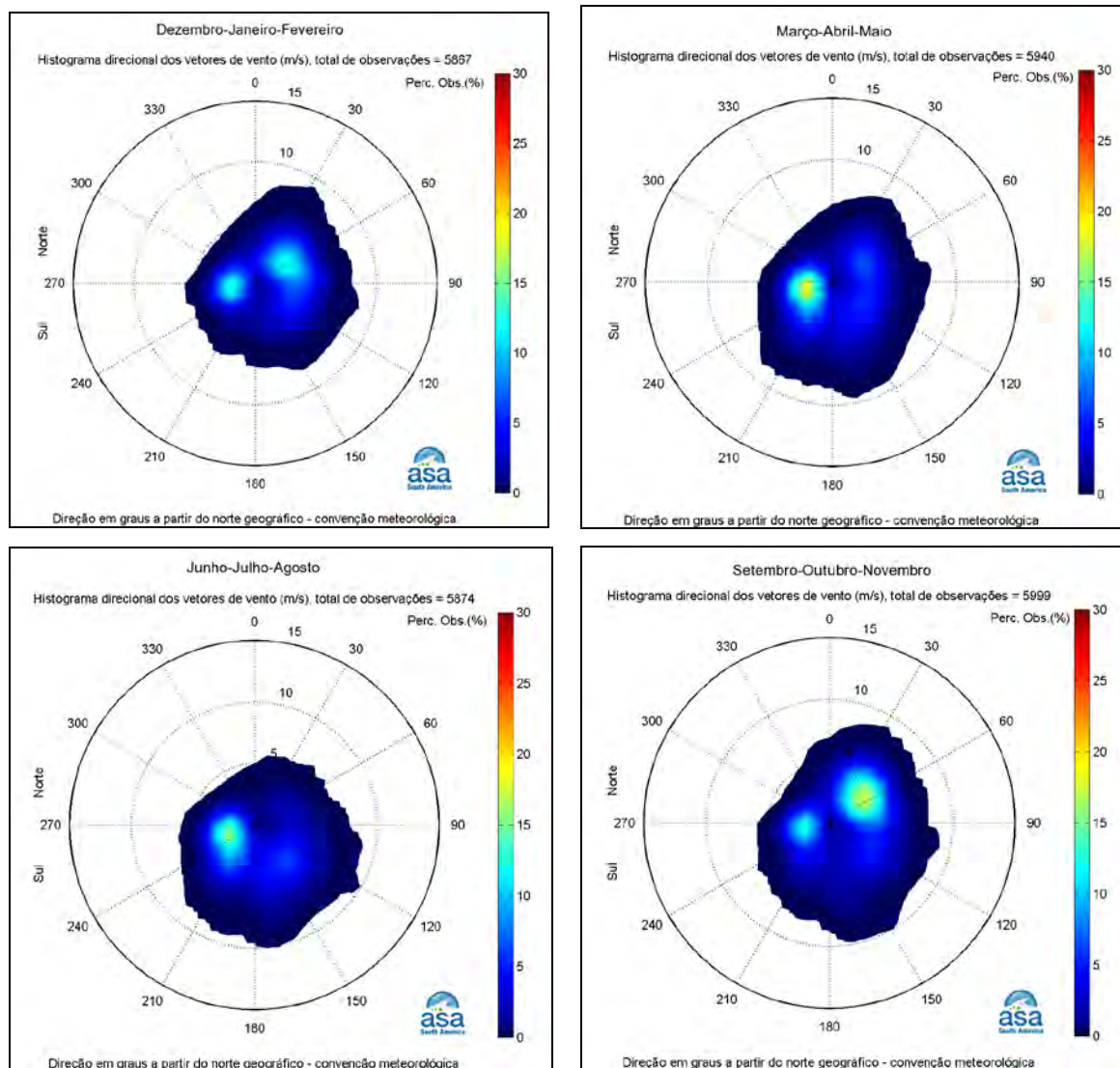


Figura II.5.1.1-26 - Histogramas direcionais sazonais dos vetores do vento de Ilhéus/METAR para o período de 2008 a 2010.

Para complementar a análise dos ventos, uma avaliação mais quantitativa foi realizada a partir de tabelas de distribuição de ocorrência conjunta de intensidades e direções do vento. Para evitar uma análise muito repetitiva, são apresentados apenas os resultados para os trimestres representativos de verão e inverno (dezembro-janeiro-fevereiro e junho-julho-agosto, respectivamente).

A **Tabela II.5.1.1-3** apresenta a distribuição de ocorrência conjunta de intensidades e direções do vento do NCEP1 para o verão. Observa-se que os ventos mais frequentes são provenientes das direções ENE (27,7%) e E (26,0%). Os ventos com velocidades médias máximas vieram de NNE (5,3 m/s), NE e ENE (5,2 m/s); e os ventos mais fortes registrados também foram provenientes de NNE

(12,7 m/s) e ESE (11,3 m/s). Do total de registros, 90% têm intensidades iguais ou inferiores a 7,0 m/s, como indicam os percentis apresentados na tabela.

Tabela II.5.1.1-3 - Diagrama de ocorrência conjunta de intensidade e direção do vento NCEP1 para verão no período de 1961 a 2010.

Ocorrência conjunta de intensidade (m/s) e direção do Vento.
Obs.: a direção é medida em graus a partir do Norte geográfico, convenção meteorológica.

| Vel oc. (m/s) | D I R E Ç Ã O | | | | | | | | | | | | | | | | Tot. | Perc. | Dir. Méd. |
|---------------|---------------|-------------|-------------|------------|------|------|------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-------|-------|-----------|
| | N | NNE | NE | ENE | E | ESE | SE | SSE | S | SSW | SW | WSW | W | WNW | NW | NNW | | | |
| 0.0- 1.0 | 4 | 8 | 4 | 15 | 6 | 14 | 7 | 7 | 6 | 7 | 2 | 4 | 4 | 1 | 2 | 5 | 96 | 0.5 | 101 |
| 1.0- 2.0 | 14 | 30 | 56 | 87 | 86 | 89 | 56 | 27 | 15 | 10 | 10 | 6 | 3 | 4 | 6 | 5 | 504 | 2.8 | 92 |
| 2.0- 3.0 | 20 | 73 | 159 | 313 | 369 | 294 | 157 | 59 | 12 | 6 | 3 | 0 | 2 | 3 | 1 | 11 | 1482 | 8.2 | 88 |
| 3.0- 4.0 | 19 | 139 | 374 | 745 | 829 | 632 | 291 | 83 | 16 | 3 | 2 | 3 | 1 | 0 | 2 | 7 | 3146 | 17.4 | 87 |
| 4.0- 5.0 | 33 | 180 | 561 | 1084 | 1171 | 751 | 296 | 44 | 9 | 7 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 4 | 4142 | 23.0 | 83 |
| 5.0- 6.0 | 43 | 189 | 644 | 1153 | 1046 | 637 | 181 | 25 | 4 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 8 | 3932 | 21.8 | 78 |
| 6.0- 7.0 | 36 | 212 | 537 | 943 | 839 | 360 | 68 | 10 | 5 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 3015 | 16.7 | 73 |
| 7.0- 8.0 | 21 | 114 | 297 | 522 | 310 | 81 | 12 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1360 | 7.5 | 66 |
| 8.0- 9.0 | 12 | 41 | 79 | 128 | 40 | 9 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 310 | 1.7 | 57 |
| 9.0- 10.0 | 4 | 8 | 18 | 14 | 1 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 47 | 0.3 | 47 |
| 10.0- 11.0 | 1 | 3 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 7 | 0.0 | 31 |
| 11.0- 12.0 | 0 | 3 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4 | 0.0 | 31 |
| 12.0- 13.0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0.0 | 27 |
| Total | 207 | 1001 | 2733 | 5004 | 4697 | 2869 | 1069 | 256 | 68 | 38 | 18 | 14 | 10 | 8 | 11 | 43 | 18046 | | |
| Porc. | 1.1 | 5.5 | 15.1 | 27.7 | 26.0 | 15.9 | 5.9 | 1.4 | 0.4 | 0.2 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.0 | 0.1 | 0.2 | | | |
| Vel. méd. | 5.1 | 5.3 | 5.2 | 5.2 | 4.9 | 4.5 | 4.1 | 3.4 | 3.1 | 2.8 | 2.0 | 1.8 | 1.4 | 1.8 | 1.7 | 3.4 | | | |
| Vel. máx. | 10.1 | 12.7 | 11.3 | 9.6 | 9.0 | 9.6 | 8.1 | 7.5 | 7.2 | 6.6 | 4.6 | 4.1 | 3.7 | 3.0 | 3.4 | 7.4 | | | |
| Perct. (0.9) | 7.0 | 7.0 | 7.0 | 7.0 | 6.0 | 6.0 | 5.0 | 5.0 | 5.0 | 5.0 | 3.0 | 3.1 | 2.5 | 2.0 | 3.0 | 5.0 | | | |

A Tabela II.5.1.1- 4 apresenta a distribuição de ocorrência conjunta de intensidades e direções do vento NCEP1 para o inverno. Observa-se que os ventos mais frequentes são provenientes das direções SE (33,6%) e ESE (27,8%). Os ventos com velocidades médias máximas vieram de S (6,7 m/s) e SSE (6,3 m/s); e os ventos mais fortes registrados também foram provenientes de S (12,0 m/s) e SSE (11,8 m/s). Do total de registros dos ventos, 90% têm intensidades iguais ou inferiores a 9,0 m/s, como indicam os percentis apresentados na tabela.

Tabela II.5.1.1- 4 - Diagrama de ocorrência conjunta de intensidade e direção do vento NCEP1 para inverno no período de 1961 a 2010.

Ocorrência conjunta de intensidade (m/s) e direção do Vento.
Obs.: a direção é medida em graus a partir do Norte geográfico, convenção meteorológica.

| Vel oc. (m/s) | D I R E Ç Ã O | | | | | | | | | | | | | | | | Tot. | Perc. | Dir. Méd. |
|---------------|---------------|-----|-----|-----|------|-------------|-------------|-------------|-------------|------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-------|-------|-----------|
| | N | NNE | NE | ENE | E | ESE | SE | SSE | S | SSW | SW | WSW | W | WNW | NW | NNW | | | |
| 0.0- 1.0 | 3 | 5 | 7 | 5 | 5 | 4 | 6 | 2 | 2 | 2 | 1 | 7 | 2 | 3 | 0 | 6 | 60 | 0.3 | 65 |
| 1.0- 2.0 | 11 | 21 | 23 | 41 | 31 | 29 | 35 | 20 | 10 | 4 | 0 | 5 | 5 | 2 | 3 | 6 | 246 | 1.3 | 90 |
| 2.0- 3.0 | 11 | 33 | 50 | 108 | 128 | 163 | 122 | 61 | 20 | 3 | 0 | 4 | 1 | 3 | 1 | 6 | 714 | 3.9 | 101 |
| 3.0- 4.0 | 19 | 39 | 89 | 200 | 347 | 524 | 393 | 150 | 42 | 9 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1814 | 9.9 | 109 |
| 4.0- 5.0 | 8 | 41 | 105 | 267 | 562 | 1120 | 1050 | 347 | 51 | 6 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 3559 | 19.3 | 115 |
| 5.0- 6.0 | 3 | 23 | 65 | 183 | 644 | 1651 | 1786 | 576 | 66 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 5001 | 27.2 | 121 |
| 6.0- 7.0 | 2 | 8 | 27 | 69 | 274 | 1150 | 1679 | 697 | 99 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4008 | 21.8 | 129 |
| 7.0- 8.0 | 1 | 4 | 11 | 13 | 51 | 410 | 854 | 554 | 103 | 6 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2007 | 10.9 | 137 |
| 8.0- 9.0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 2 | 71 | 227 | 332 | 85 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 719 | 3.9 | 149 |
| 9.0- 10.0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 28 | 121 | 51 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 203 | 1.1 | 160 |
| 10.0- 11.0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 | 30 | 19 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 54 | 0.3 | 166 |
| 11.0- 12.0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 | 9 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 12 | 0.1 | 173 |
| Total | 58 | 174 | 377 | 887 | 2044 | 5123 | 6183 | 2893 | 557 | 41 | 3 | 16 | 8 | 8 | 4 | 21 | 18397 | | |
| Porc. | 0.3 | 0.9 | 2.0 | 4.8 | 11.1 | 27.8 | 33.6 | 15.7 | 3.0 | 0.2 | 0.0 | 0.1 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.1 | | | |
| Vel. méd. | 3.2 | 3.7 | 4.1 | 4.3 | 4.8 | 5.3 | 5.8 | 6.3 | 6.7 | 4.9 | 2.9 | 1.2 | 1.5 | 1.5 | 1.7 | 2.0 | | | |
| Vel. máx. | 7.3 | 7.5 | 7.7 | 8.5 | 8.5 | 9.2 | 10.4 | 11.8 | 12.0 | 10.4 | 4.5 | 2.6 | 2.1 | 2.8 | 2.3 | 5.4 | | | |
| Perct. (0.9) | 4.7 | 5.0 | 5.8 | 5.0 | 6.0 | 6.0 | 7.0 | 8.0 | 9.0 | 8.4 | 4.0 | 2.0 | 1.7 | 2.0 | 2.0 | 3.4 | | | |

A **Tabela II.5.1.1-5** apresenta a estatística mensal do vento NCEP1 (1961 a 2010). As direções predominantes do vento são ESE (4 meses), ENE (4 meses) e SE (3 meses). Os ventos médios mensais mais intensos ocorreram em julho e agosto (5,6 m/s). Os valores máximos absolutos ocorreram em fevereiro (13,0 m/s) e julho (12,1 m/s), enquanto as médias das máximas mensais mais elevadas ocorreram em julho (9,2 m/s).

Tabela II.5.1.1-5 - Estatística mensal do vento NCEP1 para o período de 1961 a 2010. Valores de intensidade e máximos em m/s.

| Meses | Direção Predominante | Intensidade Média | Desvio Padrão | Máxima Absoluta | Média das Máximas | Desvio Padrão |
|-----------|----------------------|-------------------|---------------|-----------------|-------------------|---------------|
| Janeiro | ENE | 5.0 | 1.5 | 9.6 | 8.3 | 0.6 |
| Fevereiro | E | 4.6 | 1.5 | 13.0 | 7.9 | 1.2 |
| Março | ESE | 4.2 | 1.4 | 9.7 | 7.4 | 0.8 |
| Abril | ESE | 4.3 | 1.5 | 9.9 | 7.7 | 1.0 |
| Mai | SE | 4.9 | 1.7 | 11.1 | 8.6 | 1.0 |
| Junho | SE | 5.4 | 1.6 | 11.9 | 8.9 | 1.0 |
| Julho | SE | 5.6 | 1.6 | 12.1 | 9.2 | 1.2 |
| Agosto | ESE | 5.6 | 1.4 | 11.4 | 8.8 | 0.9 |
| Setembro | ESE | 5.5 | 1.4 | 10.7 | 8.8 | 0.8 |
| Outubro | ENE | 5.4 | 1.5 | 9.8 | 8.6 | 0.6 |
| Novembro | ENE | 5.4 | 1.6 | 10.7 | 8.9 | 0.7 |
| Dezembro | ENE | 5.2 | 1.6 | 11.9 | 8.8 | 0.8 |

A **Tabela II.5.1.1-6** apresenta a distribuição de ocorrência conjunta de intensidades e direções do vento Manati/PETROBRAS para o verão. Observa-se que os ventos mais frequentes são provenientes das direções ENE (24,4%) e E (18,7%). Os ventos com velocidades médias máximas vieram de NE (5,4 m/s) e ENE (5,1 m/s); e os ventos mais fortes registrados foram provenientes de ENE (10,0 m/s) e ESE (9,6 m/s). Do total de registros, 90% têm intensidades iguais ou inferiores a 7,0 m/s, como indicam os percentis apresentados na tabela.

Tabela II.5.1.1-6 - Diagrama de ocorrência conjunta de intensidade e direção do vento Manati/PETROBRAS para o verão no período de 2008 a 2010.

| Ocorrência conjunta de intensidade (m/s) e direção do Vento. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|---------------|-----|------|------|------|------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|-------|-----------|
| Obs.: a direção é medida em graus a partir do Norte geográfico, convenção meteorológica. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Veloc. (m/s) | D I R E C ã O | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | N | NNE | NE | ENE | E | ESE | SE | SSE | S | SSW | SW | WSW | W | WNW | NW | NNW | Tot. | Perc. | Dir. Méd. |
| 0.0- 1.0 | 3 | 3 | 0 | 2 | 0 | 1 | 1 | 0 | 3 | 2 | 1 | 2 | 5 | 3 | 1 | 1 | 28 | 2.6 | 289 |
| 1.0- 2.0 | 1 | 6 | 1 | 5 | 5 | 5 | 6 | 0 | 3 | 2 | 2 | 2 | 3 | 3 | 5 | 4 | 53 | 4.9 | 65 |
| 2.0- 3.0 | 6 | 7 | 8 | 18 | 17 | 21 | 14 | 3 | 3 | 7 | 3 | 3 | 0 | 1 | 4 | 10 | 125 | 11.5 | 84 |
| 3.0- 4.0 | 18 | 14 | 27 | 41 | 45 | 32 | 9 | 5 | 3 | 2 | 3 | 2 | 0 | 1 | 3 | 12 | 217 | 20.0 | 69 |
| 4.0- 5.0 | 14 | 19 | 18 | 58 | 61 | 26 | 16 | 4 | 4 | 6 | 3 | 2 | 0 | 0 | 1 | 12 | 244 | 22.5 | 75 |
| 5.0- 6.0 | 14 | 16 | 18 | 56 | 49 | 26 | 6 | 3 | 4 | 1 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 196 | 18.1 | 75 |
| 6.0- 7.0 | 2 | 9 | 25 | 55 | 20 | 4 | 3 | 2 | 2 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 125 | 11.5 | 66 |
| 7.0- 8.0 | 1 | 5 | 14 | 21 | 2 | 2 | 2 | 4 | 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 56 | 5.2 | 70 |
| 8.0- 9.0 | 1 | 1 | 13 | 5 | 2 | 3 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 27 | 2.5 | 63 |
| 9.0-10.0 | 0 | 0 | 1 | 2 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 5 | 0.5 | 88 |
| Total | 60 | 80 | 125 | 263 | 201 | 121 | 58 | 22 | 26 | 22 | 15 | 11 | 8 | 9 | 15 | 40 | 1076 | | |
| Porc. | 5.6 | 7.4 | 11.6 | 24.4 | 18.7 | 11.2 | 5.4 | 2.0 | 2.4 | 2.0 | 1.4 | 1.0 | 0.7 | 0.8 | 1.4 | 3.7 | | | |
| Vel. méd. | 4.2 | 4.4 | 5.4 | 5.1 | 4.5 | 4.2 | 3.8 | 5.0 | 4.1 | 3.3 | 3.4 | 2.5 | 0.8 | 2.1 | 2.6 | 3.4 | | | |
| Vel. máx. | 8.4 | 8.4 | 9.2 | 10.0 | 8.8 | 9.6 | 8.1 | 9.3 | 7.9 | 8.4 | 5.9 | 4.9 | 1.6 | 7.1 | 6.3 | 6.5 | | | |
| Perct. (0.9) | 5.0 | 6.0 | 8.0 | 7.0 | 6.0 | 5.0 | 5.7 | 7.0 | 7.0 | 5.3 | 5.0 | 4.0 | 1.0 | 5.4 | 4.0 | 4.0 | | | |

Na **Tabela II.5.1.1-7** apresenta-se a distribuição de ocorrência conjunta de intensidades e direções do vento Manati/PETROBRAS para o inverno. Observa-se que os ventos mais frequentes são provenientes das direções SE (26,5%) e ESE (18,0%). Os ventos com velocidades médias máximas vieram de SSE (6,6 m/s), SE e S (6,4 m/s); e os ventos mais fortes registrados também foram provenientes de SSE (12,2 m/s) e S (12,0 m/s). Do total de registros, 90% têm intensidades iguais ou inferiores a 9,5 m/s, como indicam os percentis apresentados na tabela.

Tabela II.5.1.1-7 - Diagrama de ocorrência conjunta de intensidade e direção do vento Manati/PETROBRAS para o inverno no período 2008 a 2010.

| Vel oc. (m/s) | | D I R E Ç Ã O | | | | | | | | | | | | | | | | Tot. | Perc. | Dir. Méd. |
|---------------|----------|---------------|-----------|-----------|------------|-------------|-------------|-------------|-------------|------------|-----------|-----------|----------|----------|----------|----------|-------------|------|-------|-----------|
| | | N | NNE | NE | ENE | E | ESE | SE | SSE | S | SSW | SW | WSW | W | WNW | NW | NNW | | | |
| 0.0- 1.0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 2 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 11 | 1.0 | 109 | |
| 1.0- 2.0 | 0 | 3 | 0 | 1 | 11 | 1 | 2 | 4 | 5 | 4 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 33 | 3.0 | 132 | |
| 2.0- 3.0 | 1 | 0 | 4 | 7 | 3 | 6 | 7 | 5 | 3 | 4 | 10 | 8 | 1 | 0 | 1 | 0 | 60 | 5.4 | 158 | |
| 3.0- 4.0 | 0 | 0 | 2 | 12 | 18 | 21 | 27 | 15 | 9 | 12 | 14 | 2 | 0 | 1 | 0 | 1 | 134 | 12.1 | 138 | |
| 4.0- 5.0 | 1 | 1 | 1 | 7 | 23 | 47 | 40 | 19 | 13 | 16 | 8 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 178 | 16.1 | 134 | |
| 5.0- 6.0 | 2 | 0 | 2 | 8 | 14 | 41 | 57 | 22 | 11 | 14 | 4 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 176 | 15.9 | 135 | |
| 6.0- 7.0 | 0 | 1 | 0 | 4 | 16 | 47 | 42 | 36 | 22 | 24 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 193 | 17.5 | 142 | |
| 7.0- 8.0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 5 | 16 | 42 | 19 | 15 | 10 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 110 | 10.0 | 145 | |
| 8.0- 9.0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 7 | 8 | 33 | 19 | 14 | 9 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 91 | 8.2 | 147 | |
| 9.0- 10.0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 5 | 17 | 14 | 7 | 5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 50 | 4.5 | 150 | |
| 10.0- 11.0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 14 | 10 | 3 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 30 | 2.7 | 153 | |
| 11.0- 12.0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 5 | 5 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 12 | 1.1 | 156 | |
| 12.0- 13.0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 | 0.3 | 163 | |
| Total | 4 | 6 | 10 | 42 | 100 | 195 | 286 | 170 | 105 | 100 | 42 | 13 | 1 | 2 | 2 | 3 | 1081 | | | |
| Porc. | 0.4 | 0.6 | 0.9 | 3.9 | 9.3 | 18.0 | 26.5 | 15.7 | 9.7 | 9.3 | 3.9 | 1.2 | 0.1 | 0.2 | 0.2 | 0.3 | | | | |
| Vel. méd. | 4.4 | 2.9 | 4.1 | 4.2 | 4.8 | 5.5 | 6.4 | 6.6 | 6.4 | 5.8 | 3.5 | 2.9 | 2.0 | 3.6 | 1.6 | 3.9 | | | | |
| Vel. máx. | 5.4 | 7.0 | 7.4 | 9.4 | 9.5 | 10.0 | 11.7 | 12.2 | 12.0 | 10.9 | 7.1 | 5.1 | 2.0 | 4.1 | 2.5 | 7.5 | | | | |
| Perct. (0.9) | 5.0 | 5.8 | 6.0 | 6.0 | 7.0 | 7.0 | 9.0 | 9.5 | 9.0 | 8.0 | 5.0 | 4.2 | 2.0 | 4.0 | 2.0 | 7.0 | | | | |

A **Tabela II.5.1.1-8** apresenta a distribuição de ocorrência conjunta de intensidades e direções do vento de Aracaju/METAR para o verão. Observa-se que os ventos mais frequentes são provenientes das direções E (43,4%) e ESE (19,1%). Os ventos com velocidades médias máximas também vieram de E (5,3 m/s) e ESE (4,7 m/s); e os ventos mais fortes registrados foram provenientes de ENE, E e ESE (8,7 m/s). Do total de registros, 90% têm intensidades iguais ou inferiores a 7,0 m/s, como indicam os percentis apresentados na tabela.

Tabela II.5.1.1-8 - Diagrama de ocorrência conjunta de intensidade e direção do vento de Aracaju/METAR para o verão no período de 2008 a 2010.

Ocorrência conjunta de intensidade (m/s) e direção do Vento.
Obs.: a direção é medida em graus a partir do Norte geográfico, convenção meteorológica.

| Veloc. (m/s) | D I R E C ã O | | | | | | | | | | | | | | Tot. | Perc. | Dir. Méd. | | |
|--------------|---------------|-----|-----|------|------|------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|-------|-----------|------|-----|
| | N | NNE | NE | ENE | E | ESE | SE | SSE | S | SSW | SW | WSW | W | WNW | | | | NW | NNW |
| 0.0- 1.0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 2 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 2 | 0 | 8 | 0.1 | 20 |
| 1.0- 2.0 | 21 | 32 | 11 | 10 | 29 | 28 | 10 | 9 | 9 | 2 | 6 | 5 | 19 | 28 | 43 | 9 | 271 | 4.2 | 3 |
| 2.0- 3.0 | 21 | 60 | 59 | 61 | 111 | 90 | 33 | 12 | 9 | 5 | 4 | 10 | 6 | 11 | 22 | 3 | 517 | 8.1 | 77 |
| 3.0- 4.0 | 7 | 46 | 75 | 180 | 309 | 181 | 108 | 40 | 9 | 0 | 2 | 0 | 2 | 3 | 4 | 1 | 967 | 15.1 | 91 |
| 4.0- 5.0 | 2 | 19 | 65 | 306 | 545 | 261 | 128 | 47 | 11 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1386 | 21.6 | 92 |
| 5.0- 6.0 | 0 | 5 | 29 | 261 | 666 | 323 | 104 | 35 | 9 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1433 | 22.4 | 94 |
| 6.0- 7.0 | 0 | 1 | 6 | 113 | 515 | 211 | 34 | 8 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 889 | 13.9 | 94 |
| 7.0- 8.0 | 0 | 0 | 1 | 21 | 306 | 38 | 6 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 372 | 5.8 | 91 |
| 8.0- 9.0 | 0 | 0 | 0 | 7 | 114 | 10 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 131 | 2.0 | 89 |
| Total | 51 | 163 | 246 | 960 | 2595 | 1144 | 424 | 151 | 48 | 7 | 12 | 16 | 27 | 45 | 72 | 13 | 5974 | | |
| Porc. | 0.9 | 2.7 | 4.1 | 16.1 | 43.4 | 19.1 | 7.1 | 2.5 | 0.8 | 0.1 | 0.2 | 0.3 | 0.5 | 0.8 | 1.2 | 0.2 | | | |
| Vel. méd. | 2.1 | 2.7 | 3.6 | 4.6 | 5.3 | 4.7 | 4.3 | 4.1 | 3.4 | 2.0 | 1.9 | 2.3 | 1.7 | 1.7 | 1.7 | 1.5 | | | |
| Vel. máx. | 4.6 | 6.2 | 7.2 | 8.7 | 8.7 | 8.7 | 7.2 | 6.7 | 6.2 | 2.6 | 3.1 | 5.7 | 3.6 | 4.1 | 4.1 | 3.6 | | | |
| Perct. (0.9) | 3.0 | 4.0 | 5.0 | 6.0 | 7.0 | 6.0 | 5.0 | 5.0 | 5.0 | 2.0 | 3.0 | 2.0 | 2.0 | 2.0 | 2.0 | 2.2 | | | |

Na Tabela II.5.1.1-9 apresenta-se a distribuição de ocorrência conjunta de intensidades e direções do vento Manati/PETROBRAS para o inverno. Observa-se que os ventos mais frequentes são provenientes das direções ESE (29,8%) e SE (28,1%). Os ventos com velocidades médias máximas também vieram de ESE (5,0 m/s) e SE (4,9 m/s); e os ventos mais fortes registrados foram provenientes de ESE e SSE (10,3 m/s). Do total de registros, 90% têm intensidades iguais ou inferiores a 6,0 m/s, como indicam os percentis apresentados na tabela.

Tabela II.5.1.1-9 - Diagrama de ocorrência conjunta de intensidade e direção do vento de Aracaju/METAR para o inverno no período de 2008 a 2010.

Ocorrência conjunta de intensidade (m/s) e direção do Vento.
Obs.: a direção é medida em graus a partir do Norte geográfico, convenção meteorológica.

| Veloc. (m/s) | D I R E C ã O | | | | | | | | | | | | | | Tot. | Perc. | Dir. Méd. | | |
|--------------|---------------|-----|-----|-----|------|------|------|------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|-------|-----------|------|-----|
| | N | NNE | NE | ENE | E | ESE | SE | SSE | S | SSW | SW | WSW | W | WNW | | | | NW | NNW |
| 0.0- 1.0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 6 | 0.1 | 26 |
| 1.0- 2.0 | 9 | 6 | 9 | 8 | 20 | 20 | 15 | 13 | 19 | 15 | 22 | 26 | 52 | 46 | 36 | 8 | 324 | 5.0 | 262 |
| 2.0- 3.0 | 1 | 5 | 7 | 21 | 57 | 78 | 85 | 73 | 72 | 20 | 49 | 44 | 52 | 11 | 18 | 5 | 598 | 9.2 | 161 |
| 3.0- 4.0 | 1 | 1 | 5 | 29 | 129 | 256 | 288 | 165 | 98 | 13 | 24 | 16 | 10 | 1 | 1 | 1 | 1038 | 15.9 | 133 |
| 4.0- 5.0 | 0 | 0 | 1 | 18 | 164 | 490 | 471 | 250 | 105 | 7 | 5 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1513 | 23.2 | 130 |
| 5.0- 6.0 | 0 | 0 | 1 | 9 | 156 | 534 | 503 | 221 | 72 | 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1500 | 23.0 | 128 |
| 6.0- 7.0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 109 | 365 | 303 | 139 | 52 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 970 | 14.9 | 128 |
| 7.0- 8.0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 48 | 134 | 108 | 59 | 15 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 366 | 5.6 | 127 |
| 8.0- 9.0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 8 | 17 | 16 | 12 | 1 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 56 | 0.9 | 131 |
| 9.0- 10.0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4 | 3 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 8 | 0.1 | 109 |
| 10.0- 11.0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0.0 | 135 |
| Total | 12 | 12 | 23 | 86 | 695 | 1899 | 1790 | 934 | 434 | 65 | 100 | 87 | 114 | 61 | 55 | 14 | 6381 | | |
| Porc. | 0.2 | 0.2 | 0.4 | 1.3 | 10.9 | 29.8 | 28.1 | 14.6 | 6.8 | 1.0 | 1.6 | 1.4 | 1.8 | 1.0 | 0.9 | 0.2 | | | |
| Vel. méd. | 1.5 | 1.8 | 2.3 | 3.3 | 4.7 | 5.0 | 4.9 | 4.7 | 4.2 | 3.1 | 2.4 | 2.3 | 1.9 | 1.6 | 1.7 | 1.7 | | | |
| Vel. máx. | 3.1 | 3.1 | 5.1 | 5.7 | 9.3 | 10.3 | 9.3 | 10.3 | 8.2 | 8.7 | 4.6 | 4.1 | 3.6 | 4.6 | 3.1 | 3.1 | | | |
| Perct. (0.9) | 2.3 | 2.3 | 3.2 | 4.9 | 6.0 | 6.0 | 6.0 | 6.0 | 6.0 | 5.0 | 3.0 | 3.0 | 2.0 | 2.0 | 2.0 | 2.1 | | | |

A Tabela II.5.1.1-10 apresenta a distribuição de ocorrência conjunta de intensidades e direções do vento Salvador/METAR para o verão. Observa-se que os ventos mais frequentes são provenientes das direções E (36,2%) e ESE (22,9%). Os ventos com velocidades médias máximas vieram de E (5,2 m/s) e ESE (4,8 m/s); e os ventos mais fortes registrados foram provenientes de E

(10,8 m/s) e ENE (10,3 m/s). Do total de registros, 90% têm intensidades iguais ou inferiores a 7,0 m/s, como indicam os percentis apresentados na tabela.

Tabela II.5.1.1-10 - Diagrama de ocorrência conjunta de intensidade e direção do vento de Salvador/METAR para o verão no período de 2008 a 2010.

| Ocorrência conjunta de intensidade (m/s) e direção do Vento. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|---------------|-----|-----|------|------|------|-----|-----|------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|-------|-----------|
| Obs.: a direção é medida em graus a partir do Norte geográfico, convenção meteorológica. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Veloc. (m/s) | D I R E Ç Ã O | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | N | NNE | NE | ENE | E | ESE | SE | SSE | S | SSW | SW | WSW | W | WNW | NW | NNW | Tot. | Perc. | Dir. Méd. |
| 0.0- 1.0 | 5 | 5 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4 | 6 | 8 | 31 | 0.5 | 346 |
| 1.0- 2.0 | 115 | 118 | 68 | 58 | 47 | 17 | 10 | 12 | 15 | 7 | 3 | 3 | 22 | 59 | 33 | 58 | 645 | 10.0 | 19 |
| 2.0- 3.0 | 51 | 69 | 60 | 78 | 153 | 95 | 48 | 49 | 18 | 4 | 1 | 3 | 9 | 15 | 16 | 11 | 680 | 10.5 | 82 |
| 3.0- 4.0 | 18 | 31 | 54 | 106 | 293 | 265 | 117 | 66 | 27 | 7 | 3 | 0 | 3 | 4 | 6 | 7 | 1007 | 15.6 | 102 |
| 4.0- 5.0 | 9 | 14 | 39 | 124 | 497 | 385 | 185 | 61 | 31 | 12 | 5 | 0 | 1 | 1 | 0 | 3 | 1367 | 21.2 | 106 |
| 5.0- 6.0 | 3 | 8 | 17 | 129 | 548 | 397 | 165 | 38 | 23 | 5 | 1 | 0 | 0 | 3 | 1 | 1 | 1339 | 20.7 | 104 |
| 6.0- 7.0 | 0 | 0 | 9 | 81 | 388 | 209 | 34 | 7 | 8 | 1 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 739 | 11.4 | 98 |
| 7.0- 8.0 | 0 | 1 | 3 | 44 | 230 | 77 | 11 | 1 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 371 | 5.7 | 95 |
| 8.0- 9.0 | 0 | 1 | 0 | 20 | 107 | 13 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 142 | 2.2 | 89 |
| 9.0-10.0 | 0 | 0 | 0 | 5 | 34 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 40 | 0.6 | 87 |
| 10.0-11.0 | 0 | 0 | 0 | 3 | 5 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 9 | 0.1 | 86 |
| Total | 201 | 247 | 251 | 649 | 2303 | 1459 | 570 | 235 | 126 | 36 | 13 | 6 | 35 | 88 | 63 | 88 | 6370 | | |
| Porc. | 3.2 | 3.9 | 3.9 | 10.2 | 36.2 | 22.9 | 8.9 | 3.7 | 2.0 | 0.6 | 0.2 | 0.1 | 0.5 | 1.4 | 1.0 | 1.4 | | | |
| Vel. méd. | 1.8 | 2.2 | 3.0 | 4.5 | 5.2 | 4.8 | 4.4 | 3.7 | 3.9 | 3.5 | 3.4 | 1.8 | 1.7 | 1.8 | 1.8 | 1.6 | | | |
| Vel. máx. | 5.7 | 8.2 | 7.7 | 10.3 | 10.8 | 9.3 | 7.7 | 8.2 | 10.3 | 6.2 | 5.7 | 2.1 | 4.1 | 6.2 | 7.2 | 5.1 | | | |
| Perct. (0.9) | 3.0 | 3.0 | 5.0 | 7.0 | 7.0 | 6.0 | 5.0 | 5.0 | 5.0 | 5.0 | 4.2 | 2.0 | 3.0 | 3.0 | 3.0 | 3.0 | | | |

A Tabela II.5.1.1-11 apresenta a distribuição de ocorrência conjunta de intensidades e direções do vento Salvador/METAR para o inverno. Observa-se que os ventos mais frequentes são provenientes das direções SE (25,2%) e SSE (22,9%). Os ventos com velocidades médias máximas vieram de S (5,1 m/s) e SSE (4,6 m/s); e os ventos mais fortes registrados foram provenientes de S (11,3 m/s) e SSE (10,8 m/s). Do total de registros, 90% têm intensidades iguais ou inferiores a 7,0 m/s, como indicam os percentis apresentados na tabela.

Tabela II.5.1.1-11 - Diagrama de ocorrência conjunta de intensidade e direção do vento de Salvador/METAR para inverno no período de 2008 a 2010.

| Ocorrência conjunta de intensidade (m/s) e direção do Vento. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|---------------|-----|-----|-----|-----|------|------|------|------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|-------|-----------|
| Obs.: a direção é medida em graus a partir do Norte geográfico, convenção meteorológica. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Veloc. (m/s) | D I R E Ç Ã O | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | N | NNE | NE | ENE | E | ESE | SE | SSE | S | SSW | SW | WSW | W | WNW | NW | NNW | Tot. | Perc. | Dir. Méd. |
| 0.0- 1.0 | 3 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 4 | 5 | 2 | 4 | 26 | 0.4 | 309 |
| 1.0- 2.0 | 39 | 39 | 25 | 19 | 22 | 14 | 27 | 25 | 28 | 10 | 8 | 10 | 68 | 62 | 52 | 33 | 481 | 7.3 | 324 |
| 2.0- 3.0 | 10 | 10 | 13 | 12 | 63 | 99 | 193 | 147 | 74 | 42 | 18 | 12 | 20 | 15 | 5 | 6 | 739 | 11.3 | 143 |
| 3.0- 4.0 | 0 | 5 | 12 | 18 | 117 | 227 | 401 | 306 | 125 | 39 | 15 | 6 | 2 | 1 | 0 | 1 | 1275 | 19.4 | 138 |
| 4.0- 5.0 | 2 | 0 | 1 | 11 | 125 | 338 | 440 | 364 | 207 | 31 | 12 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1534 | 23.4 | 139 |
| 5.0- 6.0 | 0 | 0 | 1 | 5 | 101 | 219 | 327 | 320 | 193 | 35 | 8 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1210 | 18.4 | 142 |
| 6.0- 7.0 | 0 | 0 | 0 | 3 | 59 | 108 | 150 | 181 | 156 | 21 | 6 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 685 | 10.4 | 146 |
| 7.0- 8.0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 30 | 39 | 52 | 79 | 85 | 9 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 299 | 4.6 | 148 |
| 8.0- 9.0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 6 | 9 | 16 | 29 | 47 | 2 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 110 | 1.7 | 157 |
| 9.0-10.0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 | 3 | 4 | 10 | 18 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 38 | 0.6 | 156 |
| 10.0-11.0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 5 | 5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 11 | 0.2 | 166 |
| 11.0-12.0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0.0 | 170 |
| Total | 54 | 55 | 52 | 71 | 526 | 1057 | 1612 | 1467 | 940 | 189 | 72 | 34 | 94 | 83 | 59 | 44 | 6409 | | |
| Porc. | 0.8 | 0.9 | 0.8 | 1.1 | 8.2 | 16.5 | 25.2 | 22.9 | 14.7 | 2.9 | 1.1 | 0.5 | 1.5 | 1.3 | 0.9 | 0.7 | | | |
| Vel. méd. | 1.5 | 1.6 | 2.1 | 3.1 | 4.4 | 4.5 | 4.4 | 4.6 | 5.1 | 4.1 | 3.7 | 2.5 | 1.5 | 1.4 | 1.4 | 1.3 | | | |
| Vel. máx. | 4.6 | 3.6 | 5.1 | 7.2 | 9.8 | 9.8 | 10.3 | 10.8 | 11.3 | 8.2 | 8.2 | 6.2 | 3.6 | 3.1 | 2.6 | 3.1 | | | |
| Perct. (0.9) | 2.0 | 2.0 | 3.0 | 5.0 | 6.0 | 6.0 | 6.0 | 6.0 | 7.0 | 6.0 | 6.0 | 4.0 | 2.0 | 2.0 | 1.0 | 2.0 | | | |

A **Tabela II.5.1.1-12** apresenta a distribuição de ocorrência conjunta de intensidades e direções do vento Ilhéus/METAR para o verão. Observa-se que os ventos mais frequentes são provenientes das direções W (14,3%) e NE (13,8%). Os ventos com velocidades médias máximas vieram de NE, SE e SSE (3,7 m/s); e os ventos mais fortes registrados foram provenientes de NNE, E e ESE (8,2 m/s). Do total de registros, 90% têm intensidades iguais ou inferiores a 5,0 m/s, como indicam os percentis apresentados na tabela.

Tabela II.5.1.1-12 - Diagrama de ocorrência conjunta de intensidade e direção do vento de Ilhéus/METAR para o verão no período de 2008 a 2010.

| Ocorrência conjunta de intensidade (m/s) e direção do Vento. | | Obs.: a direção é medida em graus a partir do Norte geográfico, convenção meteorológica. | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|-----|--|-------------|------|------------|------------|------------|------------|-----|-----|-----|-----|-------------|-----|-----|-----|------|------|-------|-----------|
| Veloc. (m/s) | | D I R E Ç Ã O | | | | | | | | | | | | | | | | Tot. | Perc. | Dir. Méd. |
| | | N | NNE | NE | ENE | E | ESE | SE | SSE | S | SSW | SW | WSW | W | WNW | NW | NNW | | | |
| 0.0- 1.0 | 2 | 4 | 0 | 0 | 3 | 1 | 2 | 0 | 3 | 4 | 4 | 5 | 9 | 6 | 4 | 5 | 52 | 0.8 | 279 | |
| 1.0- 2.0 | 42 | 42 | 45 | 29 | 32 | 11 | 18 | 7 | 24 | 19 | 49 | 129 | 310 | 134 | 55 | 30 | 976 | 15.1 | 280 | |
| 2.0- 3.0 | 63 | 144 | 156 | 163 | 142 | 66 | 37 | 30 | 29 | 25 | 71 | 143 | 465 | 93 | 23 | 22 | 1672 | 25.9 | 323 | |
| 3.0- 4.0 | 44 | 136 | 258 | 290 | 251 | 146 | 86 | 52 | 42 | 29 | 24 | 29 | 48 | 7 | 7 | 9 | 1458 | 22.5 | 76 | |
| 4.0- 5.0 | 19 | 105 | 207 | 212 | 238 | 175 | 77 | 51 | 16 | 13 | 10 | 5 | 3 | 0 | 1 | 1 | 1133 | 17.5 | 81 | |
| 5.0- 6.0 | 6 | 48 | 111 | 60 | 83 | 47 | 32 | 20 | 11 | 4 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 424 | 6.6 | 77 | |
| 6.0- 7.0 | 3 | 23 | 32 | 8 | 20 | 15 | 9 | 6 | 1 | 2 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 120 | 1.9 | 71 | |
| 7.0- 8.0 | 1 | 7 | 3 | 1 | 5 | 2 | 4 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 27 | 0.4 | 76 | |
| 8.0- 9.0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4 | 0.1 | 70 | |
| Total | 180 | 511 | 812 | 763 | 775 | 464 | 265 | 169 | 126 | 96 | 159 | 311 | 836 | 241 | 91 | 67 | 5866 | | | |
| Porc. | 3.1 | 8.7 | 13.8 | 13.0 | 13.2 | 7.9 | 4.5 | 2.9 | 2.1 | 1.6 | 2.7 | 5.3 | 14.3 | 4.1 | 1.6 | 1.1 | | | | |
| Vel. méd. | 2.7 | 3.4 | 3.7 | 3.5 | 3.6 | 3.8 | 3.7 | 3.7 | 2.9 | 2.8 | 2.2 | 2.0 | 2.0 | 1.7 | 1.7 | 1.9 | | | | |
| Vel. máx. | 7.7 | 8.2 | 7.7 | 7.7 | 8.2 | 8.2 | 7.7 | 7.7 | 6.7 | 6.2 | 5.1 | 4.1 | 5.1 | 6.2 | 7.7 | 4.1 | | | | |
| Perct. (0.9) | 4.0 | 5.0 | 5.0 | 4.0 | 5.0 | 5.0 | 5.0 | 5.0 | 4.0 | 4.0 | 3.0 | 3.0 | 2.0 | 2.0 | 2.4 | 3.0 | | | | |

A **Tabela II.5.1.1-13** apresenta a distribuição de ocorrência conjunta de intensidades e direções do vento Ilhéus para o inverno. Observa-se que os ventos mais frequentes são provenientes das direções SW (12,8%) e SSW (10,8%). Os ventos com velocidades médias máximas vieram de SSE (4,6 m/s) e S (4,5 m/s); e os ventos mais fortes registrados foram provenientes de SE (9,8 m/s). Do total de registros, 90% têm intensidades iguais ou inferiores a 7,0 m/s, como indicam os percentis apresentados na tabela.

Tabela II.5.1.1-13 - Diagrama de ocorrência conjunta de intensidade e direção do vento de Ilhéus/METAR para inverno no período de 2008 a 2010.

| Ocorrência conjunta de intensidade (m/s) e direção do Vento. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|-----------------|-----|-----|-----|-----|-----|------------|------------|------------|-------------|-------------|-----|------|-----|-----|-----|------|-------|-----------|
| Obs.: a direção é medida em graus a partir do Norte geográfico, convenção meteorológica. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Veloc. (m/s) | D I R E C Ç Ã O | | | | | | | | | | | | | | | | Tot. | Perc. | Dir. Méd. |
| | N | NNE | NE | ENE | E | ESE | SE | SSE | S | SSW | SW | WSW | W | WNW | NW | NNW | | | |
| 0.0- 1.0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 2 | 3 | 2 | 3 | 2 | 0 | 18 | 0.3 | 272 |
| 1.0- 2.0 | 7 | 8 | 16 | 15 | 8 | 12 | 14 | 19 | 24 | 34 | 51 | 99 | 250 | 83 | 26 | 4 | 670 | 10.1 | 259 |
| 2.0- 3.0 | 6 | 19 | 24 | 35 | 58 | 50 | 54 | 49 | 75 | 118 | 230 | 232 | 564 | 86 | 7 | 6 | 1613 | 24.4 | 241 |
| 3.0- 4.0 | 11 | 17 | 43 | 44 | 107 | 105 | 144 | 105 | 110 | 179 | 244 | 132 | 132 | 7 | 1 | 2 | 1383 | 20.9 | 185 |
| 4.0- 5.0 | 1 | 10 | 28 | 26 | 69 | 110 | 187 | 136 | 137 | 179 | 154 | 45 | 22 | 0 | 1 | 0 | 1105 | 16.7 | 167 |
| 5.0- 6.0 | 1 | 1 | 5 | 2 | 42 | 67 | 126 | 120 | 102 | 70 | 47 | 6 | 0 | 0 | 0 | 0 | 589 | 8.9 | 157 |
| 6.0- 7.0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 13 | 44 | 60 | 78 | 75 | 37 | 18 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 327 | 5.0 | 158 |
| 7.0- 8.0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 4 | 9 | 23 | 35 | 43 | 11 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 130 | 2.0 | 160 |
| 8.0- 9.0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 4 | 2 | 7 | 16 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 32 | 0.5 | 161 |
| 9.0- 10.0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 1 | 1 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 6 | 0.1 | 148 |
| Total | 27 | 56 | 119 | 123 | 303 | 403 | 611 | 550 | 584 | 632 | 749 | 518 | 970 | 179 | 37 | 12 | 5873 | | |
| Porc. | 0.5 | 1.0 | 2.0 | 2.1 | 5.2 | 6.9 | 10.4 | 9.4 | 9.9 | 10.8 | 12.8 | 8.8 | 16.5 | 3.0 | 0.6 | 0.2 | | | |
| Vel. méd. | 2.5 | 2.8 | 3.2 | 3.0 | 3.7 | 4.2 | 4.4 | 4.6 | 4.5 | 3.8 | 3.3 | 2.6 | 2.2 | 1.8 | 1.6 | 2.1 | | | |
| Vel. máx. | 5.1 | 5.1 | 7.2 | 5.1 | 8.2 | 9.3 | 9.8 | 9.3 | 9.3 | 8.2 | 7.7 | 6.2 | 4.6 | 3.1 | 4.1 | 3.1 | | | |
| Perct. (0.9) | 3.0 | 4.0 | 4.0 | 4.0 | 5.0 | 6.0 | 6.0 | 6.0 | 7.0 | 5.0 | 4.0 | 3.7 | 3.0 | 2.0 | 2.0 | 3.0 | | | |

O comportamento observado para os conjuntos de dados analisados indica predomínio dos ventos alísios sobre a região e uma influência da variação sazonal da ZCIT. O vento predominante na região é proveniente de E/SE durante todo ano. A componente de E é mais intensa durante o verão e a componente de S mais intensa durante o inverno. Nas estações mais ao sul (Ilhéus/METAR e Manati/PB) verificou-se a influência da variação sazonal da ASA, com ocorrência de ventos de NE na primavera e no verão. As circulações locais possivelmente presentes na região (por exemplo, brisa marítima/terrestre) foram evidentes principalmente na estação Ilhéus/METAR.

Caracterização das Condições Extremas do Regime de Ventos

Uma caracterização dos eventos extremos de vento foi realizada para o período de 1961 a 2010 com base nos dados no NCEP1. Segundo WILKS (1995) o termo *eventos extremos* indica os maiores (ou menores) valores de uma variável em um determinado número de observações. Desta forma, para caracterização de condições extremas, foram considerados os maiores valores da velocidade do vento.

Dois critérios foram utilizados para selecionar os eventos extremos:

- 1º) valor médio mais um desvio padrão (representando aproximadamente o percentil de 85%);
- 2º) valor médio mais dois desvios padrão (representando aproximadamente o percentil de 95%).

A **Figura II.5.1.1-27** e a **Figura II.5.1.1-28** apresentam os histogramas direcionais dos eventos extremos de vento de acordo com o primeiro e o segundo critério, respectivamente. A direção apresentada refere-se ao norte geográfico e segue a convenção meteorológica. A intensidade é apresentada em (m/s) e a escala de cores representa a porcentagem de observações (Perc. Obs.). Para ambos os critérios a maior parte dos eventos mais intensos de vento foram provenientes de ENE, SE e SSE.

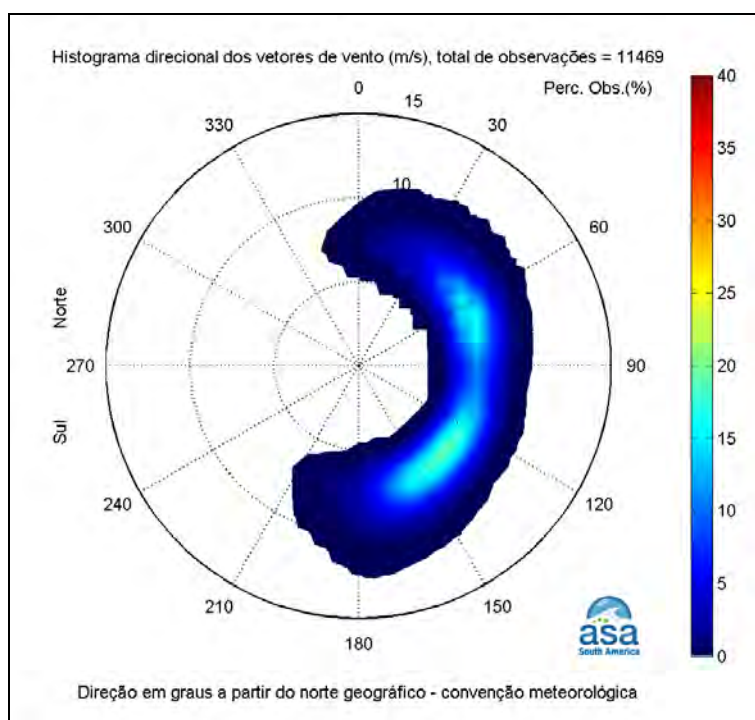


Figura II.5.1.1-27 - Histograma direcional dos eventos extremos de vento selecionados pelo primeiro critério para o período de 1961 a 2010.

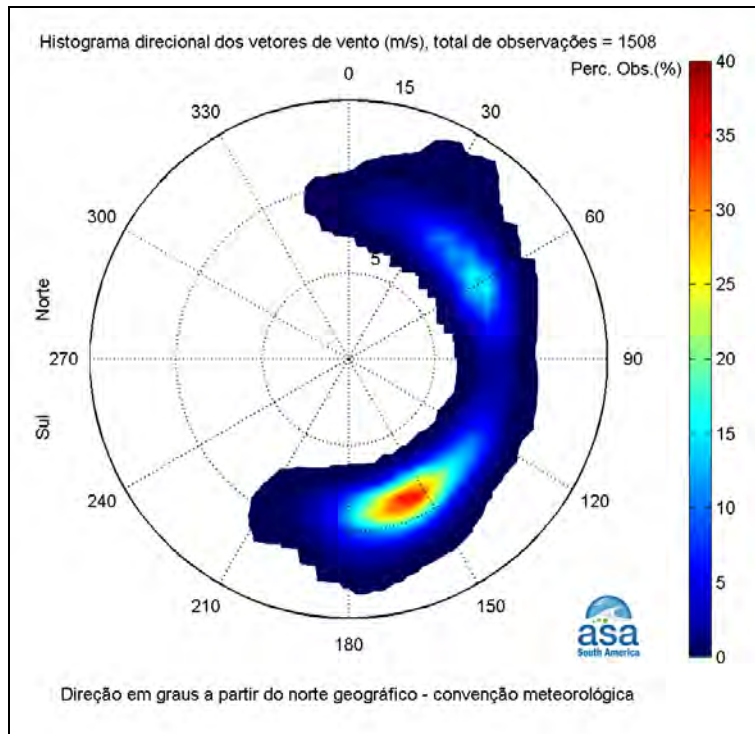


Figura II.5.1.1-28 - Histograma direcional dos eventos extremos de vento selecionados pelo segundo critério para o período de 1961 a 2010.

A **Tabela II.5.1.1-14** apresenta a distribuição de ocorrência conjunta de intensidades e direções do vento NCEP1 para o período de 1961 a 2010. Nota-se que os eventos com velocidade acima de 8 m/s foram provenientes principalmente de quadrante leste e sul. Os ventos com velocidades máximas foram provenientes de SSE (5,7 m/s) e S (5,6 m/s). Os ventos mais intensos observados vieram de NNE e S.

Tabela II.5.1.1-14 - Diagrama de ocorrência conjunta de intensidade e direção do vento NCEP1 para o período de 1961 a 2010.

| Ocorrência conjunta de intensidade (m/s) e direção do Vento. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|---------------|-------------|------|-------|-------|-------|-------|------------|-------------|------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-------|-------|------------|
| Obs.: a direção é medida em graus a partir do Norte geográfico, convenção meteorológica. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Vel oc. (m/s) | D I R E Ç Ã O | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | N | NNE | NE | ENE | E | ESE | SE | SSE | S | SSW | SW | WSW | W | WNW | NW | NNW | Tot. | Perc. | Di r. Méd. |
| 0.0- 1.0 | 12 | 27 | 26 | 41 | 28 | 53 | 32 | 31 | 20 | 19 | 6 | 17 | 10 | 5 | 9 | 21 | 357 | 0.5 | 99 |
| 1.0- 2.0 | 60 | 116 | 171 | 282 | 290 | 287 | 231 | 133 | 77 | 43 | 27 | 26 | 21 | 11 | 21 | 25 | 1821 | 2.5 | 96 |
| 2.0- 3.0 | 81 | 231 | 476 | 882 | 1087 | 1097 | 698 | 390 | 133 | 48 | 12 | 7 | 6 | 18 | 9 | 34 | 5209 | 7.1 | 97 |
| 3.0- 4.0 | 93 | 351 | 933 | 1921 | 2537 | 2549 | 1658 | 665 | 192 | 57 | 9 | 4 | 3 | 1 | 7 | 18 | 10998 | 15.1 | 98 |
| 4.0- 5.0 | 81 | 453 | 1339 | 2713 | 3629 | 3909 | 2784 | 977 | 205 | 34 | 6 | 1 | 0 | 2 | 5 | 10 | 16148 | 22.1 | 99 |
| 5.0- 6.0 | 77 | 428 | 1420 | 2767 | 3428 | 4278 | 3362 | 1300 | 227 | 25 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 12 | 17326 | 23.7 | 102 |
| 6.0- 7.0 | 68 | 389 | 1187 | 2118 | 2148 | 2628 | 2688 | 1370 | 281 | 27 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 12907 | 17.7 | 104 |
| 7.0- 8.0 | 31 | 226 | 692 | 1117 | 688 | 803 | 1235 | 938 | 215 | 20 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 5966 | 8.2 | 105 |
| 8.0- 9.0 | 15 | 77 | 207 | 262 | 89 | 130 | 316 | 549 | 155 | 10 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1810 | 2.5 | 120 |
| 9.0-10.0 | 6 | 18 | 47 | 35 | 3 | 4 | 40 | 169 | 76 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 401 | 0.5 | 139 |
| 10.0-11.0 | 1 | 4 | 5 | 1 | 0 | 0 | 3 | 41 | 25 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 82 | 0.1 | 159 |
| 11.0-12.0 | 0 | 3 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4 | 9 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 17 | 0.0 | 158 |
| 12.0-13.0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4 | 0.0 | 157 |
| Total | 525 | 2324 | 6504 | 12139 | 13927 | 15738 | 13047 | 6567 | 1618 | 288 | 63 | 55 | 40 | 37 | 51 | 123 | 73046 | | |
| Porc. | 0.7 | 3.2 | 8.9 | 16.6 | 19.1 | 21.5 | 17.9 | 9.0 | 2.2 | 0.4 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.2 | | | |
| Vel. méd. | 4.3 | 4.9 | 5.2 | 5.0 | 4.8 | 4.9 | 5.2 | 5.7 | 5.6 | 4.0 | 2.4 | 1.4 | 1.5 | 2.0 | 2.1 | 2.7 | | | |
| Vel. máx. | 10.1 | 12.7 | 11.3 | 10.3 | 9.5 | 9.6 | 10.4 | 11.8 | 12.1 | 10.4 | 6.3 | 4.1 | 3.7 | 4.9 | 4.8 | 7.4 | | | |
| Perct. (0.9) | 7.0 | 7.0 | 7.0 | 7.0 | 6.0 | 6.0 | 7.0 | 8.0 | 8.0 | 7.0 | 4.0 | 2.0 | 2.0 | 2.0 | 3.4 | 5.0 | | | |

Na **Tabela II.5.1.1-15** apresenta-se, ainda, a distribuição sazonal dos eventos extremos ocorridos entre 1961 e 2010. Nota-se que a maior quantidade de eventos extremos ocorre na primavera e no inverno.

Tabela II.5.1.1-15 - Número de eventos extremos de vento no verão (dezembro-janeiro-fevereiro), outono (março-abril-maio), inverno (junho-julho-agosto) e primavera (setembro-outubro-novembro).

| ESTAÇÃO | 1º Critério | 2º Critério |
|-----------|----------------------|-----------------------|
| | $\bar{V}_v + \sigma$ | $\bar{V}_v + 2\sigma$ |
| Verão | 2465 | 216 |
| Outono | 1421 | 182 |
| Inverno | 3977 | 690 |
| Primavera | 3606 | 420 |

A variação da quantidade de eventos extremos por ano no período de 1961 a 2010 pode ser observada na **Figura II.5.1.1-29**. É possível notar uma tendência de aumento na quantidade de aumentos extremos de vento no período analisado, mas é importante ter cautela ao interpretar estes resultados, uma vez que houve uma grande melhoria na qualidade dos dados nas últimas décadas. Outra característica marcante nos eventos extremos é sua variabilidade interanual, que está normalmente associada a anomalias de temperatura da superfície do mar no Atlântico e Pacífico tropical (CAVALCANTI *et al.*, 2009).

Nos resultados apresentados verifica-se que os eventos extremos de vento foram, em geral, provenientes do quadrante ENE, SE e SSE. Esses eventos podem estar associados à propagação de perturbações de leste, períodos de intensificação da ASAS, variações na ZCIT, ou mesmo a passagem de sistemas frontais que podem atingir a região. Com relação à sazonalidade destes eventos, observa-se uma maior ocorrência durante o inverno e a primavera, quando a ASAS e a ZCIT encontram-se mais ao norte.

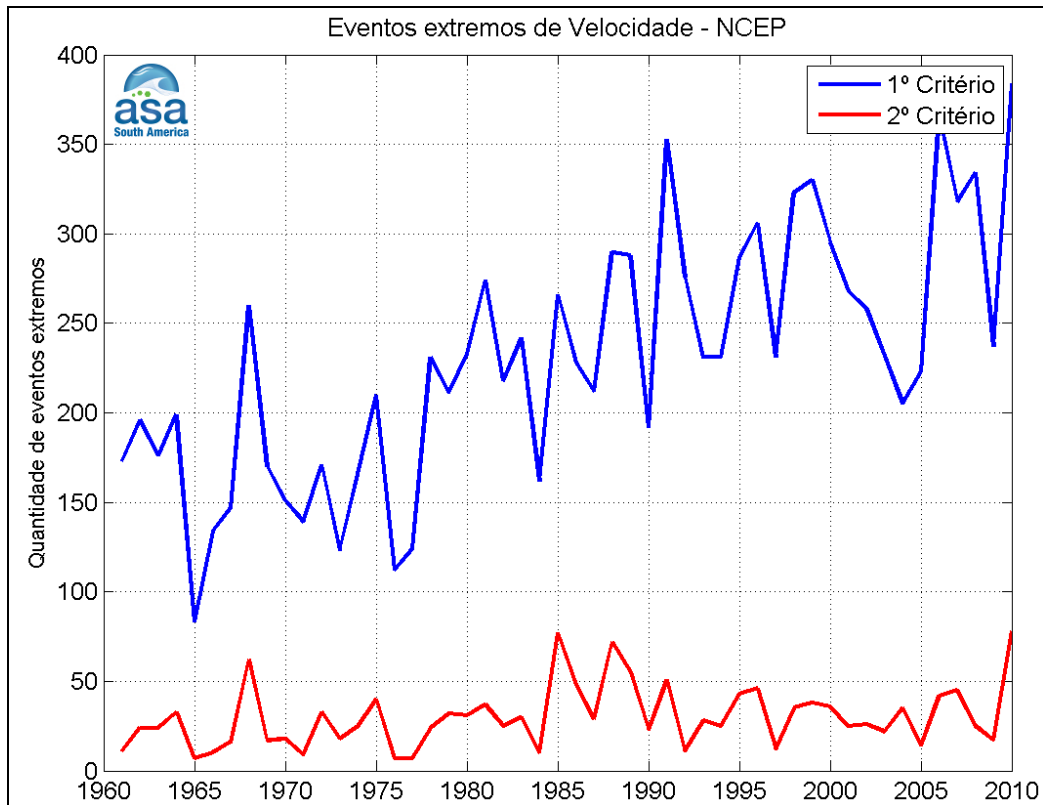


Figura II.5.1.1-29 - Variação anual da quantidade de eventos extremos de vento no período de 1961 a 2010 (NCEP1).

Análise dos Ventos Considerados nas Modelagens Hidrodinâmica e de Dispersão de Óleo

Para dar suporte às modelagens hidrodinâmica e de dispersão de óleo apresentadas em ASA (2011) foram realizadas análises de vento para a região considerando pontos de dados de reanálise do NCEP (NCEP1 e NCEP4) e dados de METAR (Aracaju, Salvador e Ilhéus), que abrangem o domínio modelado.

Da **Figura II.5.1.1-30** à **Figura II.5.1.1-34** são apresentados os diagramas tipo *stick plot* das séries temporais dos ventos de Aracaju, Salvador e Ilhéus, característicos de regiões costeiras (METAR) e oceânicas (NCEP/NCAR), para o ano de 2004. Observa-se que, de modo geral, há boa concordância entre dados e resultados de reanálise; durante os meses de inverno o padrão predominante é do quadrante sul, enquanto que no verão é do quadrante leste.

Observa-se, também, que há uma transição entre predomínio do regime da ASAS, em Ilhéus, para o predomínio do regime da ZCIT, em Salvador e Aracaju.

Durante o verão, nos aeroportos de Aracaju e Salvador, há predominância de ventos de leste e leste-sudeste, condizentes com o posicionamento mais ao sul da ZCIT. Já em Ilhéus, o predomínio é de ventos de nordeste, condizente com o padrão de verão da ASAS. No inverno, enquanto Aracaju e Salvador apresentam predomínio de ventos de sudeste, no Aeroporto de Ilhéus, há predomínio de ventos de sul-sudoeste.

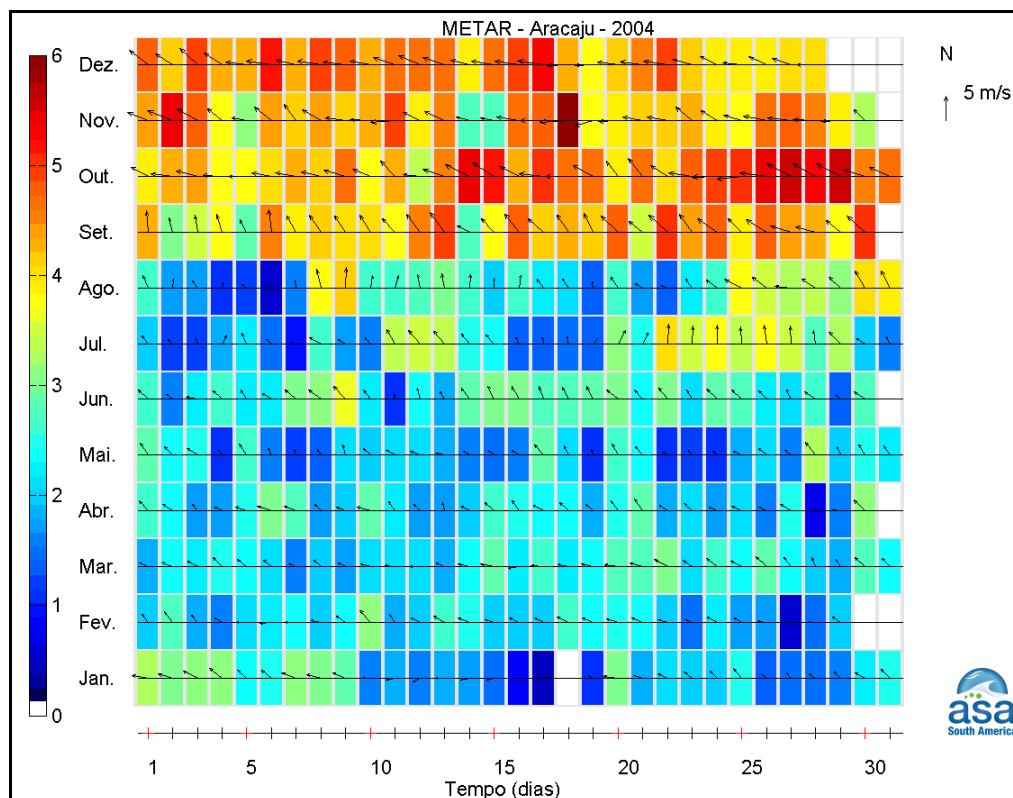


Figura II.5.1.1-30 - Diagramas stick plot dos dados de vento de Aracaju/METAR durante o ano de 2004.

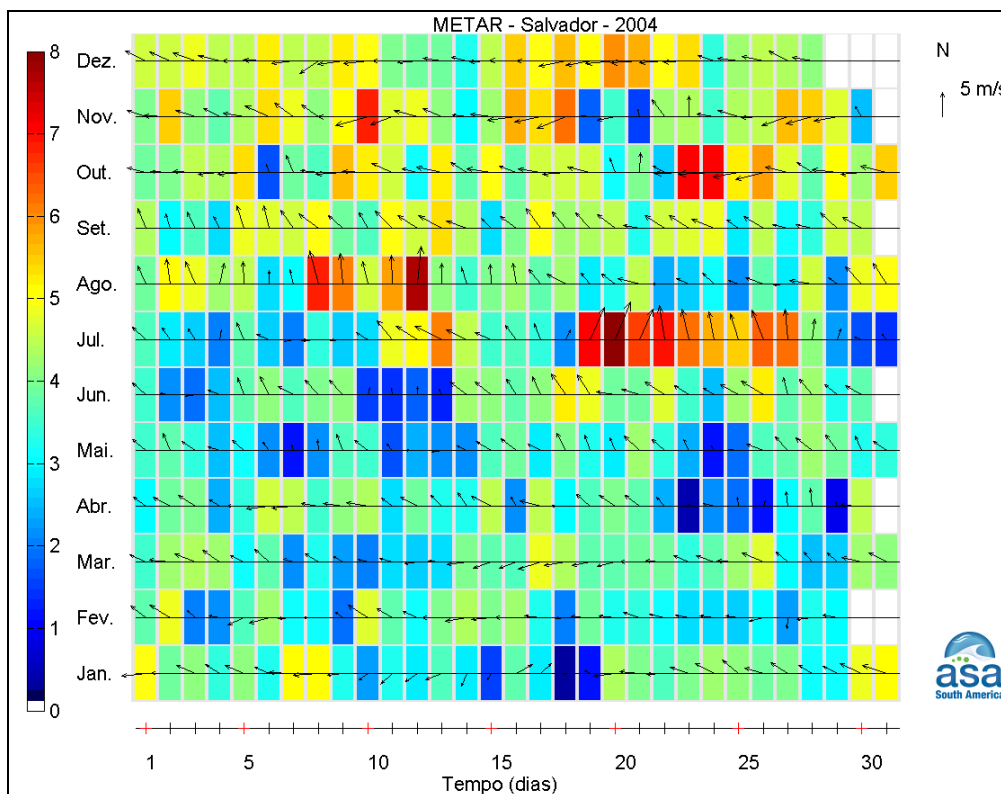


Figura II.5.1.1-31 - Diagramas stick plot dos dados de vento de Salvador/METAR durante o ano de 2004.

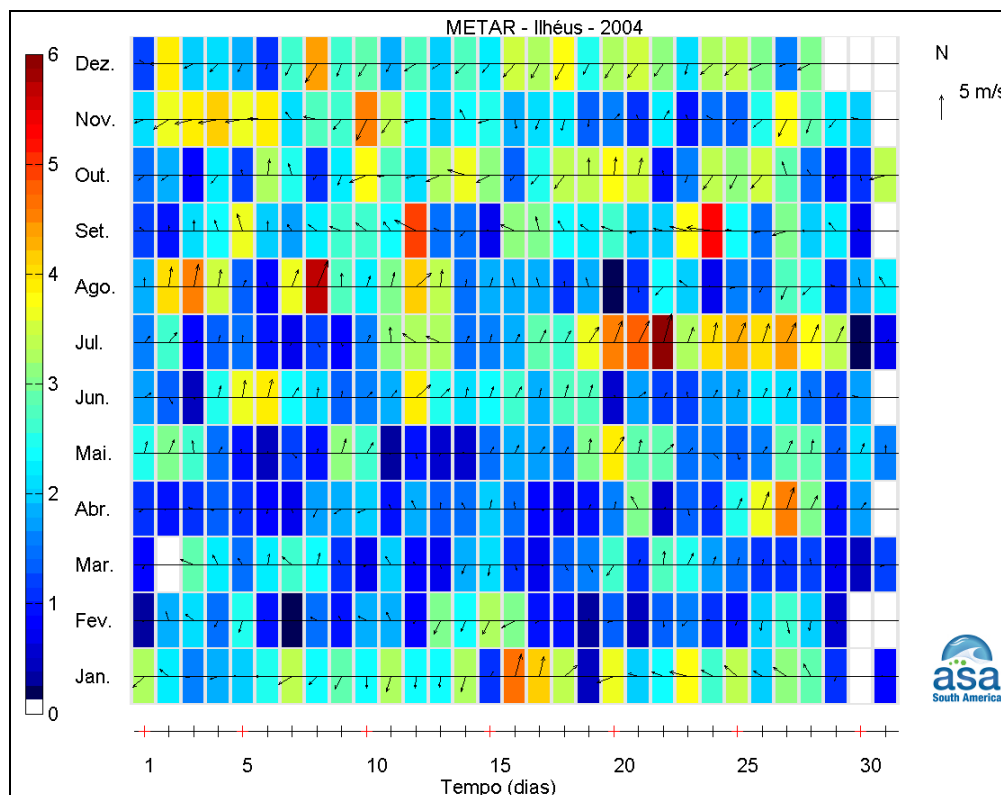


Figura II.5.1.1-32 - Diagramas stick plot dos dados de vento de Ilhéus/METAR durante o ano de 2004.

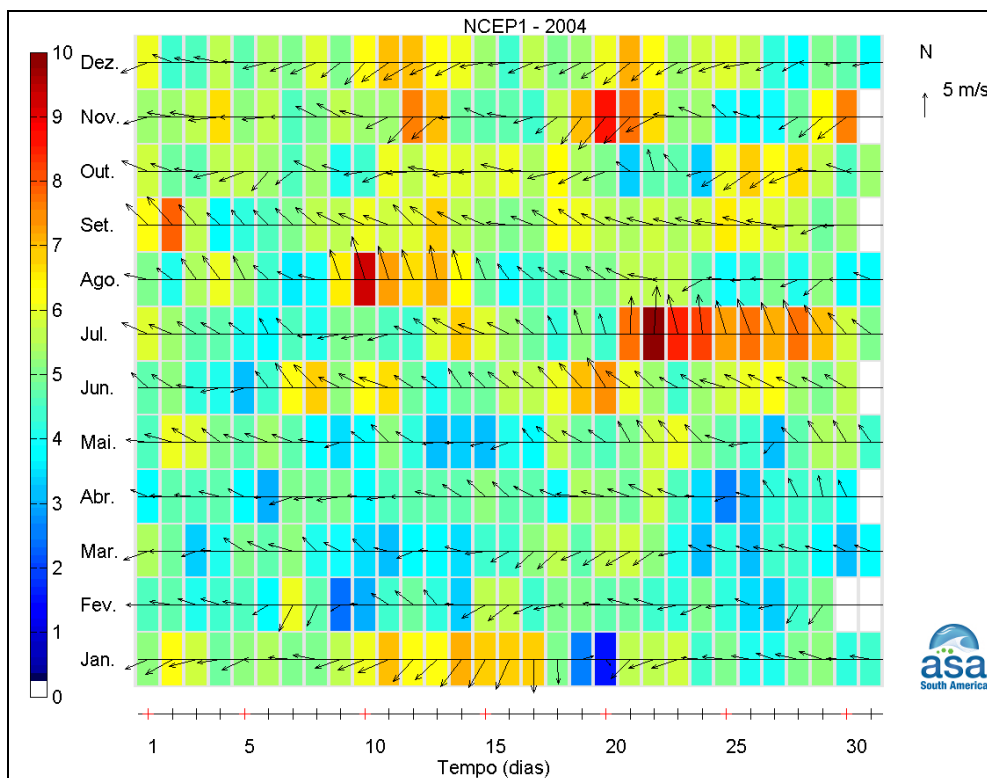


Figura II.5.1.1-33 - Diagramas stick plot dos dados de vento NCEP1 durante o ano de 2004.

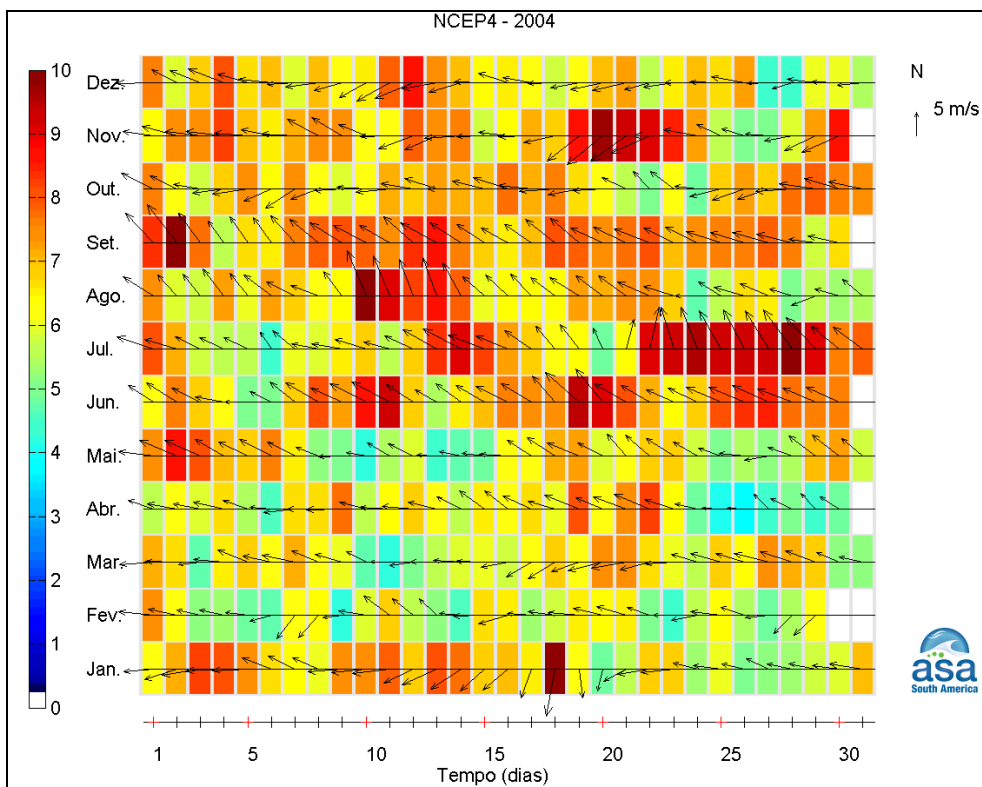


Figura II.5.1.1-34 - Diagramas stick plot dos dados de vento de NCEP4 durante o ano de 2004.

Considerações finais sobre os aspectos meteorológicos da área de estudo

O Nordeste do Brasil (NEB) está sob influência da ASAS, da ASAN e do cavado equatorial, cujas variações sazonais de intensidade e posicionamento determinam o clima na região (CAVALCANTI *et al.*, 2009). A circulação em superfície no Atlântico tropical está associada aos alísios de SE, na borda norte da ASAS, e os alísios de NE, na borda sul do ASAN (CAVALCANTI *et al.*, *op. cit.*). Na região de convergência dos alísios de NE e de SE encontra-se a ZCIT, que apresenta movimentos ascendentes, baixas pressões, nebulosidade e chuvas abundantes.

A análise dos parâmetros contemplados neste estudo indica uma pequena amplitude de temperatura, pelo fato da região situar-se em latitudes tropicais. A estação chuvosa ocorre durante o outono e pode ser justificada por perturbações costeiras associadas à brisa e pela propagação de distúrbios de leste (MOLION & BERNARDO, 2002).

O vento predominante na região é proveniente de E/SE durante todo ano, devido à influência dos alísios e da borda norte da ASAS. A componente de E é mais intensa durante o verão e a componente de S mais intensa durante o inverno.

Os eventos extremos de vento provenientes de ENE e SE na região são caracterizados por uma intensificação do padrão de vento predominante e devem estar associados à propagação de perturbações de leste ou a períodos de intensificação da ASAS. Eventos extremos de SSE podem estar associados em alguns casos ao deslocamento de sistemas frontais que podem atingir a região. Com relação à sazonalidade destes eventos, observa-se uma maior ocorrência durante o inverno e a primavera, quando a ASAS e a ZCIT encontram-se mais ao norte.

II.5.1.2 - Geologia e Geomorfologia

Caracterização Geológico-Geomorfológica

As bacias de Camamu e Almada situam-se na porção sul do litoral do Estado da Bahia. A Bacia de Camamu, abrangendo parte da planície costeira, limita-se ao norte com as bacias de Jacuípe e Recôncavo, através da Falha da Barra. O seu limite sul com a Bacia de Almada ocorre próximo ao Alto de Itacaré. A Bacia de Almada, por sua vez, limita-se ao sul com a Bacia de Jequitinhonha, através do Alto de Olivença. Estas bacias totalizam uma área de 22.900 km² até o limite da cota batimétrica de 3.000 m, sendo 16.500 km² pertencentes à Bacia de Camamu e 6.400 km² à Bacia de Almada.

Arcabouço Estrutural

Quatro grandes unidades geológico-geomorfológicas podem ser identificadas nos municípios costeiros que bordejam a área de influência das Concessões BM-CAL-11 e BM-CAL-12 (**Figura II.5.1.2-1**):

- O Embasamento Cristalino que aflora ao longo de toda a região oeste da área de estudo, composto de rochas de idade precambriana;
- As bacias de Camamu e Almada constituídas por sedimentos jurássicos e cretáceos;
- Os Tabuleiros Costeiros, constituídos pelos sedimentos terciários do Grupo Barreiras e dispostos de maneira descontínua sobre o embasamento e capeando as rochas da Bacia de Camamu;
- As Planícies Quaternárias, constituídas de depósitos de origem marinho-transicional, continental e de recifes de corais.

Segundo BARBOSA e DOMINGUEZ (1996), o Embasamento Pré-cambriano (Pε), é representado na área de estudo, por rochas granulíticas do Cinturão Itabuna-Salvador-Curaçá, sendo formado essencialmente de enderbitos,



trondhjemitos, basaltos, gabros, noritos, e quartzo-monzonitos com idades variando entre o Paleoproterozóico e o Neoproterozóico.

Bacia de Camamu

A Bacia de Camamu é controlada principalmente por um sistema de falhas orientadas na direção SW-NE, na qual três compartimentos estruturais são identificados. O Compartimento Interno representa o embasamento, e está limitado pela Falha de Maragogipe e uma primeira charneira marcada pela Falha da Barra. A Falha da Barra marca também o limite entre a Bacia de Camamu e a Bacia do Recôncavo. O Compartimento Central apresenta o embasamento rebaixado e sua profundidade varia de 3 km a 5 km. Aqui a seção sedimentar está relacionada à fase rifte (formações Morro do Barro e Rio de Contas). O Compartimento Externo, onde se estima que o embasamento esteja a mais de 6 km de profundidade, está posicionado na porção leste das bacias. Sobre este embasamento, NETTO e RAGAGNIN (1990), sugerem que tenha se depositado um expressivo pacote sedimentar da Formação Rio de Contas.

Os falhamentos principais apresentam-se descontínuos devido às estruturas mais novas e transversais. O Alto de Itacaré, ao sul da Bacia de Camamu, pode ter sido formado a partir da movimentação lateral de falhas transcorrentes. Atualmente, considera-se o citado alto como o limite entre a Bacia de Camamu e a Bacia de Almada (**Figura II.5.1.2-2**).

A área do Bloco BM-CAL-11, situado na porção sul da Bacia de Camamu, encontra-se no contexto tectônico e sedimentar do Compartimento Externo (**Figura II.5.1.2-3 e Figura II.5.1.2-4**).



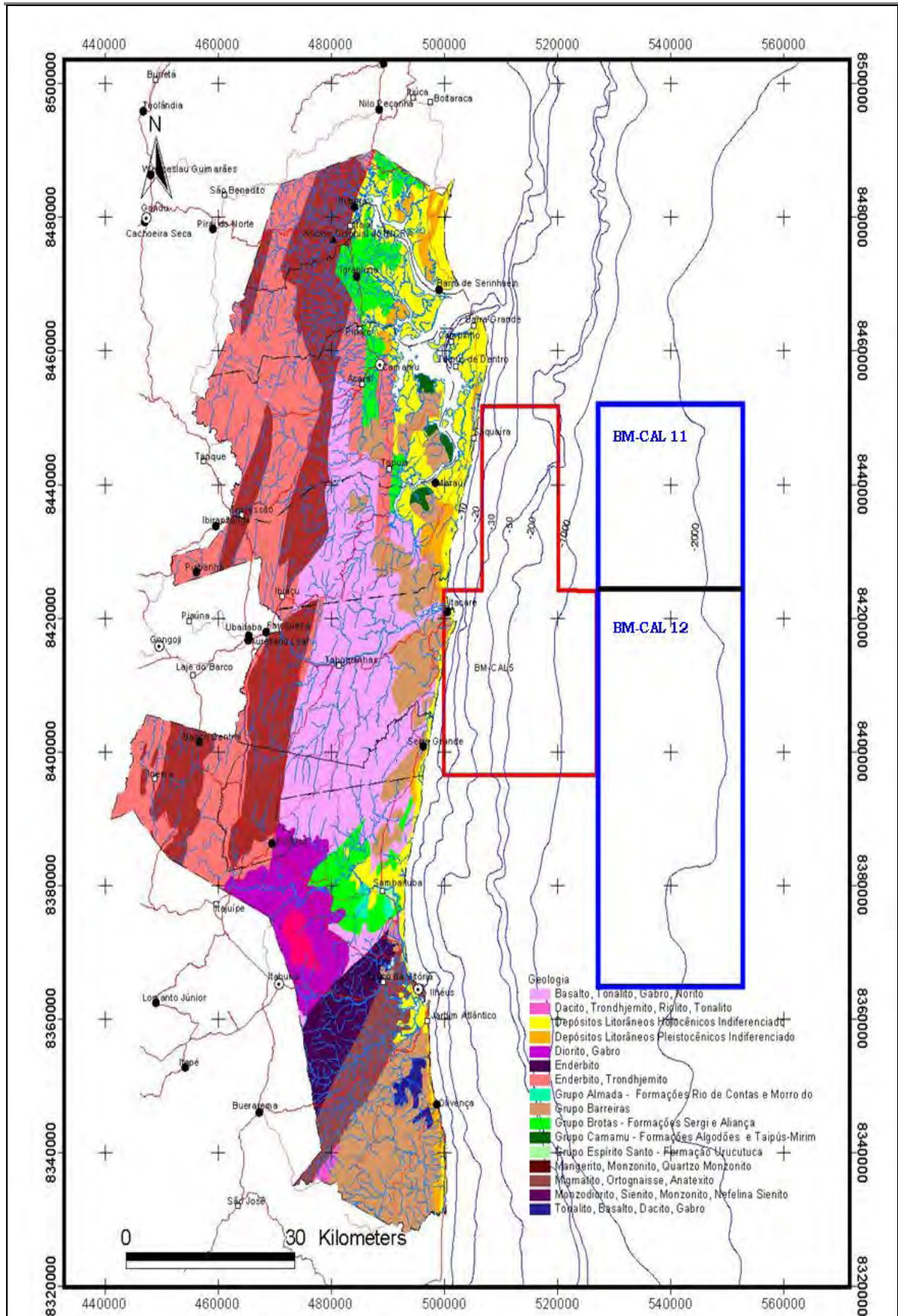


Figura II.5.1.2-1 – Principais unidades litológicas na área de estudo das Concessões BM-CAL-11/12.

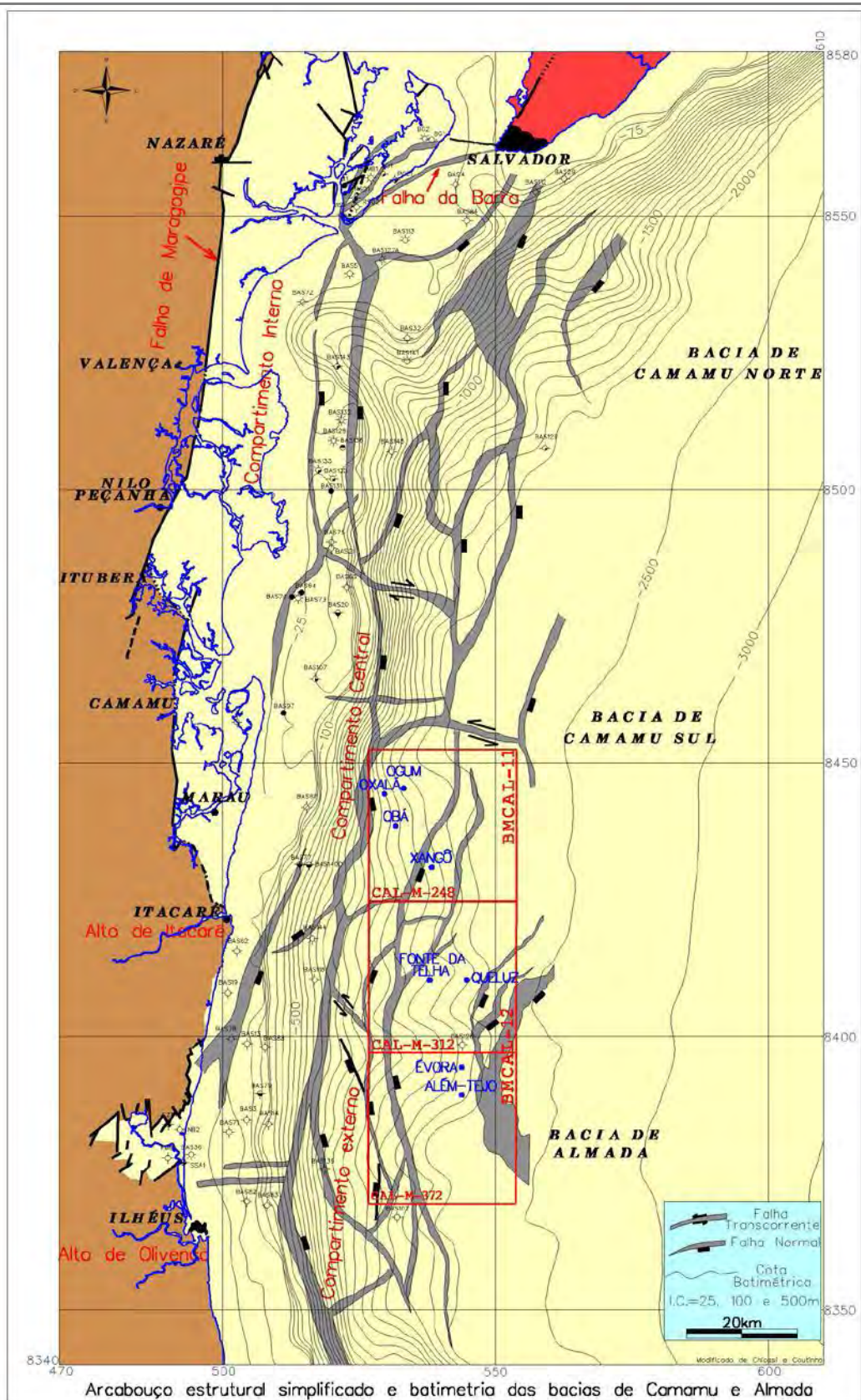


Figura II.5.1.2-2 – Arcabouço estrutural regional das bacias de Camamu e Almada com a batimetria, os pontos para perfuração e os limites das Concessões BM-CAL-11/12.

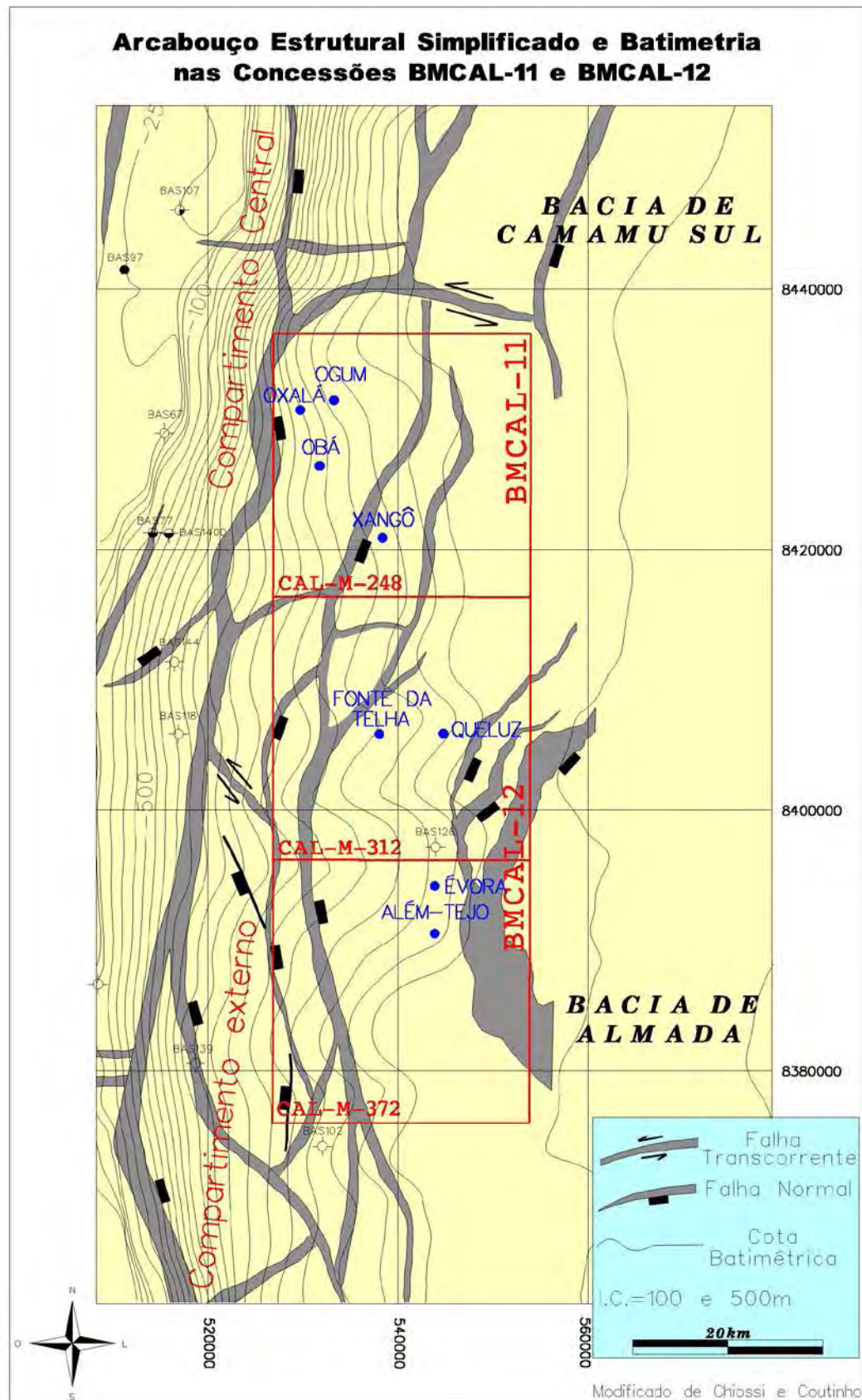
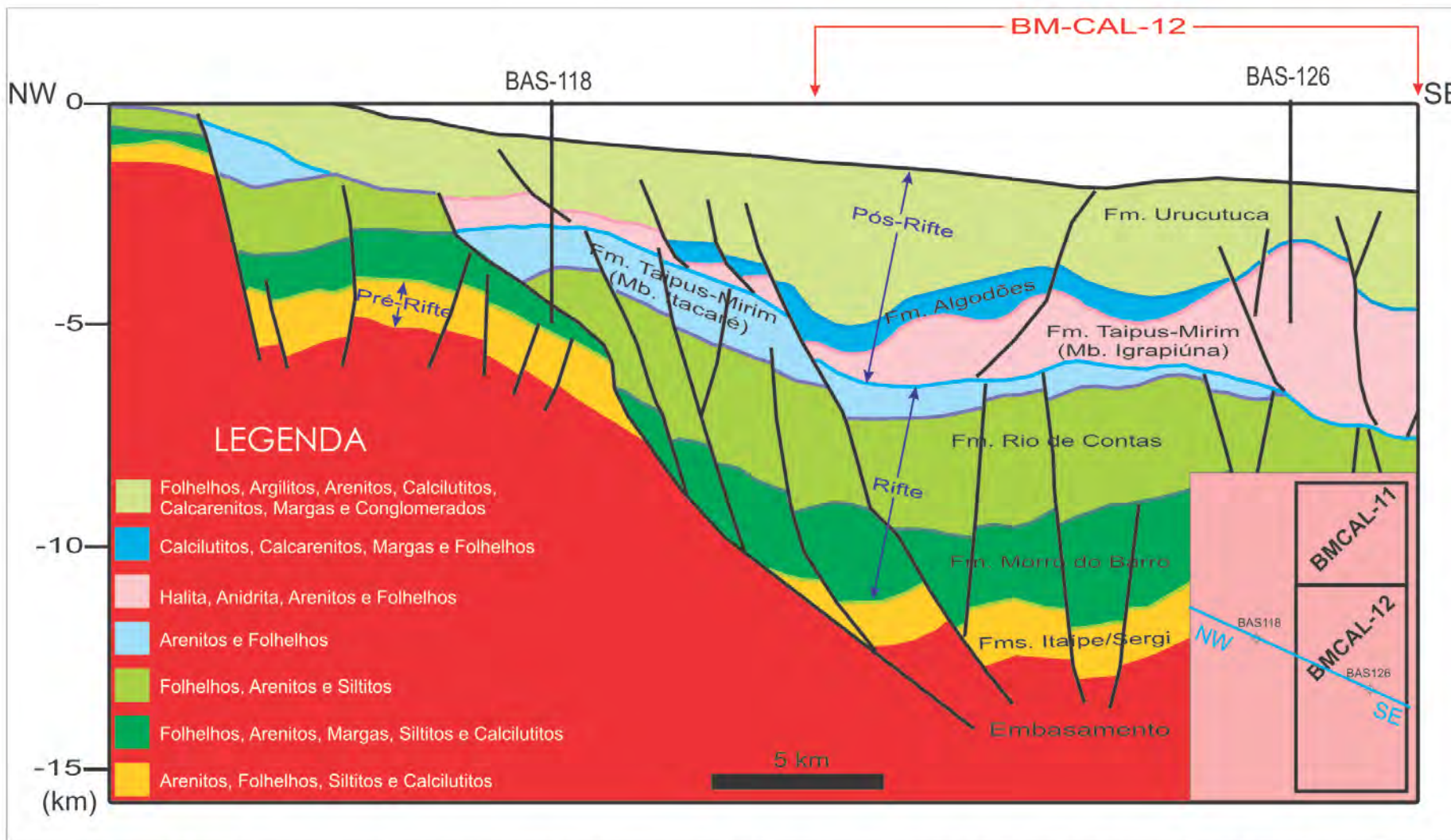


Figura II.5.1.2-3 – Arcabouço Estrutural em detalhe com a batimetria, os pontos para perfuração e os limites das Concessões BM-CAL-11/12.



Seção geológica NW/SE mostrando a litoestratigrafia e os sedimentos que preenchem a bacia nas áreas dos blocos BM-CAL-11 e BM-CAL-12. Na legenda estão descritas as litologias presentes nas unidades estratigráficas (modificada de Chiossi, D. S. N., Daniel, L. M. F., e outros, 2003).

Figura II.5.1.2-4 – Seção Geológica perpendicular ao mergulho regional da bacia.

Bacia de Almada

A Bacia de Almada é limitada ao norte pelo Alto de Itacaré e ao sul pelo Alto de Olivença (**Figura II.5.1.2-2**). A Bacia apresenta uma porção emersa com extensão de 200 km² e espessura máxima de 1.800 m. A porção submersa cobre uma área de aproximadamente 1.300 km² até a isóbata de 200 m, podendo conter uma espessura sedimentar superior a 6.000 m. Esta bacia mostra dois sistemas principais de falhas, formados durante a fase de rifteamento. O sistema primário encontra-se subparalelo a linha de costa, na direção SSW-NNE e SW-NE; o sistema secundário ocorre direção NNW (BRUHN & MORAES, 1989).

O preenchimento sedimentar da Bacia de Almada é muito semelhante ao da Bacia de Camamu a partir do Eocretáceo (NETTO *et al.* 1994). A principal diferença na estratigrafia das duas bacias encontra-se na fase pré-rifte. Na Bacia de Almada, a fase pré-rifte é caracterizada apenas pelos os arenitos da Formação Sergi (Grupo Brotas) de idade jurássica.

Na Bacia de Almada situam-se os blocos da Concessão BM-CAL-12. Da mesma forma que a do BM-CAL-11, a área dessa Concessão está situada no contexto tectônico e sedimentar do Compartimento Externo (**Figura II.5.1.2-3 e Figura II.5.1.2-4**).

Estratigrafia

Bacia de Camamu

A Bacia de Camamu é uma das bacias sedimentares da margem leste brasileira, formada no Juro-Cretáceo, estando sua origem associada à fase rifte de abertura do Oceano Atlântico Sul. FIGUEIREDO e Raja Gabaglia (1986) a classificou como sendo do tipo IS/IF/MS, ou seja, esta bacia apresenta três grandes seqüências sedimentares, relacionadas a três fases evolutivas importantes.

- Fase Pré-rifte (IS) - fase de sinéclise continental, preenchida por seqüências sedimentares continentais.



- Fase Rifte ou Intermediária (IF) - também chamada de fase sin-rifte, característica de uma bacia extensional de caráter intracontinental.
- Fase Pós-rifte (MS) - fase de sinéclise marginal ou margem passiva.

A estratigrafia da Bacia de Camamu é descrita a seguir com base no esquema proposto por Netto *et al.* (1994) (**Figura II.5.1.2-5**). Seu embasamento contém granulitos de idade Proterozóica inferior, os quais fazem parte do Escudo Oriental da Bahia - Granulitos da Bahia (INDA e BARBOSA, 1978). Sobre este embasamento depositaram-se, da base para o topo, as seguintes formações:

- Formação Afligidos – é composta por arenitos muito finos a médios, exibindo estratificação plano-paralela, intercalados com folhelhos, siltitos e lamitos (Membro Pedrão) e lamitos vermelhos com gretas de contração (Membro Cazumba).
- Formação Aliança – constituída por arenitos finos com estratificações cruzadas planares intercalados com folhelhos vermelhos.
- Formação Sergi – apresenta arenitos finos a conglomeráticos com estratificações cruzadas de grande porte e marcas de ondulação.
- Formação Itaípe - é caracterizada por depósitos fluvio-lacustrinos, formados por folhelhos cinzentos com intercalações marrom-avermelhadas na base e castanhas no topo. A porção central mostra um intervalo de arenito médio a fino submaturo.
- Formação Morro do Barro – representada por sedimentos clásticos de textura grossa. O membro Tinharé é formado por arenito granuloso. O Membro Jiribatuba aparece com folhelhos cinza-esverdeados a castanho escuro. Esta formação possui contato discordante com a Formação Itaípe.
- Formação Rio de Contas - consiste de depósitos siliciclásticos (folhelhos cinza-esverdeados associados a arenitos) correspondentes ao Membro Ilhéus e depósitos carbonáticos (margas esbranquiçadas e calcarenito biogênico com granulometria fina à grossa) agregados ao Membro Mutá.
- Formação Taipus-Mirim - é representada por dois membros. O Membro Serinhaém, composto por intercalações de arenitos cinza



claro a escuro, e folhelhos sílticos cinza escuro, castanho e preto, micáceo e carbonoso. E o Membro Igrapiúna, formado por calcários castanhos e amarelados, dolomitos, folhelhos castanhos. Observa-se a ocorrência localizada de espessas zonas de halita. Para o topo, destaca-se a presença de camadas diferenciadas de anidrita.

- Formação Algodões - caracterizada por calcarenitos e calcirruditos oolítico e pisolítico parcialmente dolomitizado. O Membro Quiepe é constituído por calcilitoossilífero (foraminíferos planctônicos).
- Grupo Espírito Santo - encontram-se inseridos neste grupo os folhelhos da Formação Urucutuca (com espessura de até 600 m, Bruhn e Moraes 1993), os carbonatos da Formação Caravelas e os arenitos da Formação Rio Doce.
- Formação Barreiras – também referida por alguns autores como Grupo Barreiras, consistindo em sedimentos clásticos de idade pliocênica, capeando a coluna estratigráfica. Os sedimentos variam desde conglomerados a lamitos com crosta limonítica, e estão descritos em detalhe mais adiante.

Na área emersa da bacia afloram apenas os Grupos Brotas (formações Afligidos, Aliança, Sergi e Itaípe) e o Grupo Camamu (formações Taipus-Mirim e Algodões).

Bacia de Almada

A Bacia de Almada tem muito em comum com a Bacia do Recôncavo, entretanto, a partir do início do Cretáceo, o preenchimento desta bacia difere do preenchimento do rifte do Recôncavo, justificando a definição de uma estratigrafia própria (**Figura II.5.1.2-6**) (NETTO *et al.*, 1994). A seção mais nova, neocretácea e terciária, assemelha-se à da Bacia do Espírito Santo, de onde foi adotada a litoestratigrafia formal da carta estratigráfica (NETTO *et al.*, 1994).

- Grupo Brotas – Formação Sergi:



A Formação Sergi é composta essencialmente por arenitos médios, moderadamente selecionados, submaturados, com estratificações cruzadas tabulares, com membros conglomeráticos polimíticos, suportados pela matriz arenosa ou por clastos intraformacionais, e também folhelhos intercalados. Essas rochas integram uma sequência *coarsening-upward* apresentando uma distribuição contínua e ocupando as porções mais elevadas nas bordas da bacia.

Esta formação encontra-se em desconformidade com as rochas granulíticas do embasamento. Um complexo sistema de falhas põe esta formação em contato com a suíte intrusiva Itabuna e com as demais formações da bacia. Os sedimentos da Formação Sergi foram depositados por um sistema de leques aluviais, sob um clima predominantemente árido. A espessura estimada para essa formação é de 180 m a 200 m (CARVALHO, 1965), aparentando um adelgaçamento na direção sul.

A Formação Aliança, que também compõe o Grupo Brotas, não foi encontrada aflorando no mapeamento de Carvalho, mas este autor admite que a formação ocorra em subsuperfície e sugere a existência de uma discordância Sergi / Aliança (CARVALHO, 1965).

- Formação Itaípe:

Designa os sedimentos clásticos finos sobrepostos aos arenitos da Formação Sergi e sotopostos aos clásticos finos e grossos da Formação Morro do Barro. Essa formação caracteriza-se por um conjunto de sedimentos, representados por folhelhos cinzentos na base, arenitos médios a finos, texturalmente submaturados em sua porção intermediária e folhelhos cinzentos com intercalações de folhelhos castanhos no topo.

O contato basal é transicional com a Formação Sergi e o do topo é discordante com a Formação Morro do Barro. A espessura máxima encontrada para esta formação é de 466 m. Suas datações bioestratigráficas sugerem para a Formação Itaípe a idade Rio da Serra Inferior, representando uma transição da fase pré-rifte para rifte, caracterizando uma sedimentação flúvio-lacustre.

A Formação Itaípe correlaciona-se com os folhelhos da Formação Itaparica, os arenitos da Formação Água Grande e o Membro Tauá, da Bacia do



Recôncavo. Correlaciona-se ainda, com a porção basal da Formação Barra de Itiúba da Bacia de Sergipe – Alagoas (NETTO *et al.*, 1994).

- Formação Morro do Barro:

A Formação Morro do Barro é subdividida em dois membros: o Membro Tinharé, constituído por sedimentos clásticos grossos, representados por arenitos granulosos, com seixos e grânulos pelíticos; e, o Membro Jiribatuba, composto por folhelhos cinza-esverdeados a castanho-escuros, calcífero, carbonoso, com intercalações de arenitos granulosos.

Seu ambiente deposicional é interpretado como predominantemente subaquoso, dominado por fluxos gravitacionais em um lago tectônico (BARROSO, 1984; apud: NETTO *et al.*, 1994), típico de um ambiente flúvio-lacustre. Esta formação é correlacionável com parte dos sedimentos da Formação Candeias da Bacia do Recôncavo, e parte dos sedimentos das formações Penedo e Barra de Itiúba, da Bacia de Sergipe-Alagoas (NETTO *et al.*, 1994).

- Formação Rio de Contas:

Esta formação é representada por sedimentos clásticos e carbonáticos sobrepostos à Formação Morro do Barro e sotopostos aos evaporitos da Formação Taipus-Mirim, do Grupo Camamu. É caracterizada por dois membros: O Membro Ilhéus, composto por folhelhos cinza esverdeados, cinza escuros e acastanhados, e por arenitos muito finos. O Membro Mutá, representado por um arenito cinza claro, com tamanho de grão fino a grosso, até conglomerático, dolomítico. Margas, calcarenitos e dolomitos ocorrem por toda a formação, sendo mais contínuos na porção inferior.

O contato inferior com a Formação Morro do Barro é discordante e o contato superior com o Grupo Camamu é parcialmente discordante. A variação de suas fácies deposicionais, em relação à sua sedimentação sugere uma seqüência lacustre de leques deltaicos, plataformais e de talude. Suas datações bioestratigráficas indicam idade Aratu e/ou Alagoas. Segundo NETTO *et al.* (1994), esta formação correlaciona-se com parte da Formação Cricaré da Bacia

do Espírito Santo, e com a Formação Coqueiro Seco e parte da Formação Penedo da Bacia de Sergipe-Alagoas.

- Grupo Camamu:

Este grupo é constituído pelas formações Taipus-Mirim e Algodões (GAMA JR., 1974; apud: NETTO *et al.*, 1994). A Formação Taipus-Mirim é representada por dois membros. O Membro Serinhaém, composto por intercalações de arenitos cinza claro a escuro e folhelhos sílticos cinza escuro, castanho e preto, micáceo e carbonoso. E o Membro Igrapiúna, formado por calcários castanhos e amarelados, dolomitos e folhelhos castanhos. Observa-se a ocorrência localizada de espessas zonas de halita. Para o topo, destaca-se a presença de camadas diferenciadas de anidrita.

Sobreposta à Formação Taipus-Mirim, com contato concordante, encontra-se a Formação Algodões, que aparece na Bacia de Almada com o Membro Germânia (calcarenitos, calcirruditos oolíticos e pisolíticos, em parte dolomitizado) e o Membro Quiepe (calcilutitos com foraminíferos planctônicos) (DELLA FÁVERA, 1973; apud: NETTO *et al.*, 1994). O contato com a Formação Rio de Contas é parcialmente discordante. O contato entre as formações Taipus-Mirim e Algodões é concordante. Seu contato com a Formação Urucutuca, do Grupo Espírito Santo, é marcado por uma discordância regional.

A Formação Taipus-Mirim correlaciona-se com a Formação Mariricu nas Bacias do Espírito Santo e Jequitinhonha, com a Formação Marizal da Bacia do Recôncavo e com a Formação Muribeca da Bacia de Sergipe-Alagoas. A Formação Algodões é correlacionável com a Formação Macaé da Bacia de Campos, com a Formação Regência das bacias do Espírito Santo e Cumuruxatiba e, com a Formação Riachuelo, da Bacia de Sergipe-Alagoas (NETTO *et al.*, 1994).

- Grupo Espírito Santo:

A definição do Grupo Espírito Santo na Bacia de Almada foi descrita por Netto *et al.*, (1994), por analogia com os folhelhos da Formação Urucutuca, os carbonatos plataformais da Formação Caravelas e os arenitos neríticos da



Formação Rio Doce, definidos na Bacia do Espírito Santo. Este Grupo distribui-se do coniaciano até o holoceno, formando um sistema transgressivo, e posteriormente regressivo, onde se reconhecem os ambientes nerítico, batial e abissal. Assim, os folhelhos, arenitos e conglomerados (interpretados como turbiditos por Bruhn & Moraes, 1989) de idade campaniana/maastrichtiana, que afloram na porção emersa da Bacia de Almada, são denominados como Formação Urucutuca, estabelecida por Carvalho (1965).

- Formação Barreiras:

Formação de idade terciária (pliocênica) se encontra presente nas regiões nordeste e sudeste da porção emersa da Bacia de Almada. Esta formação é caracterizada pela presença de conglomerados amarelados e avermelhados, arenitos maduros amarelados, resultantes de uma sedimentação de ambientes de leques aluviais em clima úmido (MÉRCIO, 1996; *apud*: NETTO *et al.*, 1994).

- O Paleocânion de Almada

Carvalho (1965) já havia reconhecido o contato discordante (erosional e angular) entre a Formação Urucutuca e os sedimentos subjacentes, porém Ferradaes e Souza (1972; *apud*: BRUHN e MORAES 1989) ao mapearem a superfície de discordância pré-Urucutuca na porção marítima da Bacia de Almada, definiram pela primeira vez o atualmente denominado Cânion de Almada. Uma grande feição erosiva, pós-cenomaniana, preenchida por uma coluna de sedimentos campano-maastrichtianos e terciários da Formação Urucutuca, com espessura de até 600 m. Os sedimentos aflorantes da Formação Urucutuca são, portanto, considerados uma porção exumada de preenchimento do Cânion de Almada. BRUHN e MORAES (1989) estudaram os sedimentos da Formação Urucutuca e os definiram como complexos turbidíticos canalizados.

Segundo MENDES (1998), o contexto deposicional das rochas da Formação Urucutuca apresenta-se mais raso na porção oeste do cânion, onde turbiditos conglomeráticos recortam depósitos plataformais, e a seção torna-se progressivamente mais profunda para leste, onde ocorrem turbiditos canalizados associados a depósitos de *slumps* e *debris flows*. Entretanto, estudos recentes



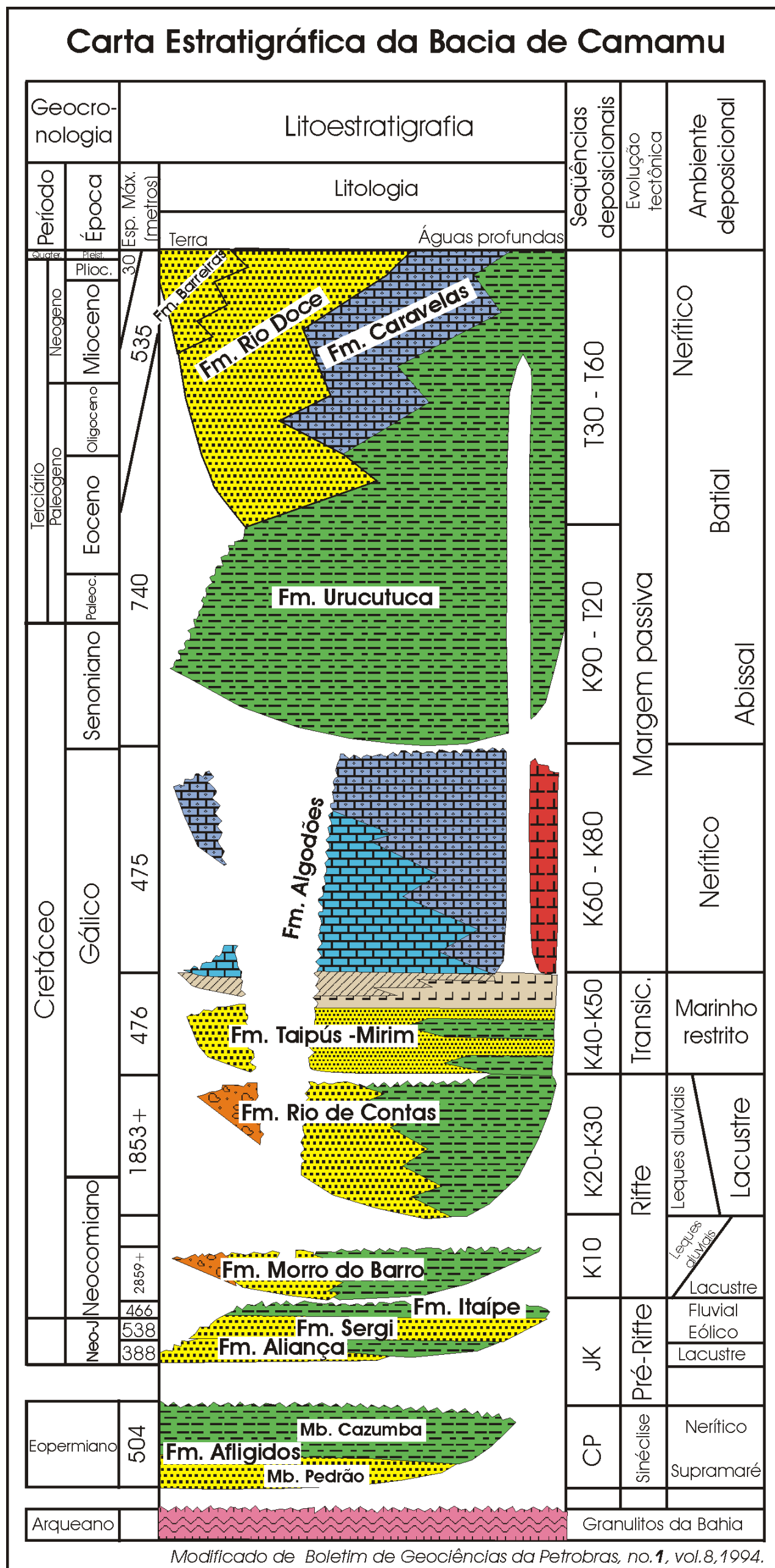
indicam que, além da formação de depósitos turbidíticos, no Cânion de Almada ocorria também a deposição de sedimentos pela ação de marés e o ambiente sedimentar era mais raso do que se supunha.

O Paleocânion de Almada foi preenchido exclusivamente por sedimentos neocretácicos. Estes sedimentos estão sobrepostos a rochas de uma espessa seqüência rifte, que foi erodida por uma discordância pré-Cenomaniana, de extensão regional – o Paleocânion de Almada. Na porção submersa da bacia, sedimentos terciários (Paleoceno principalmente) passam a recobrir o cânion, já totalmente assoreado.

Dentro do cânion foram identificadas, sismoestratigraficamente, por Mendes (1998), duas seqüências deposicionais, geneticamente relacionadas às variações de 2ª e 3ª ordem do nível relativo do mar: uma seqüência cenomaniana-coniaciana e outra campaniana-maastrichtiana.

As **Figura II.5.1.2-5** e **Figura II.5.1.2-6** apresentam as cartas estratigráficas das Bacias Camamu e Almada.





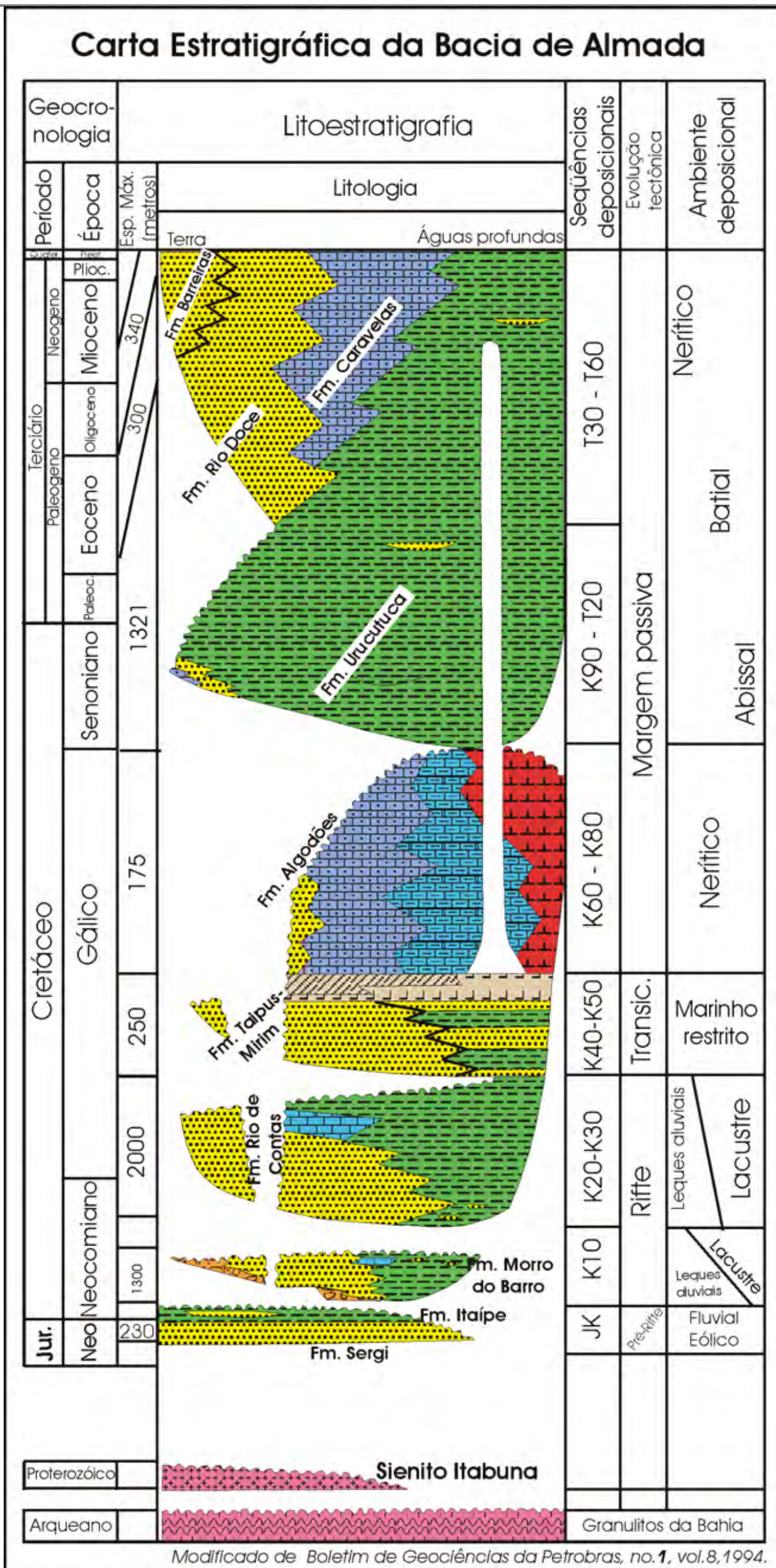


Figura II.5.1.2-6 - Carta Estratigráfica da Bacia de Almada.

Caracterização Local

Os quatro poços que deverão ser perfurados na Concessão BM-CAL-11, denominados de Oxalá (profundidade de 2.925 m), Ogum (3.060 m), Obá (3.240 m) e Xangô (5.220 m), e outros quatro que serão perfurados na Concessão BM-CAL-12, designados como Fonte da Telha (4.000 m), Queluz (6.850 m), Évora (7.860m) e Além-Tejo (3.580 m), estão localizados na região do Talude Continental (Figura II.5.1.2-7).

A coluna estratigráfica que será atravessada em cada prospecto é variável. Para a Concessão BM-CAL-11, o poço a ser perfurado no **Prospecto Oxalá**, que tem como objetivos principais arenitos turbidíticos do Senoniano da Formação Urucutuca em trapa mista, deverá atravessar as formações Urucutuca e Algodões e terminar dentro da Formação Taipus-Mirim, descritas anteriormente (**Figura II.5.1.2-7** e **Figura II.5.1.2-8**). No **Prospecto Ogum** a coluna estratigráfica a ser atravessada é composta pelas formações Urucutuca, Rio de Contas, Morro do Barro e Sergi (objetivo principal em uma trapa estrutural), onde o poço será concluído (**Figura II.5.1.2-7** e **Figura II.5.1.2-9**). Tal qual no prospecto anterior, o poço do **Prospecto Obá** perfurará as formações Urucutuca, Rio de Contas e Morro do Barro e será finalizado na Formação Sergi, que é o objetivo principal com fechamento estrutural (**Figura II.5.1.2-7** e **Figura II.5.1.2-10**). No **Prospecto Xangô** as formações Urucutuca (objetivos em trapa mista no Senoniano e Paleoceno) e Taipus-Mirim (objetivo com trapeamento estrutural) serão atravessadas e a profundidade final poço ficará dentro da Formação Rio de Contas (**Figura II.5.1.2-7** e **Figura II.5.1.2-11**).



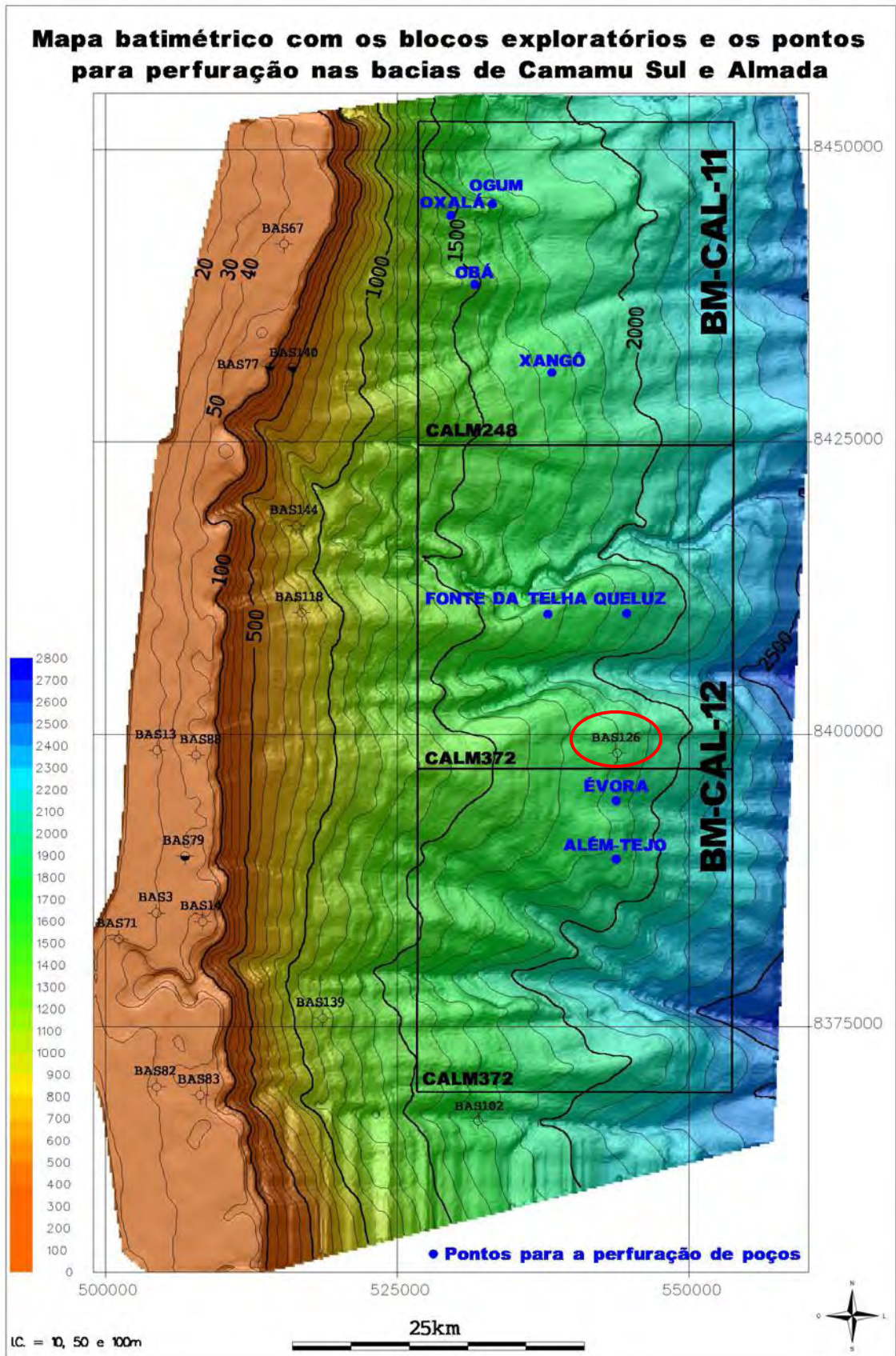


Figura II.5.1.2-7 – Mapa batimétrico com a localização dos pontos a serem perfurados (em azul) nas Concessões BM-CAL-11/12.

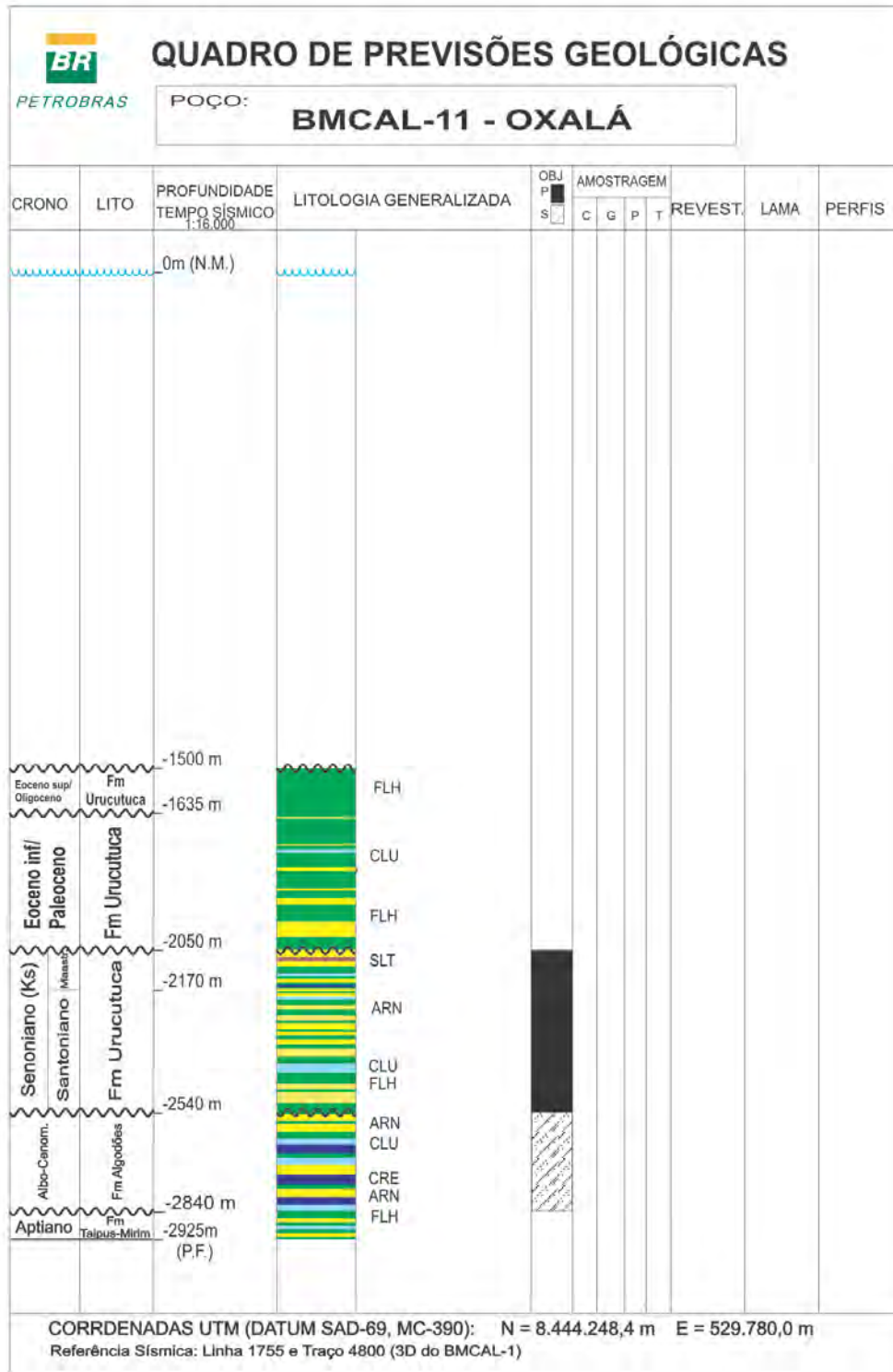


Figura II.5.1.2-8 – Perfil geológico simplificado do Prospecto Oxalá, a ser perfurado na Concessão BM-CAL-11.

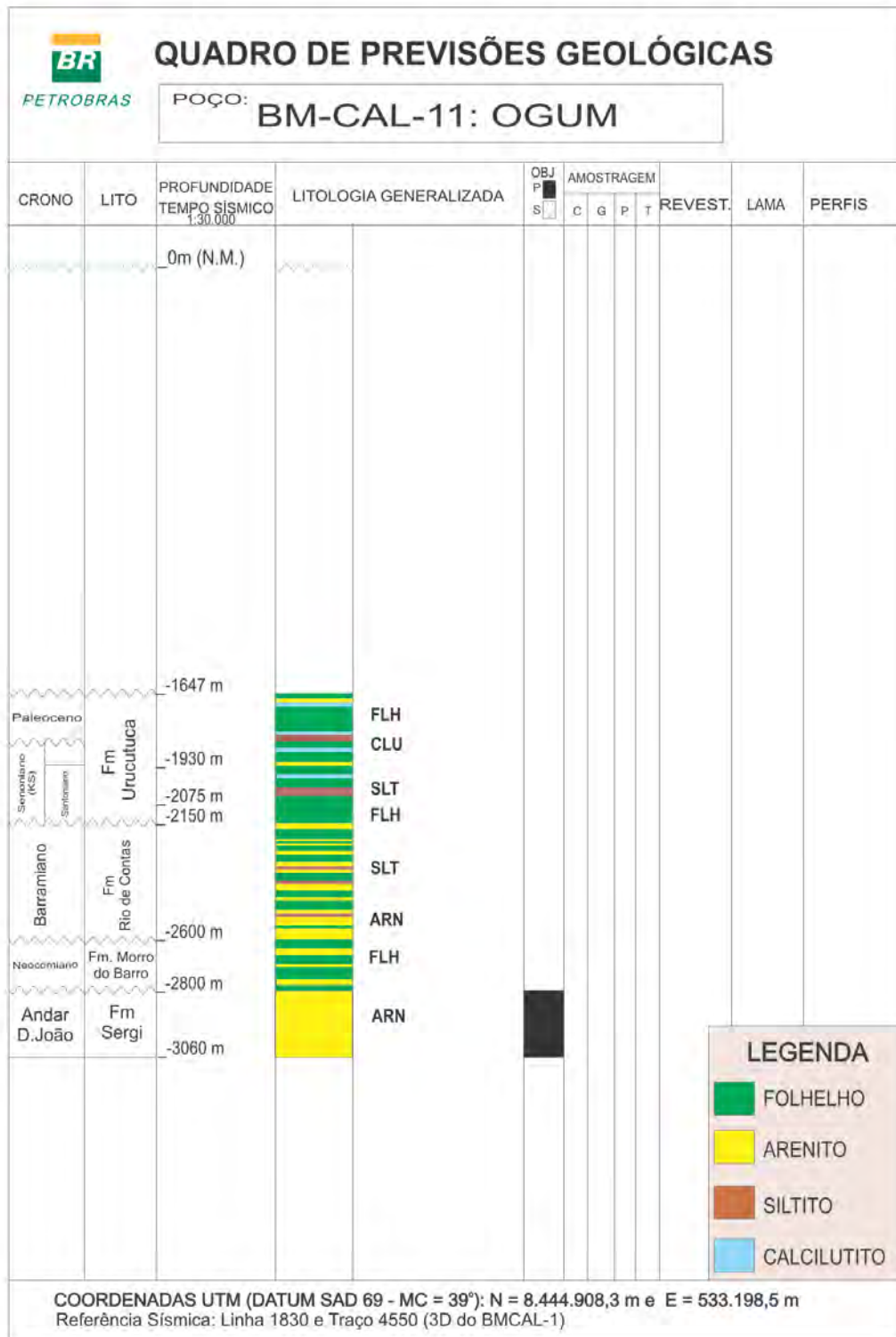


Figura II.5.1.2-9 – Perfil geológico simplificado do Prospecto Ogum, a ser perfurado na Concessão BM-CAL-11.

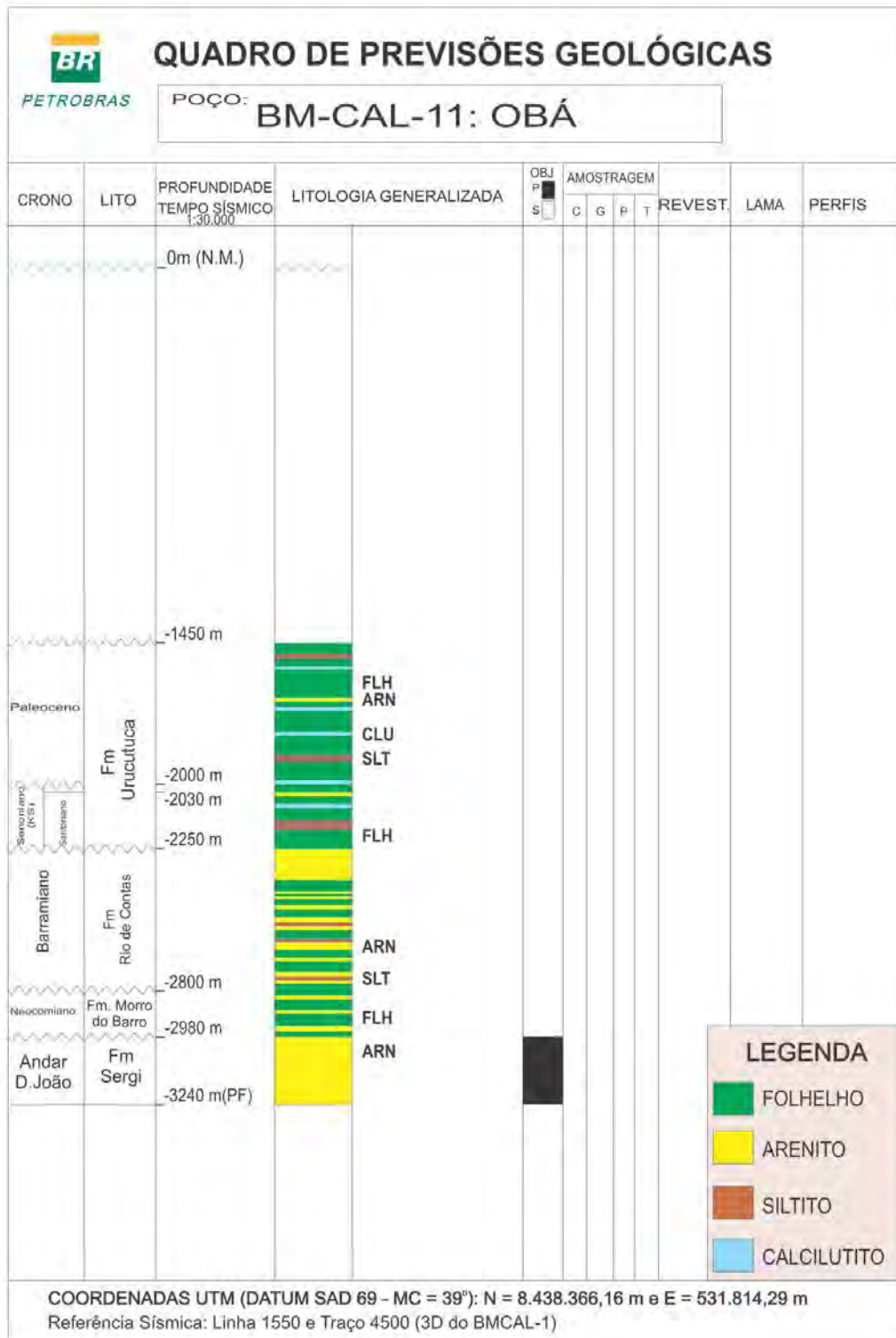


Figura II.5.1.2-10 – Perfil geológico simplificado do Prospecto Obá, a ser perfurado na Concessão BM-CAL-11.

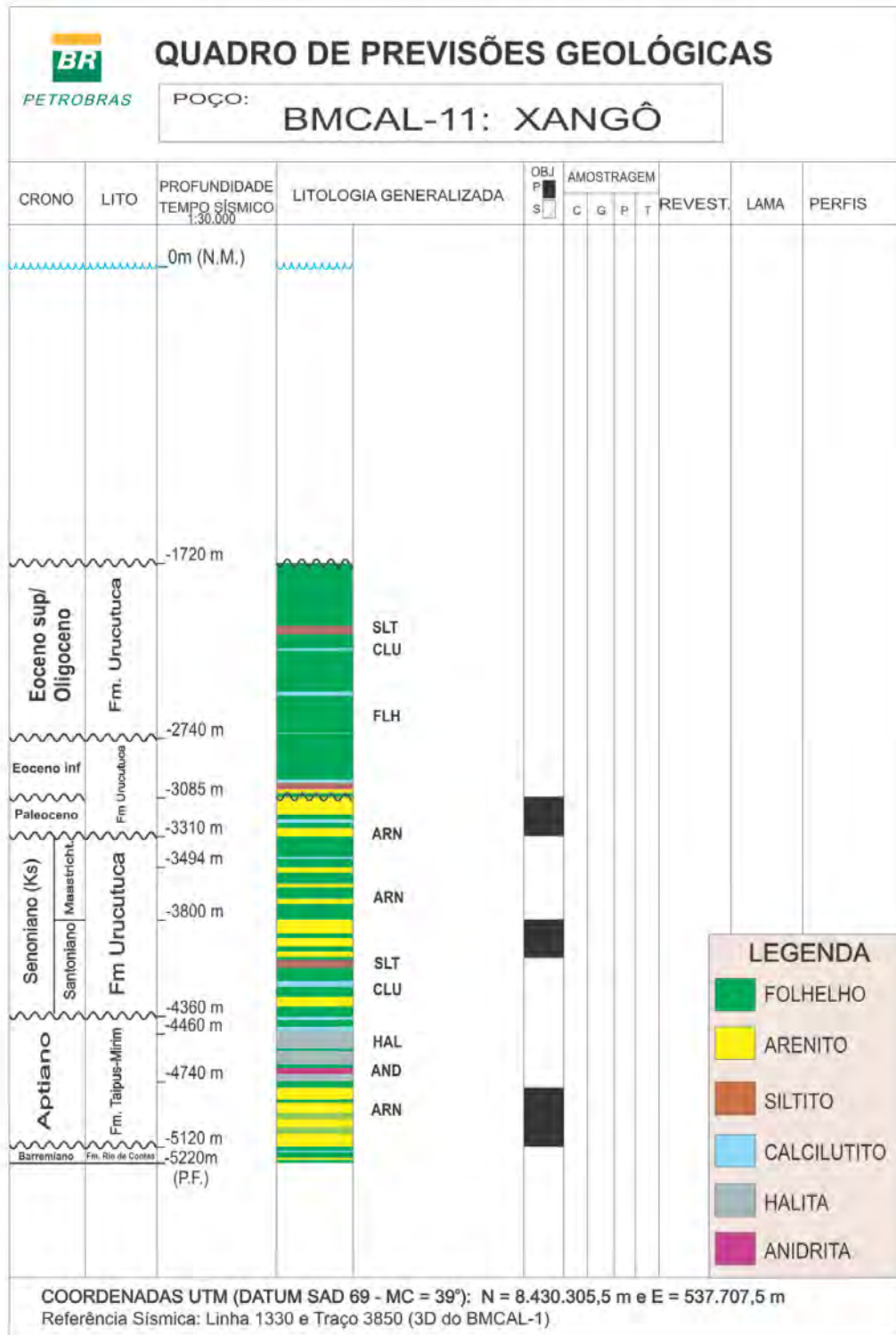


Figura II.5.1.2-11 – Perfil geológico simplificado do Prospecto Xangô, a ser perfurado na Concessão BM-CAL-11.

Na Concessão BM-CAL-12 o poço do **Prospecto Fonte da Telha** visa como objetivos os arenitos turbidíticos da Formação Urucutuca, em uma estrutura dômica alongada segmentada por falhas, e terminará na Formação Taipus-Mirim (**Figura II.5.1.2-7 e Figura II.5.1.2-12**). O poço para o **Prospecto Queluz** atravessará as formações Urucutuca, Algodões, Taipus-Mirim e terminará na Formação Rio de Contas. Também possui trapas estruturais nos mesmos objetivos da Formação Urucutuca e das formações Taipus-Mirim e Rio de Contas (**Figura II.5.1.2-7 e Figura II.5.1.2-13**). O **Prospecto Évora** avaliará uma estrutura semidômica alongada na direção N-S, cortada por uma falha de grande rejeito de mesma direção. Os objetivos principais são os reservatórios das formações Taipus-Mirim e Rio de Contas. Além dessas unidades estratigráficas, o poço perfurará as formações Urucutuca e Algodões e será concluído na Formação Morro do Barro (**Figura II.5.1.2-7 e Figura II.5.1.2-14**). O **Prospecto Além-Tejo** tem como objetivo os arenitos turbidíticos do Cretáceo Superior da Formação Urucutuca em uma trapa estrutural. Entretanto, nesta estrutura, o poço atravessará as formações Urucutuca e Algodões e terminará na Formação Taipus-Mirim (**Figura II.5.1.2-7 e Figura II.5.1.2-15**).

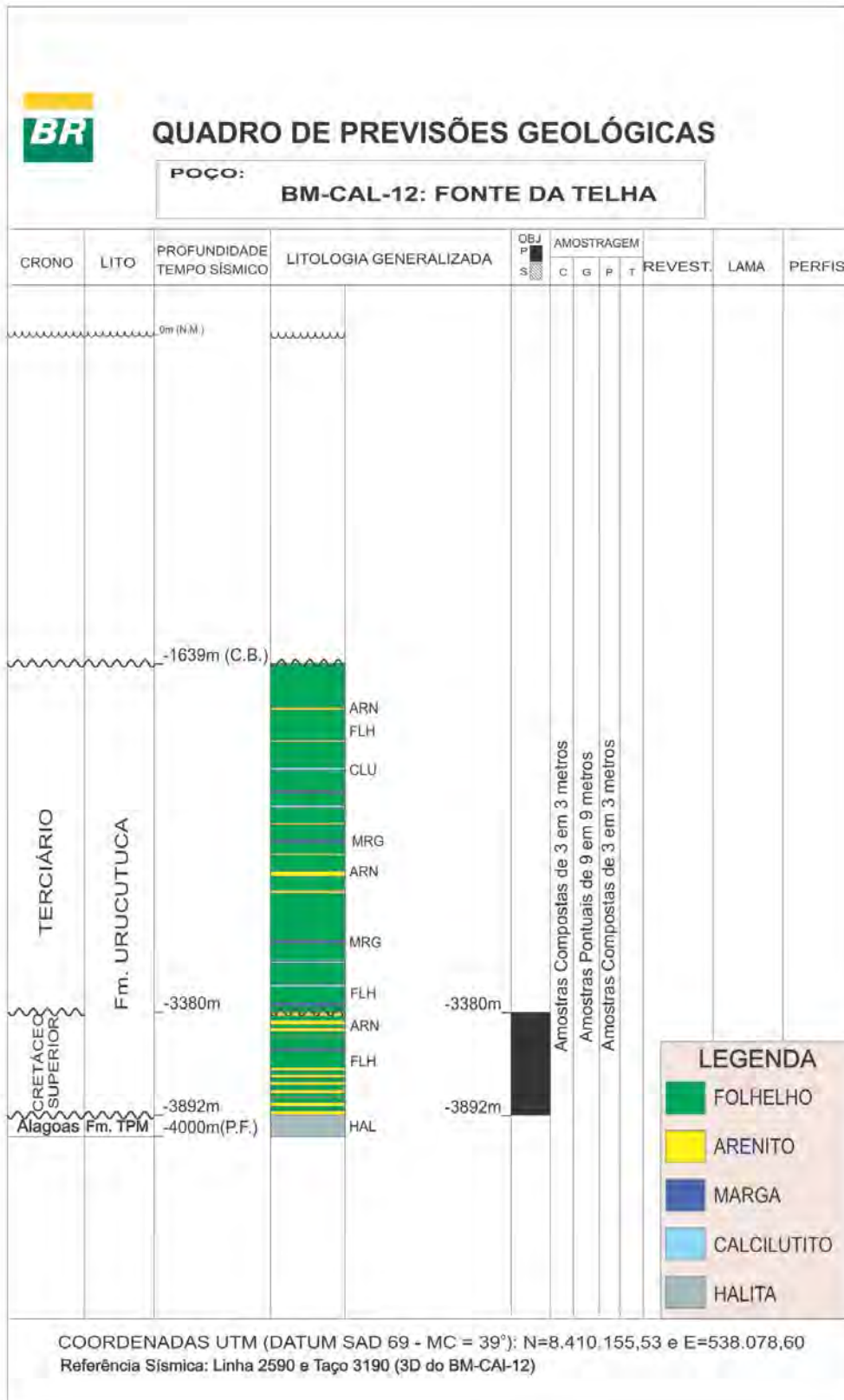


Figura II.5.1.2-12 – Perfil simplificado do Prospecto Fonte da Telha, situado na Concessão BM-CAL-12.

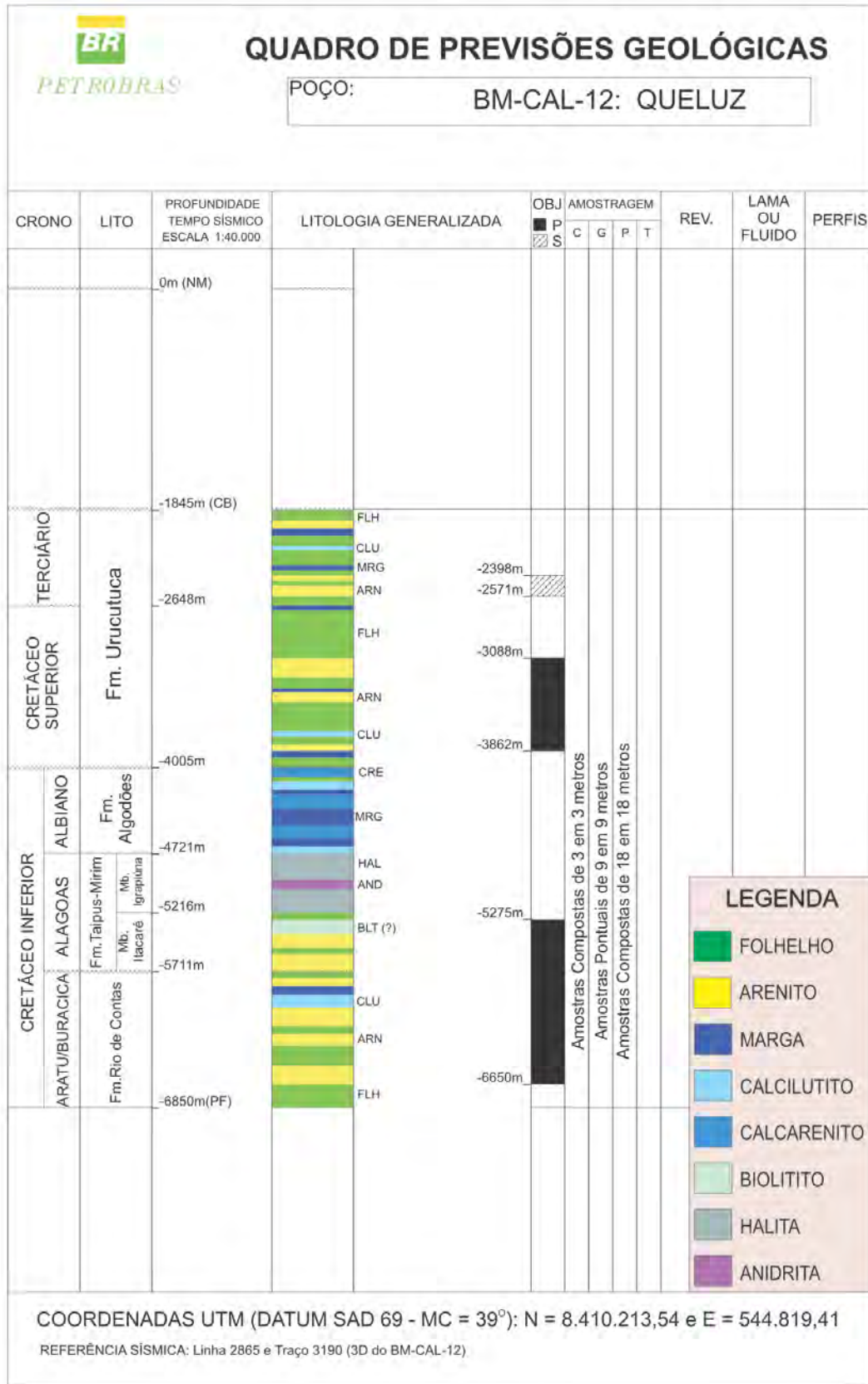


Figura II.5.1.2-13 – Perfil simplificado para o Prospecto Queluz, situado na Concessão BM-CAL-12.

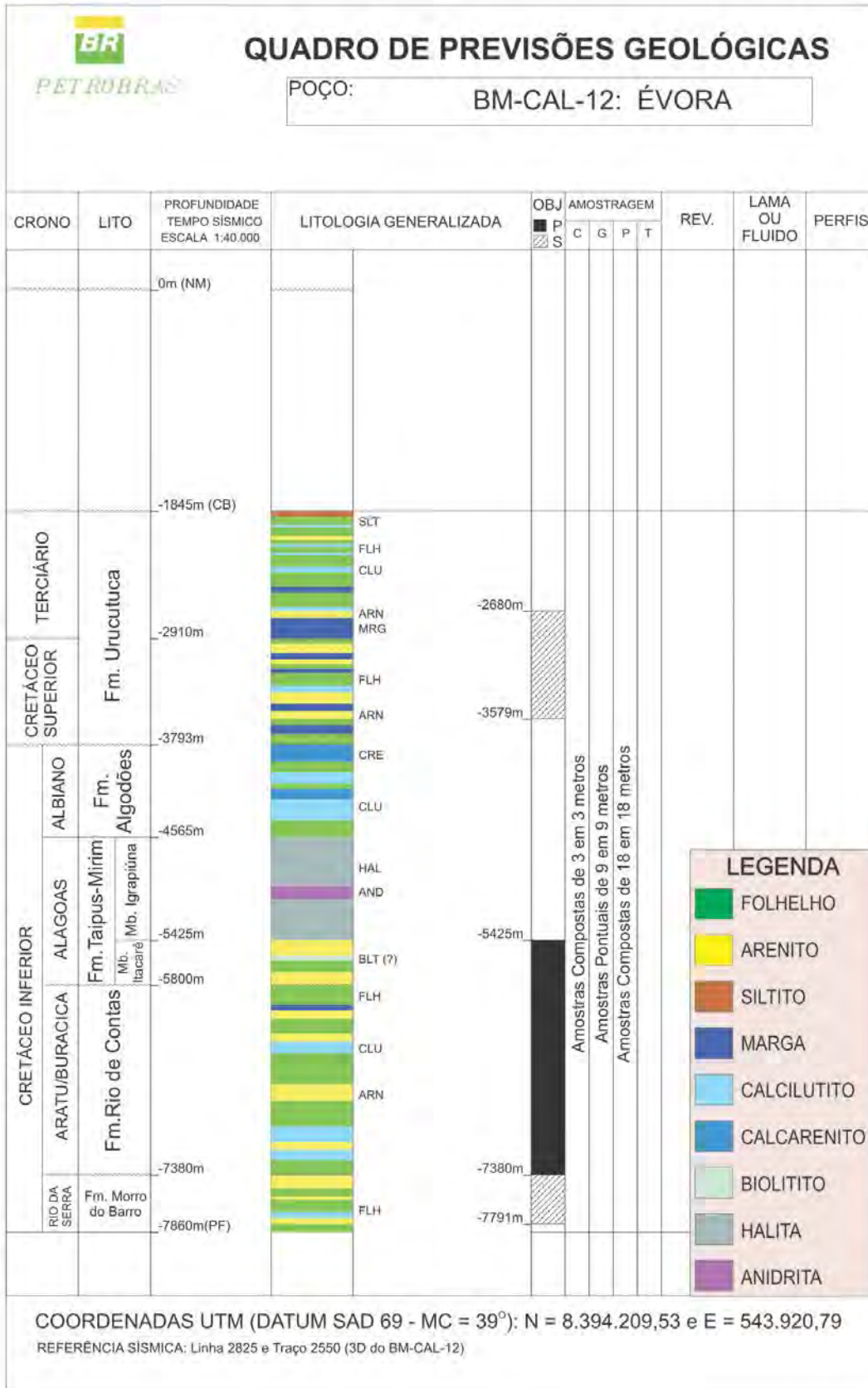


Figura II.5.1.2-14 – Perfil simplificado para o Prospecto Évora, situado na Concessão BM-CAL-12.

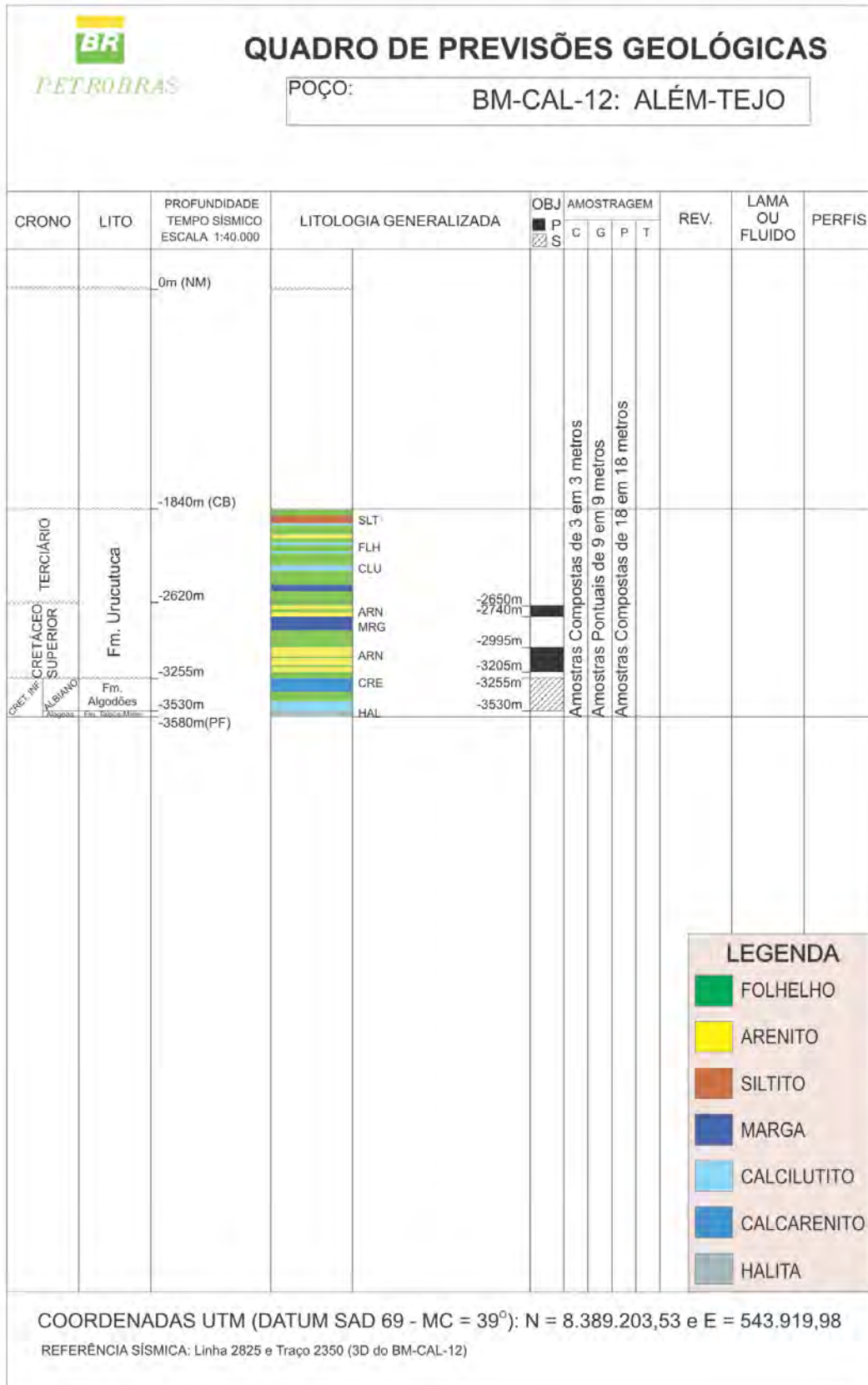


Figura II.5.1.2-15 – Perfil simplificado para o Prospecto o Além-Tejo, situado na Concessão BM-CAL-12.

Fisiografia

Fisiografia da Zona Costeira

Do ponto de vista da fisiografia da Zona Costeira pode-se dividir a área de estudo em IV (quatro) setores (**Figura II.5.1.2-16**):

- Setor I – Planície do Pratigi-Itacaré (Bacia de Camamu) – neste trecho a costa apresenta um relevo baixo sustentado pelas planícies quaternárias e litologias da Bacia de Camamu. A linha de costa é retilínea como na península de Marau ou forma arcos suaves como na planície do Pratigi. A continuidade da linha de costa é apenas interrompida pela entrada da Baía de Camamu, a terceira em tamanho no Brasil, caracterizada por uma série de canais de maré que para aí convergem e povoada por inúmeras ilhotas sustentadas por litologias da Bacia de Camamu. A linha de costa no interior da baía é bordejada quase que continuamente por manguezais e planícies de maré. A linha de costa de mar aberto é composta por praias arenosas de baixa energia na planície do Pratigi e praias arenosas de energia intermediária pontilhadas por recifes costeiros na Península de Marau. A região de pós-praia é marcada por ecossistemas de restinga (campos litorâneos). O Rio de Contas constitui o limite sul do Setor I.
- Setor II – Itacaré-Serra Grande – neste trecho o embasamento cristalino encontra-se muito próximo da linha de costa, com altitudes mínimas em torno de 40 m. A linha de costa é constituída por costões rochosos, intercalados por pequenas praias arenosas de bolso, caracterizadas por elevada energia de onda. Neste trecho a mata atlântica alcança a linha de costa.
- Setor III – Serra Grande-Ilhéus (Bacia de Almada) – neste trecho que corresponde aproximadamente à Bacia de Almada, o embasamento se afasta mais uma vez da linha de costa e relevos mais baixos caracterizam a zona costeira. Na Bacia de Almada particularmente, o relevo apresenta-se bastante rebaixado, tendo esta região sido invadida pelo mar durante as transgressões marinhas quaternárias, quando então uma pequena baía estava presente. Os remanescentes desta baía são hoje representados pela Lagoa Encantada. A linha de costa é composta de



praias arenosas que formam um arco muito suave, caracterizada por energia moderada. O Rio Almada corre paralelamente à linha de costa, desaguando no limite sul deste compartimento na cidade de Ilhéus.

- Setor IV – Ilhéus-Olivença – neste trecho o embasamento, mais uma vez se aproxima da linha de costa apresentando relevos elevados capeados pelos tabuleiros costeiros da Formação Barreiras. Diferentemente do Setor II, entretanto, uma planície quaternária estreita separa o embasamento da linha de costa, a qual é bordejada de modo praticamente contínuo por praias de areias finas com energia de onda alta a moderada, interrompida localmente por afloramentos do embasamento cristalino. Em Ilhéus bancos de arenito afloram na linha de costa. O principal rio a desaguar no Setor IV é o Cachoeira.

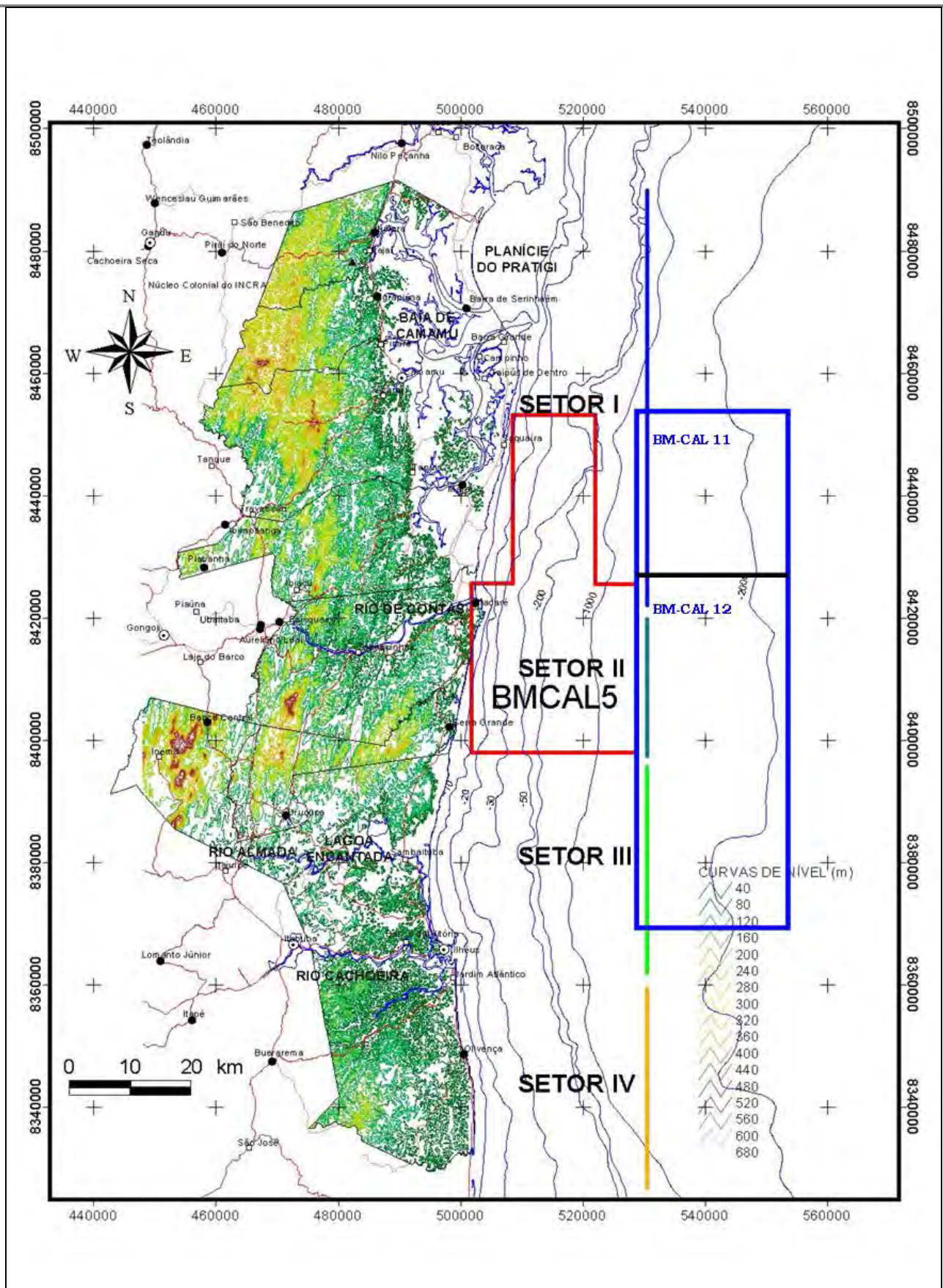


Figura II.5.1.2-16 - Fisiografia da Zona Costeira.

Fisiografia da Plataforma Continental/Talude Continental/Sopé Continental

A margem continental onde estão localizadas as bacias de Camamu e Almada é um domínio fisiográfico de transição entre a parte emersa do continente e as bacias oceânicas, sendo dividida de acordo com as suas características morfológicas em três províncias: Plataforma Continental, Talude Continental e Sopé Continental. Destaca-se na Plataforma Continental e no Talude Continental uma feição denominada Cânion de Salvador (**Figura II.5.1.2-17**).

A Plataforma Continental ao longo de todo o Estado da Bahia cobre, aproximadamente, 900 km de linha de costa, com a largura máxima de 250 km na região do banco dos Abrolhos, a mínima de 8 km em frente à cidade de Salvador, uma média de 20 km na parte norte do Estado (acima de Salvador) e larguras médias variáveis entre 15 km e 50 km na sua porção sul. A morfologia do fundo oceânico, nesta parte da costa brasileira, foi descrita por FRANÇA (1979), durante a realização do Projeto REMAC, e está baseada, principalmente, em mapeamentos batimétricos e cartas náuticas. A linha da quebra (*shelf break*) da plataforma é relativamente rasa passando, em geral, entre as isóbatas de 60 m e 80 m, distante de 8 km a 25 km da costa, onde se observa a forte declividade do trecho superior do talude até o intervalo de 400 m a 800 m. A partir daí o gradiente se suaviza antes da transição para o sopé superior. Na parte correspondente às bacias de Camamu e Almada, a Plataforma Continental não excede os 30 km de largura, a exemplo da área das Concessões BM-CAL-11 e BM-CAL-12 (**Figura II.5.1.2-7 e Figura II.5.1.2-17**). As maiores larguras da plataforma são encontradas na porção norte da área de estudo em frente à Baía de Camamu. A largura da plataforma diminui então para sul até atingir 10 km em frente à Itacaré, aumentando progressivamente no sentido de Olivença, onde esta largura situa-se em torno de 18 km. A configuração na área das bacias é mais ou menos plana, com declividade média em torno de $0,5^{\circ}$, suavemente inclinada mar adentro. Canais e outras feições similares de menor magnitude se distribuem ao longo da plataforma e talude continentais, principalmente a partir da isóbata de 40 m.

O Talude Continental tem uma largura média entre 80 km e 100 km, um declive que varia de 1° a 28° , e a passagem do sopé para a bacia oceânica se dá abruptamente, e é demarcada ao longo da isóbata de 5.000 m. Nos limites das Bacias de Camamu e Almada, o Talude Continental é relativamente homogêneo quanto à largura e

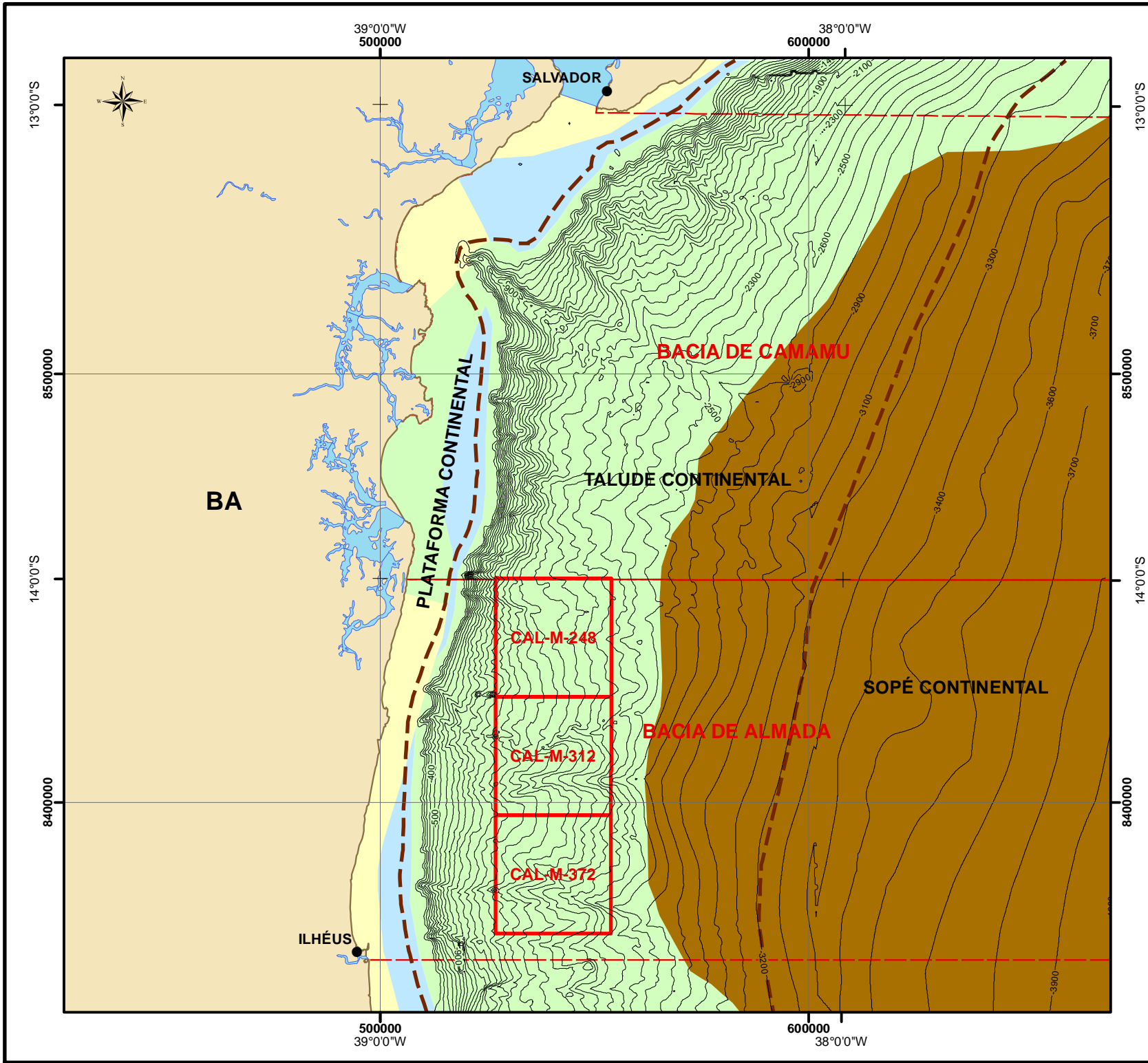


profundidade. Possui uma largura média de 100 km e sua base se encontra a 3400 m de profundidade na parte norte e 3600 m na sul. Caracteriza-se por uma declividade regional uniformemente distribuída, mas variando mergulho abaixo de 3,5°, entre 200 m e 2000 m de profundidade, e 1,5°, entre 2000 m e 3600 m.

Após o Talude Continental, em direção ao mar profundo, desenvolve-se o Sopé Continental. No limite norte da Bacia de Camamu o Sopé Continental tem uma largura de 180 km, estando seu limite superior em uma profundidade de 3500 m. Contudo, essa feição alarga-se e aprofunda-se progressivamente para sul (**Figura II.5.1.2-17**).

O Cânion de Salvador apresenta profundidades entre -20 m e -2800 m e declividades de 1°, no talvegue e pode atingir 50° nos seus flancos. Teria sido criado em decorrência do rebaixamento do nível do mar associado ao consequente grande acúmulo de sedimentos na plataforma externa, que favoreceu a formação deste cânion, escavado em substratos marinhos menos resistentes (**Figura II.5.1.2-17**).



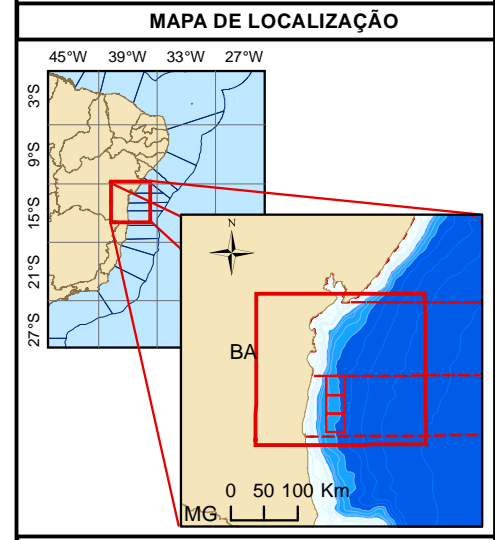


Legenda

- Sede Municipal
- ~ Batimetria Regional
- - - Limite Fisiográfico
- ▭ Limite dos Blocos
- ▭ Limite das Bacias

FACIOLOGIA DO FUNDO MARINHO

- Areia (predominantemente siliciástica)
- Areia e ou cascalho (predominantemente carbonática)
- Lama (com teor variável de carbonato)
- Lama heterogênea



INFORMAÇÕES CARTOGRÁFICAS

Projeção: Universal Transversa de Mercator
MC -39 DATUM: SAD-69

| REV | MUDANÇA DE DATUM | 21/12/2011 | GM | GM | GM |
|-----|------------------|------------|-------|--------|--------|
| | DESCRICOÃO | DATA | EXEC. | VERIF. | APROV. |

AS INFORMAÇÕES DESTA DOCUMENTO SÃO DE PROPRIEDADE DA PETROBRAS, SENDO PROIBIDA A UTILIZAÇÃO FORA DA SUA FINALIDADE. FORMULÁRIO PERTENCENTE A NORMA PETROBRAS N-381 REV.G ANEXO A

PETROBRAS CLASSIFICAÇÃO DA INFORMAÇÃO:
RESERVADA

TEMA: MAPA FACIOLÓGICO E BATIMÉTRICO REGIONAL

CLIENTE: UO-BA/SMS

ÁREA: CAL-M-248 (BM-CAL-11), CAL-M-312 e CAL-M-372 (BM-CAL-12)

TÍTULO: Figura II.5.1.2-17- Caracterização Geológica e Geomorfológica para estudo de Licenciamento Ambiental.

| | | | |
|--------------------------|------------|-----------------------------|-----------|
| PROJ. E&P-SERV/US-SUB/GM | EXEC. GM | VERIF. GM | VERIF. GM |
| ESCALA: | EDITOR: GM | Nº MAPA: 01 | ANEXO: |
| DATA: 21/12/2011 | Nº | RL-1500.00-9311-986-PIP-001 | |

PÁGINA EM BRANCO



Coordenador da Equipe



Técnico Responsável

Revisão 00
12/2011

Fisiografia local - CAL-M-248 (BM-CAL-11), CAL-M-312 e CAL-M-372 (BM-CAL-12)

Os blocos estão situados no domínio fisiográfico do Talude Continental, entre as isóbatas de -1.100 m e -2.400 m. O relevo do fundo marinho na área é irregular devido à presença de cânions e ravinas, que se estendem ao longo da área. Os flancos dos cânions e as regiões ravinadas apresentam as maiores declividades, em torno de 40°, numa região onde a declividade média é de 5° (**Figura II.5.1.2-7, Figura II.5.1.2-17 e Figura II.5.1.2-18**).

Faciologia

Composição do solo regional - bacias de Camamu e Almada

Para caracterização dos sedimentos de fundo nas áreas de influência das Concessões BM-CAL-11 e BM-CAL-12 foram utilizados dados obtidos junto ao Banco Nacional de Dados Oceanográficos (BNDO) da Marinha do Brasil, consistindo essencialmente dos teores de cascalho, areia e lama presentes em cada amostra. Embora não se disponham de dados relativos à composição destes sedimentos é ainda possível se fazer algumas inferências a respeito desta composição com base na sua textura e por comparação com informações publicadas na literatura.

Na Plataforma Continental verifica-se a predominância de fácies carbonáticas com teores de CaCO₃ geralmente superiores a 75 %. Os sedimentos carbonáticos têm granulação grossa, misturando areias e cascalhos, com predominância desses últimos na Plataforma Externa. São provenientes da desagregação de algas recifais. Estão ausentes nessa região os sedimentos oolíticos e os recifes de coral. Sedimentos terrígenos, predominantemente lamosos, aparecem preferencialmente na foz dos rios de maior importância.

O Talude Continental é constituído por lama (argila e silte). Essa é uma zona de remoção de material sedimentar. As ravinas e cânions que cortam o talude podem conter no seu talvegue depósitos de movimentos de massa lamosos (KOWSMANN & COSTA 1979).

A base do Talude Continental e a porção superior do Sopé Continental estão recobertas pelos materiais provenientes dos depósitos de movimentos de massa. Os depósitos de movimento de massa são mal selecionados e devem ser predominantemente lamosos, compostos por clastos de lama de diferentes tamanhos envoltos em uma matriz também lamosa (KOWSMANN & COSTA 1979).

Depósitos de sedimentação turbidítica podem ocorrer localmente na base do Talude Continental e Sopé Continental, provavelmente conectados aos cânions submarinos adjacentes. Pela similaridade com a Bacia de Campos é possível que esses depósitos abriguem areias terrígenas limpas, intercalados de areia e lama, depósitos de movimento de massa lamosos e localizadamente cascalhos. Os depósitos turbidíticos mais importantes da área foram provavelmente alimentados por cânions que durante períodos de rebaixamento do nível do mar podem ter se conectado aos principais rios da região. Tais cânions podem funcionar tanto como zona de transferência de sedimentos de águas rasas para águas profundas, formando em sua desembocadura os leques de depósitos turbidíticos, como conter areias em pequenos canais ao longo do seu talvegue (KOWSMANN & COSTA 1979) (**Figura II.5.1.2-17**).

Composição do solo local - CAL-M-248 (BM-CAL-11), CAL-M-312 e CAL-M-372 (BM-CAL-12)

A faciologia do fundo marinho na área das Concessões BM-CAL-11 e BM-CAL-12 é composta por lama *. A lama hemipelágica (granulometria argila e silte) é constituída por uma mistura de componentes terrígenos (minerais de argila, quartzo e mica) e carbonáticos (com teores variáveis) que recobre quase a totalidade da área (**Figura II.5.1.2-18**). Nos dados sísmicos 3D analisados não foram encontrados indícios de existência de corais de águas frias na região dos blocos.

As informações apresentadas no mapa faciológico da **Figura II.5.1.2-18** baseiam-se em setenta amostras do tipo *piston core*. Vinte destas amostras foram coletadas e utilizadas inicialmente para estudos geoquímicos na concessão BM-CAL-11, sendo que as descrições sedimentológicas foram feitas na porção basal de cada amostra (KOWSMANN & VICALVI, 2002). As outras cinquenta amostras foram coletadas na concessão BM-CAL-12, sendo cinco descrições oriundas de uma campanha de coleta em 1996 (MAGALHÃES, 1999) e as outras quarenta e cinco descrições oriundas de uma campanha de coleta em 2009, inicialmente, para estudos geoquímicos (PETROBRAS,



2009). As amostras foram integradas com a interpretação do atributo amplitude da sísmica 3D.

* *Hemipelágica: Acumulações sedimentares em mar aberto e profundo, normalmente próximas à margem continental, constituídas de partículas finas que apresentam, em associação a restos de organismos planctônicos, um significativo teor de elementos terrígenos, vulcanogênicos e/ou neríticos, geralmente na fração de silte (Fonte: Glossário UnB).*

Condições Geotécnicas

As Concessões BM-CAL-11 e BM-CAL-12 estão localizadas sobre o Talude Continental e os maiores riscos poderão estar associados com a instabilidade do mesmo.

Entretanto, a perfuração dos poços nas citadas Concessões, localizadas em águas profundas, será feita com uso de um navio de posicionamento dinâmico, não havendo necessidade de ancoragem. Deste modo, os estudos geotécnicos são importantes, porém, menos relevantes neste momento de Fase Exploratória. Além disso, nos dados sísmicos 3D analisados, não foram encontrados indícios da existência de rugosidade associadas a recifes ou *beach rocks* e nem a presença de estruturas de escape de fluidos (*pockmarks*). Estas constatações são corroboradas pelas análises geoquímicas nos dados dos *piston cores* que não detectaram anomalias de gás ou óleo no fundo do mar. (PETROBRAS, 2009) Desta forma, não seriam esperados problemas relacionados à cravação e a fixação de âncoras pela presença destas feições.

Após a perfuração dos poços, confirmando-se a viabilidade econômica das Concessões e a necessidade de disposição de equipamentos no leito marinho em áreas suscetíveis ao impacto de movimentos gravitacionais de massa, o Consórcio deverá realizar uma campanha de aquisição de dados através de furos geológicos e geotécnicos (furos GL e GT), ou até mesmo amostragens profundas com amostrador do tipo JPC (*Jumbo Piston Core*). Caso se desenvolva a produção de hidrocarbonetos nestas Concessões, serão coletadas amostras geológicas e geotécnicas e realizados ensaios geotécnicos para a melhor compreensão da área e caracterização do leito marinho nos locais de instalação de equipamentos, conforme metodologia usual da empresa.



PÁGINA EM BRANCO

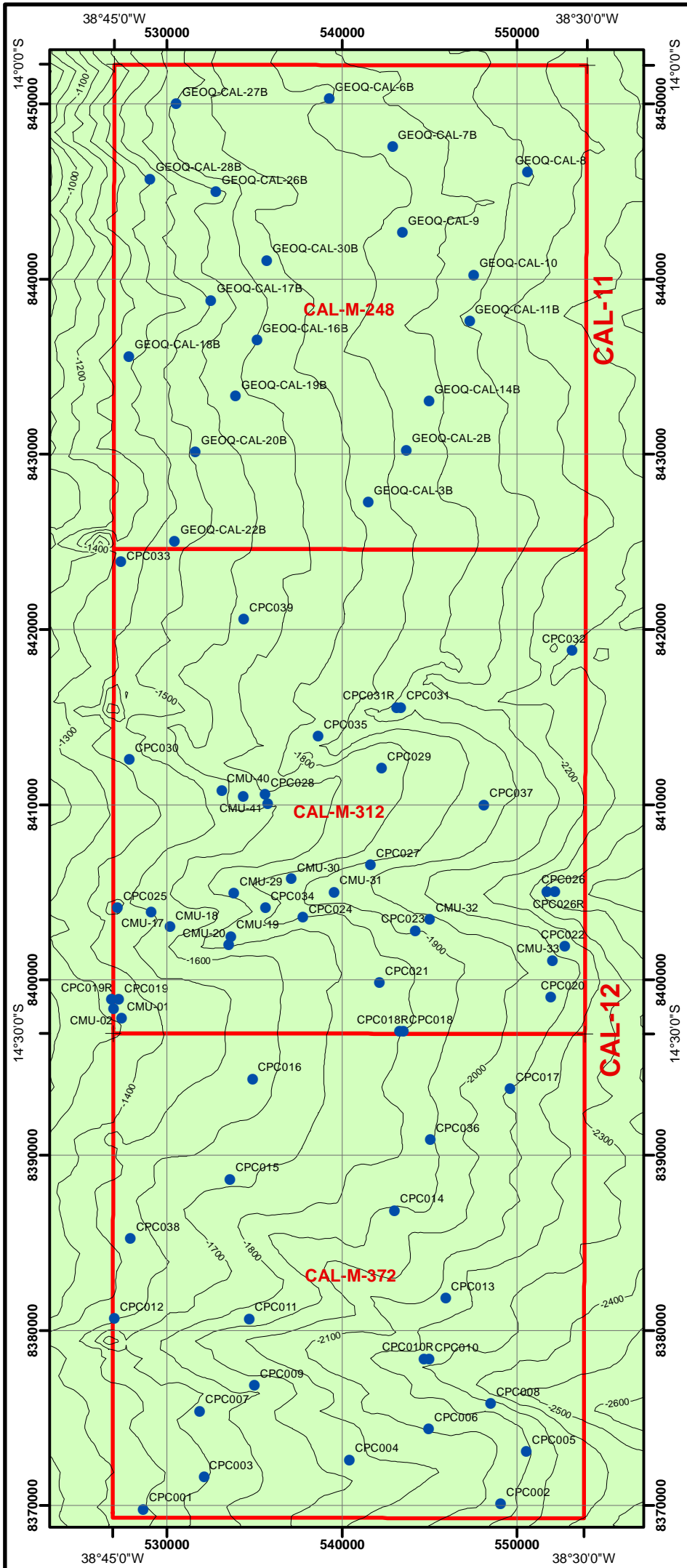


Coordenador da Equipe



Técnico Responsável

Revisão 00
12/2011

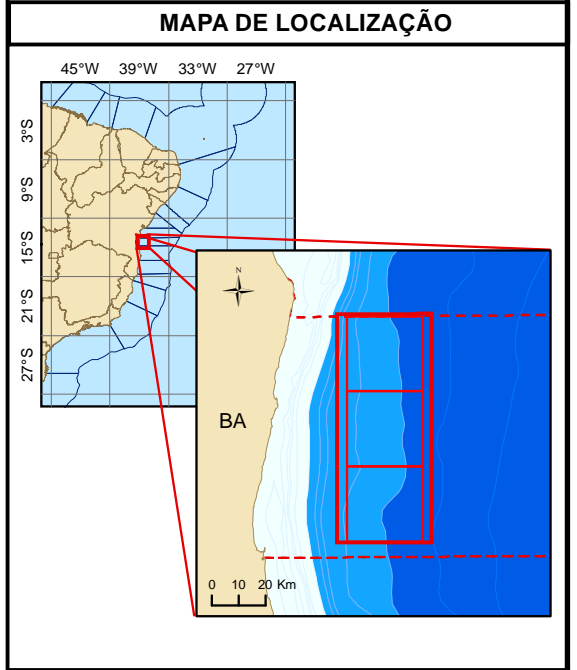


Legenda

- Amostra Geológica (Piston Core)
- Batimetria (IC = 100m)
- Limite dos Blocos

FACIOLOGIA DO FUNDO MARINHO

- Lama (com teor variável de carbonato)



INFORMAÇÕES CARTOGRÁFICAS

Projeção: Universal Transversa de Mercator
 MC -39 DATUM: SAD-69

| | | | | | |
|--|------------------|-----------------------------|---|--------|--------|
| A | MUDANÇA DE DATUM | 21/12/2011 | GM | GM | GM |
| REV | DESCRIÇÃO | DATA | EXEC. | VERIF. | APROV. |
| AS INFORMAÇÕES DESTES DOCUMENTOS SÃO DE PROPRIEDADE DA PETROBRAS, SENDO PROIBIDA A UTILIZAÇÃO FORA DA SUA FINALIDADE. FORMULÁRIO PERTENCENTE A NORMA PETROBRAS N-381 REV.G ANEXO A | | | | | |
| | | | CLASSIFICAÇÃO DA INFORMAÇÃO: RESERVADA | | |
| TEMA: MAPA FACIOLÓGICO E BATIMÉTRICO DE DETALHE | | | | | |
| CLIENTE: UO-BA/SMS | | | | | |
| ÁREA: CAL-M-248 (BM-CAL-11), CAL-M-312 e CAL-M-372 (BM-CAL-12) | | | | | |
| TÍTULO: Figura II.5.1.2-18- Caracterização Geológica e Geomorfológica para estudo de Licenciamento Ambiental. | | | | | |
| PROJ. E&P-SERV/US-SUB/GM | EXEC. GM | VERIF. GM | VERIF. GM | | |
| ESCALA: | EDITOR: GM | N° MAPA: 02 | ANEXO: | | |
| DATA: 21/12/2011 | N° | RL-1500.00-9311-986-PIP-001 | | | |

PÁGINA EM BRANCO



Coordenador da Equipe



Técnico Responsável

Revisão 00
12/2011

Zonas de Alta Pressão

Metodologia Aplicada

O método utilizado baseia-se no cálculo de curvas de compactação normal - a partir do perfil sônico - e avaliação de possíveis desvios, que podem ser indicativos de subcompactação e da presença de pressões de poros anormalmente altas (**Figura II.5.1.2-19**). Embora esse método se aplique apenas à avaliação de pressão em seções argilosas, admite-se que pacotes arenosos isolados e imersos em sedimentos argilosos sobrepressurizados adquiram a pressão ambiente. Estes, no entanto, não respondem à metodologia aplicada. Saliente-se, também, que existem outros mecanismos de geração de pressões altas que não são detectados pelo método, sendo que o mais importante, no caso, é a flutuação de hidrocarbonetos.

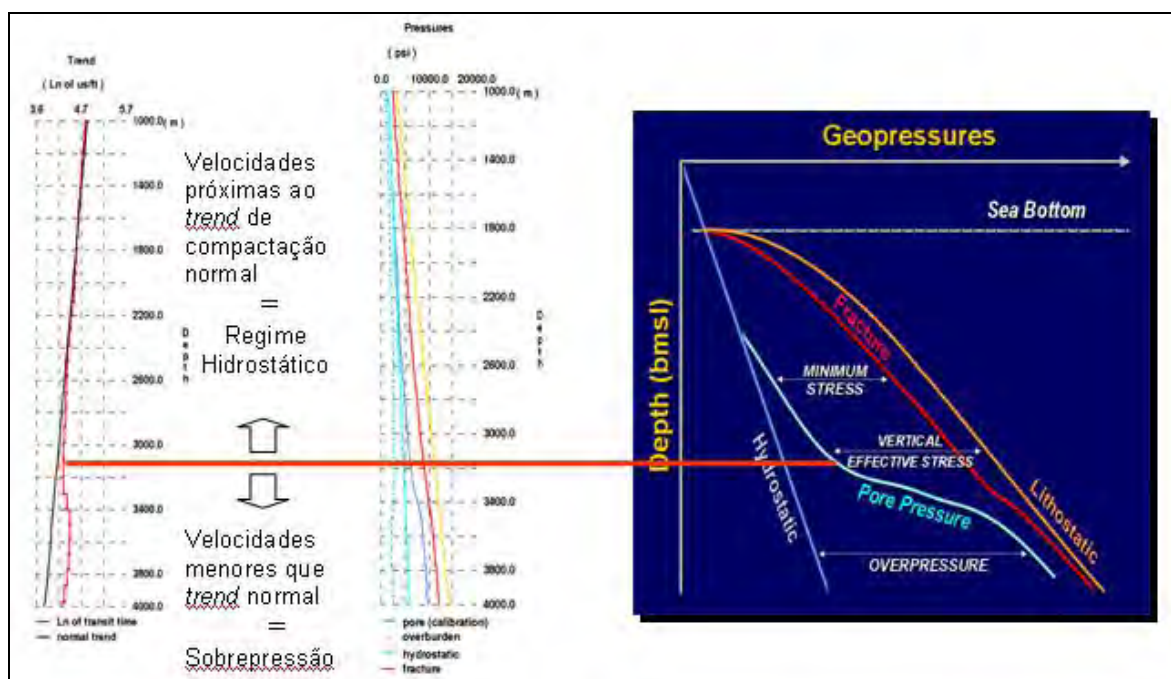


Figura II.5.1.2-19 - Método utilizado baseado no cálculo de curvas de compactação normal - a partir do sônico.

Gráficos de gradiente de geopressões - em libras por galão - dos prospectos das Concessões em questão foram gerados a partir da inversão de suas velocidades sísmicas. As locações da Concessão BM-CAL-11 são Oxalá, Ogum, Obá e Xangô. As da Concessão BM-CAL-12 são Fonte da Telha, Queluz, Évora e Além-Tejo. Os modelos encontram-se calibrado com o poço 1-BAS-126 (lâmina d'água de 1.801 m e profundidade final de 3.438 m), perfurado na área do bloco exploratório CAL-M-312, no ano de 2000, que apresentou regime de pressão normal.

Concessão BM-CAL-11

O Prospecto Oxalá tem como objetivo principal os arenitos senonianos da Formação Urucutuca e a profundidade final do poço será por volta de 2.925 m, dentro da Formação Taipus-Mirim. O modelo de pressões adquirido mostra um regime hidrostático (**Figura II.5.1.2-20**).

O Prospecto Ogum busca investigar arenitos da Fm. Sergi até uma profundidade final aproximada de 3.060 m. O modelo obtido mostra um regime hidrostático (**Figura II.5.1.2-21**).

O Prospecto Obá visa arenitos da Formação Sergi. A profundidade final será em torno de 3.240 m. Encontra-se em regime de pressão de poros normal (**Figura II.5.1.2-22**).

O objetivo principal do Prospecto Xangô é testar arenitos do Aptiano. A profundidade final será em torno de 5.220 m. Encontra-se em regime de pressão de poros normal (**Figura II.5.1.2-23**).



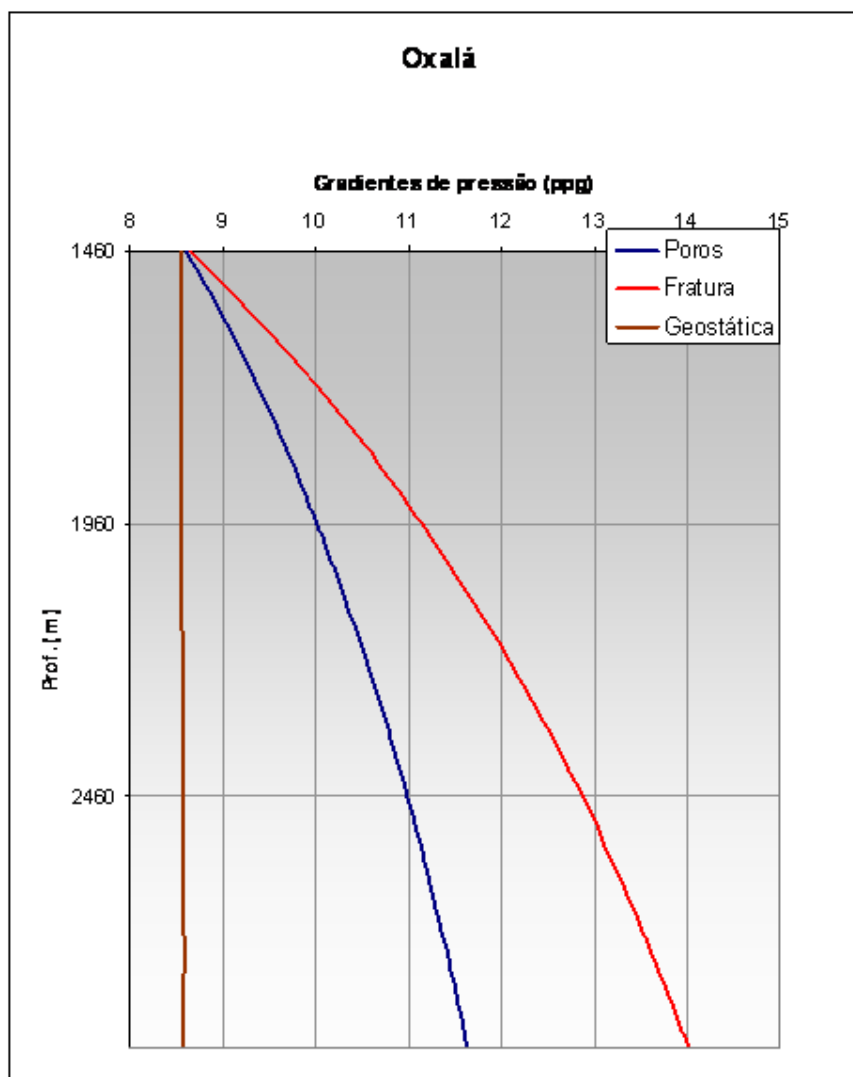


Figura II.5.1.2-20 – Prospecto Oxalá encontra-se em regime hidrostático.

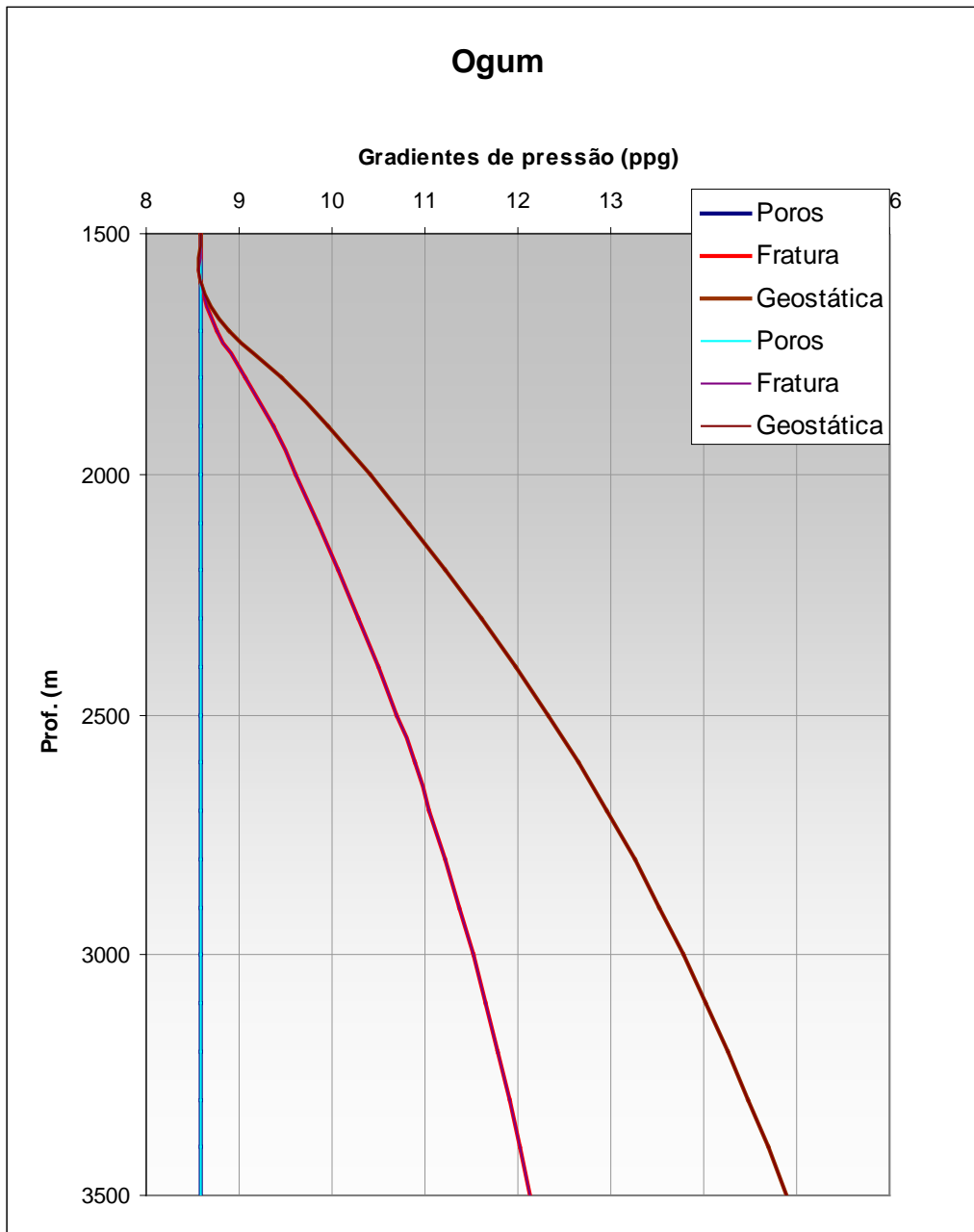


Figura II.5.1.2-21 – Prospecto Ogum encontra-se em regime hidrostático.



Figura II.5.1.2-22 – O Prospecto Obá encontra-se em regime hidrostático.

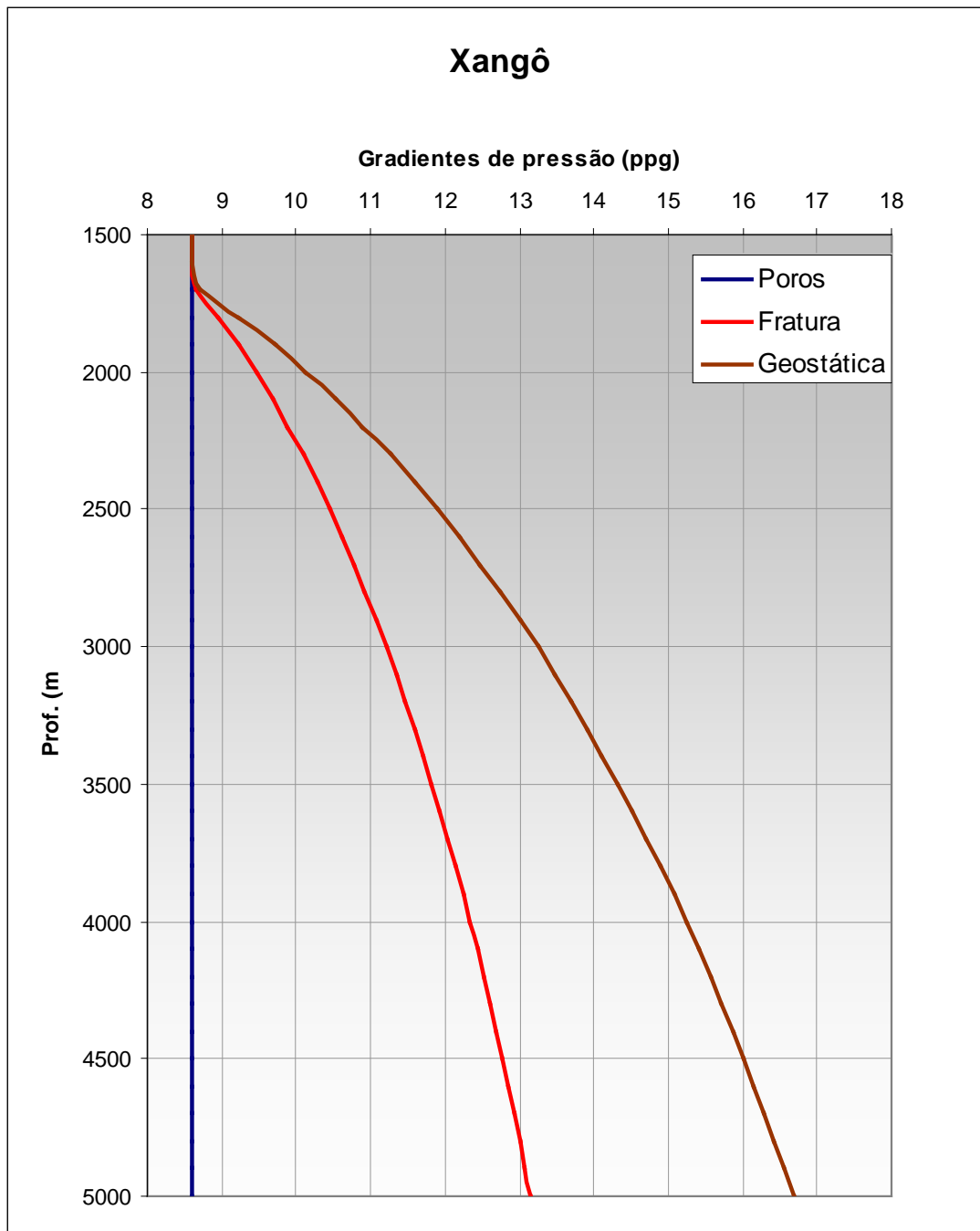


Figura II.5.1.2-23 – O Prospecto Xangô encontra-se em regime hidrostático.

Concessão BM-CAL-12

Os objetivos no Prospecto Fonte da Telha são arenitos turbidíticos do Cretáceo Superior da Formação Urucutuca e a profundidade final do poço será de aproximadamente 4.000 m. Encontra-se em regime de pressão de poros normal (Figura II.5.1.2-24).

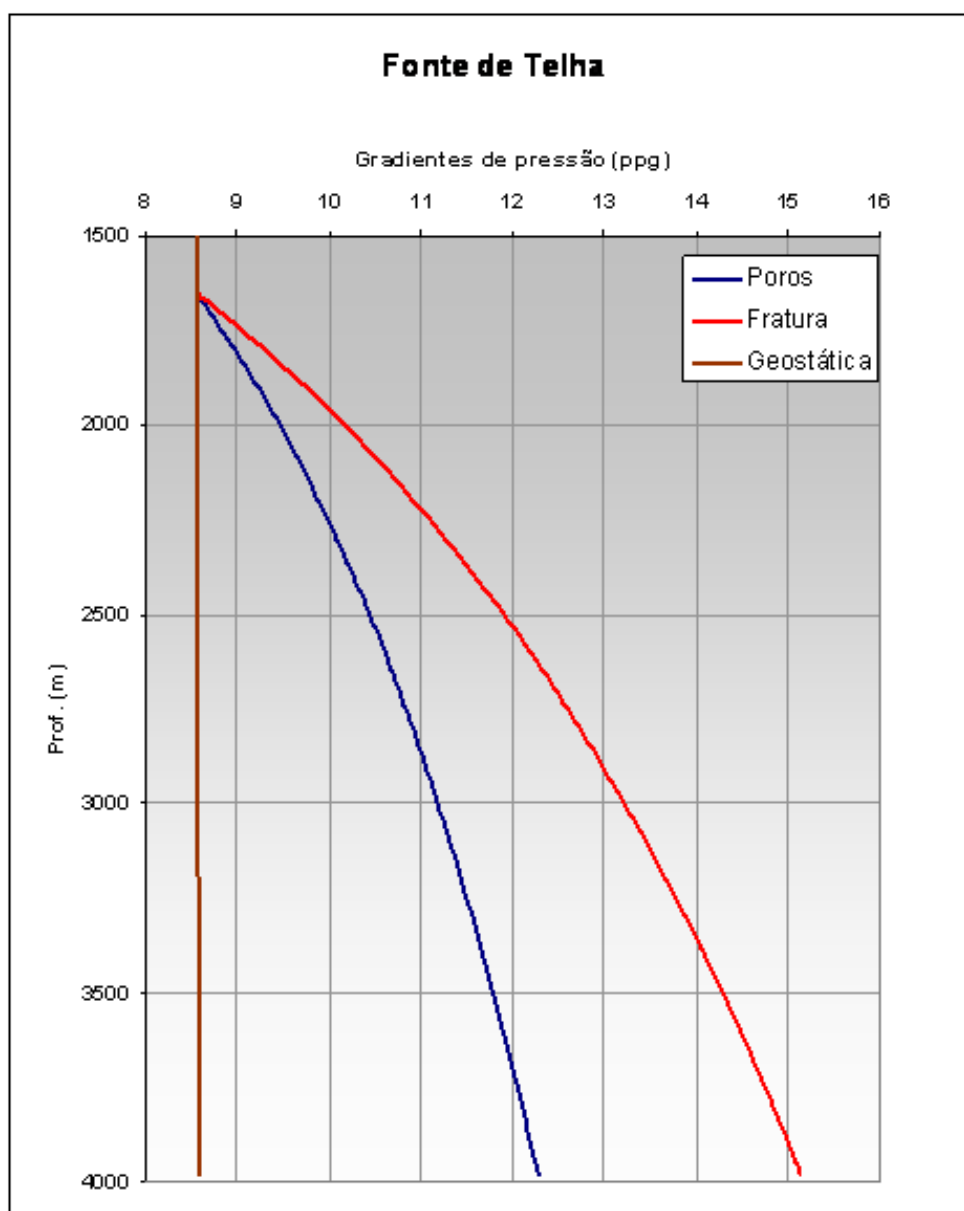


Figura II.5.1.2-24 – O Prospecto Fonte da Telha encontra-se em regime hidrostático.

No Prospecto Queluz serão investigados corpos arenosos das formações Taipus-Mirim e Rio de Contas. Sua profundidade final será de aproximadamente 6.850 m. Espera-se um incremento na pressão de poros a partir de 6.000 m, podendo atingir menos de 11 ppg ao final do poço (**Figura II.5.1.2-25**).

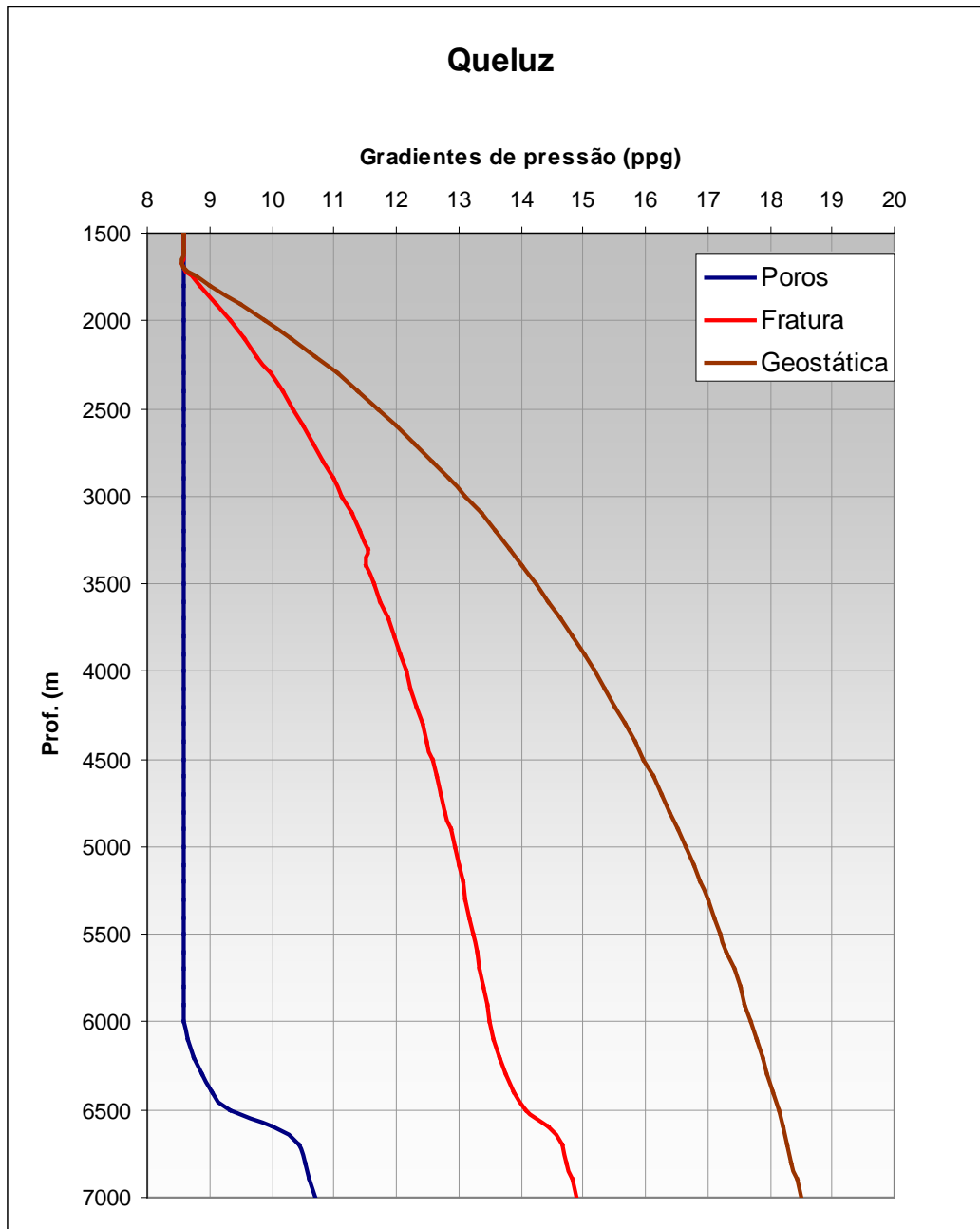


Figura II.5.1.2-25 – Locação Queluz. Pressão de poros final aproximada de 10,7 ppg.

O poço do Prospecto Évora deverá atingir uma profundidade máxima de 7.860 m, na Fm. Morro do Barro. Os objetivos principais são arenitos das formações Taipus-Mirim e Rio de Contas. O modelo de geopressões indica um aumento da pressão de poros a partir de 6.000 m, aproximadamente, podendo atingir 12 ppg ao final do poço (**Figura II.5.1.2-26**).

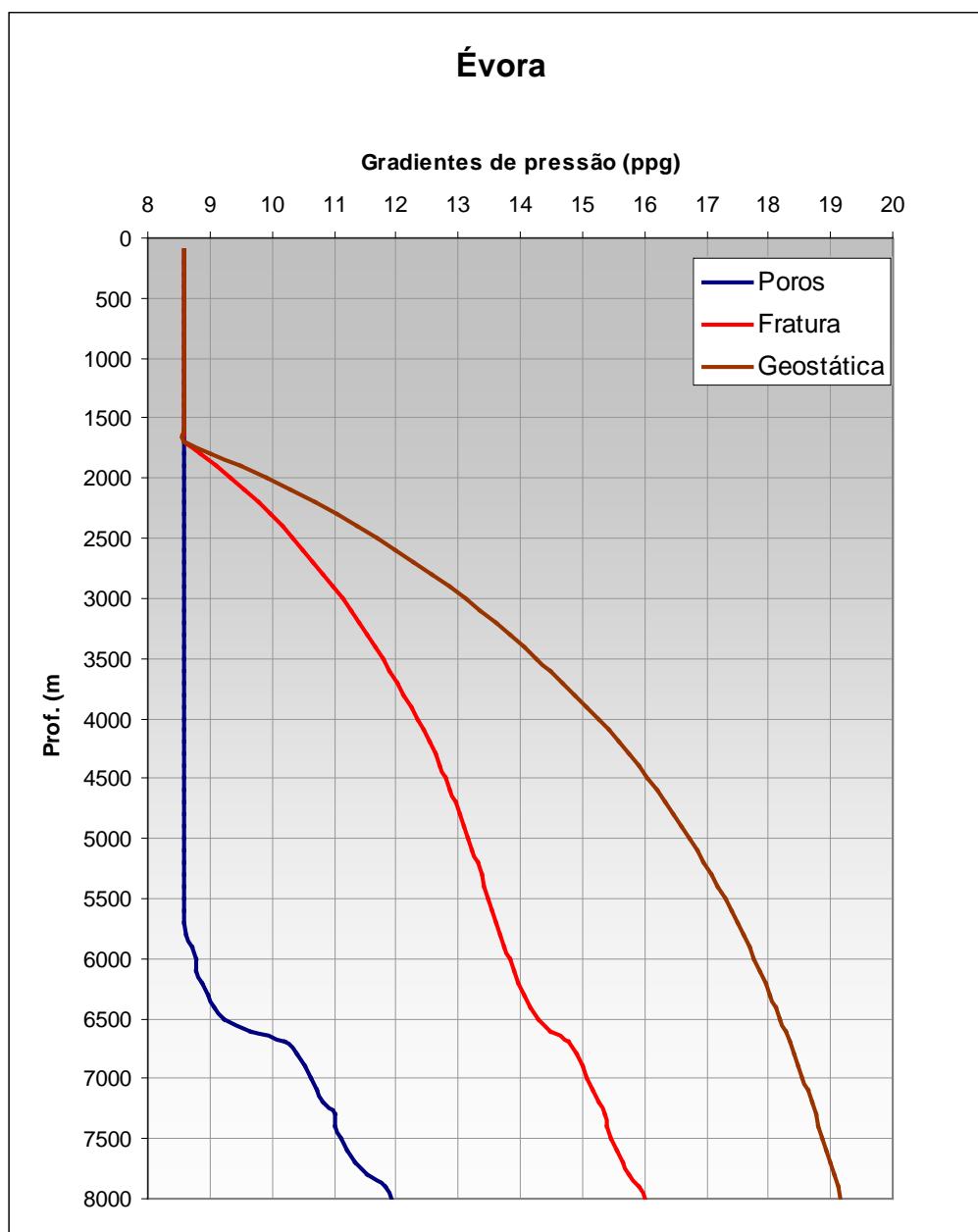


Figura II.5.1.2-26 – Locação Évora. Pressão de poros final aproximada de 12 ppg a 8.000 m.

Os objetivos no Prospecto Além-Tejo são arenitos turbidíticos da Formação Urucutuca e a profundidade final do poço será de aproximadamente 3.580 m. Encontra-se em regime de pressão de poros normal (**Figura II.5.1.2-27**).



Figura II.5.1.2-27 – O Prospecto Além-Tejo encontra-se em regime hidrostático.

II.5.1.3 - Oceanografia

O presente item apresenta uma análise detalhada dos aspectos oceanográficos mais relevantes nas proximidades da Bacia de Camamu-Almada, obtidos a partir de um levantamento de informações pretéritas e de análise de dados disponíveis nas imediações da região em estudo. Os parâmetros analisados para a realização desta caracterização foram: temperatura, salinidade, densidade, massas d'água, correntes, ondas e marés. Esse estudo foi realizado de acordo com as diretrizes estabelecidas no **Item II.5.1.3** do Termo de Referência CGPEG/DILIC/IBAMA nº 02/2011 para a atividade de perfuração exploratória nas Concessões BM-CAL-11 e BM-CAL-12 na Bacia de Camamu-Almada. Em sua elaboração foram utilizados dados de variadas fontes:

- PETROBRAS: correntes;
- CLIVAR⁸: correntes;
- HYCOM⁹: correntes;
- NODC¹⁰: climatologia de temperatura e salinidade;
- WOCE¹¹: cruzeiro A08: temperatura e salinidade;
- FEMAR¹²: constantes harmônicas de maré;

A **Tabela II.5.1.3-1** indica a localização e o período de amostragem dos dados utilizados, ilustrados na **Figura II.5.1.3- 1**. Os dados foram selecionados de acordo com a proximidade da região de interesse e sua disponibilidade. A descrição e análise destes dados são apresentadas nos subitens seguintes.

⁸ *Climate Variability and Predictability.*

⁹ *Hybrid Coordinate Ocean Mode.*

¹⁰ *National Oceanographic Data Center.*

¹¹ *World Ocean Circulation Experiment (<http://cchdo.ucsd.edu/atlantic.html>, ultimo acesso em 08/08/2011).*

¹² *Fundação de Estudos do Mar.*

Tabela II.5.1.3-1 - Informações para as estações de medição de correntes, temperatura, salinidade, elevação, constantes harmônicas de maré e vazão.

| PARÂMETROS | DADO | Coordenadas | DATUM | PERÍODO |
|-----------------------------|--------------------------------------|---|----------------|--|
| CORRENTE | PETROBRAS - BMJ-1 | 15°04'59,3"S; 38°43'50,6"W (datum SIRGAS ¹³ 2000) | SIRGAS 2000 | 08-mar a 20-mai 2004 |
| | PETROBRAS - ADP – Verão | 13°35,7'S; 38°49,03'W (datum WGS84) | WGS-84 | 29/dezembro de 2002 a 21/janeiro de 2003 |
| | PETROBRAS - ADP – Inverno | 13°35,7'S; 38°49,03'W (datum WGS84) | WGS-84 | 22/maio a 26/ junho de 2003 |
| | CLIVAR / K2 | 10°22'44.4"S e 35°40'58.8"W | SIRGAS 2000 | Mar-2002 a Mar 2003 |
| | HYCOM | 14,33° S e 38,64° W | SIRGAS 2000 | 2004 a 2010 |
| | NODC | 11° S e 38° W até 11° S e 28° W | WGS-84 | Climatologia |
| | PETROBRAS ADCP– C3 | 14°35,49'S e 38°30,77'W | SIRGAS 2000 | 13-ago-2011 |
| | PETROBRAS ADCP– L1-10 | 14°07,93'S e 38°09,63'W | SIRGAS 2000 | 07-ago-2011 |
| TEMPERATURA E SALINIDADE | WOCE A08_172 | 10°13'36.5"S e 35°32'4.2"W | e WGS-84 | 02-abr-1994 |
| | WOCE A08_178 | 10°47'14.3"S e 34°44'48.5"W | e WGS-84 | 03-abr-1994 |
| | OCCAM | 8° a 20°S e 40° a 36°W | WGS-84 | 2000 a 2004 |
| | PETROBRAS – C3 | 14°35,49'S e 38°30,77'W | SIRGAS 2000 | 13-ago-2011 |
| | PETROBRAS – L1-10 | 14°07,93'S e 38°09,63'W | SIRGAS 2000 | 07-ago-2011 |
| MARÉ | FEMAR - Barra de Camamu | 13°55,0'S e 39°00,1'W | - | 13-jan a 04-fev 1959 |
| | FEMAR – Porto de Ilhéus (Malhado) | 14°46,9'S e 39°01,7'W | - | 10-nov a 11-dez 1976 |
| | FEMAR - Ilhéus | 14°47,9'S e 39°02,3'W | - | 24-abr a 25-mai 1959 |
| | FES | -43° a 33°W e -18° a -10° S | WGS-84 | - |
| ONDAS | VW3 | 35,5°S e 14,35°W | WGS-84 | 2004 a 2010 |

¹³ Sistema de Referência Geocêntrico para as Américas
(<http://www.ibge.gov.br/home/geociencias/geodesia/sirgas/principal.htm>).

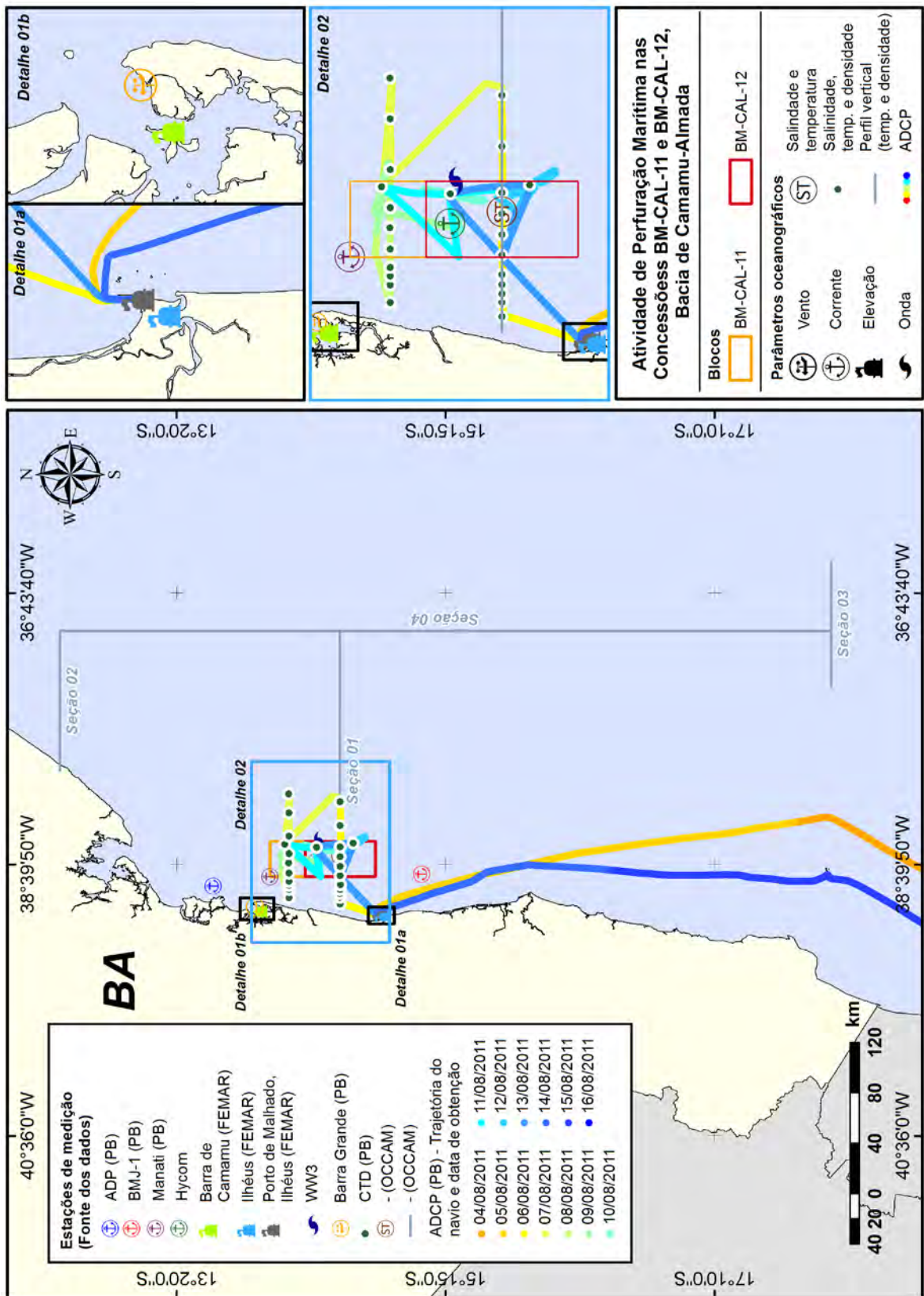


Figura II.5.1.3- 1 - Localização das estações de medição de dados oceanográficos.

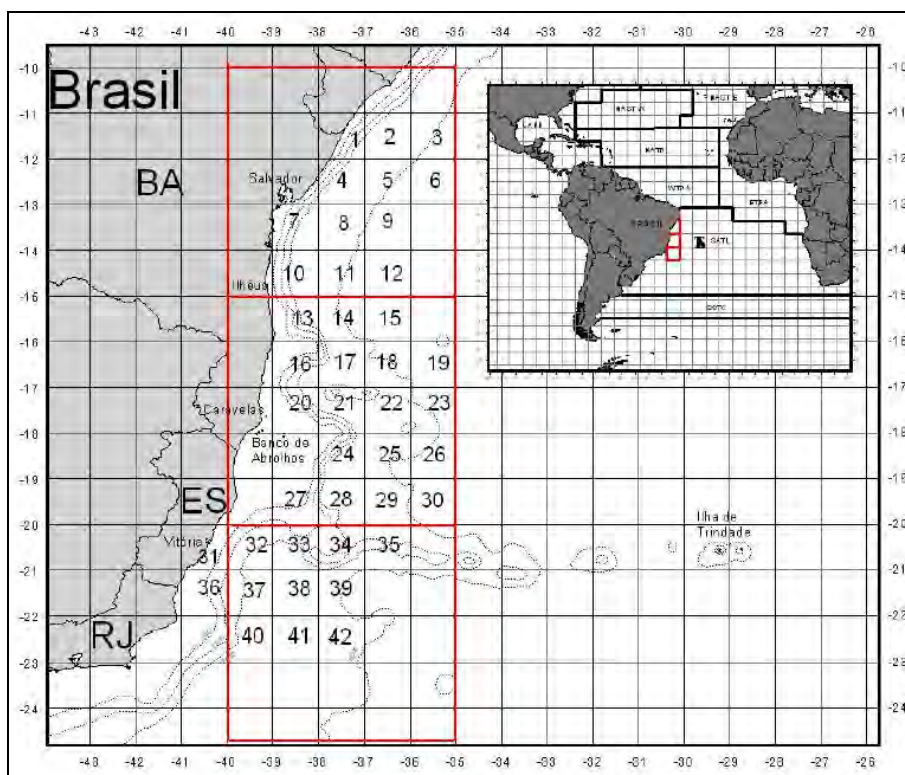
A. Perfis de Temperatura Potencial (θ) e sigma theta ($\theta\sigma$) para todas as estações do ano e para uma seção interior do domínio e nos limites abertos da modelagem gerada:

A variação da temperatura da camada superficial do oceano foi monitorada na plataforma sul do Estado da Bahia (LEIPE *et al.*, 1999) e foram observadas variações de até 3 °C na temperatura da água superficial.

Olavo *et al.* (2005), no âmbito do Programa REVIZEE¹⁴ para a Zona Econômica Exclusiva Central Brasileira, que abrange a área de influência das Concessões BM-CAL-11 e BM-CAL-12 (Fonte: Olavo *et al.* (2005)).

Figura II.5.1.3-2), apresentou os perfis de Temperatura Potencial para os períodos de inverno de 2001 e verão de 1999 (Fonte: Olavo *et al.* (2005)).

Figura II.5.1.3-3).

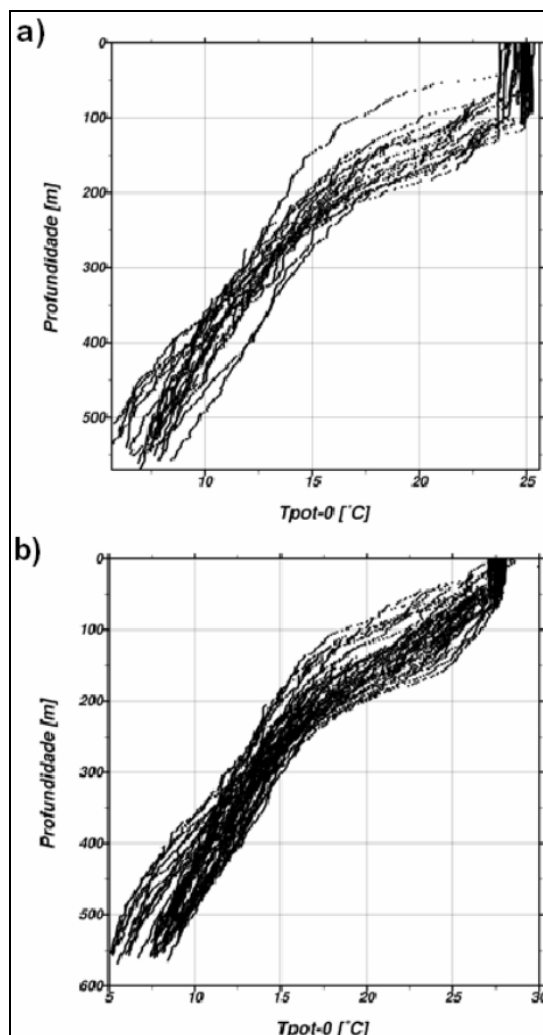


Fonte: Olavo *et al.* (2005).

Figura II.5.1.3-2 - Área de estudo das campanhas de prospecção de grandes peixes pelágicos do Programa REVIZEE na região da ZEE central brasileira. A zona de interesse se concentra nas estações 10, 11 e 12.

¹⁴ Programa Nacional para Avaliação do Potencial Sustentável de Recursos Vivos na Zona Econômica Exclusiva.

Observou-se, na campanha de inverno, temperaturas superficiais entre 23 e 25 °C, e na campanha de verão, valores em torno de 27 a 28 °C. Uma camada de mistura (isotérmica) mais profunda foi observada durante o inverno, verificando-se o topo da termoclina bem demarcado, em torno dos 100 m de profundidade.



Fonte: Olavo et al. (2005).

Figura II.5.1.3-3 - Variação da temperatura potencial (T_{pot-0}) com a profundidade observada nos cruzeiros de prospecção de grandes peixes pelágicos na ZEE central durante o inverno de 2001 (a) e o verão de 1999 (b).

A **Figura II.5.1.3-4** a seguir mostra a localização dos dados de salinidade, temperatura e densidade analisados neste item.

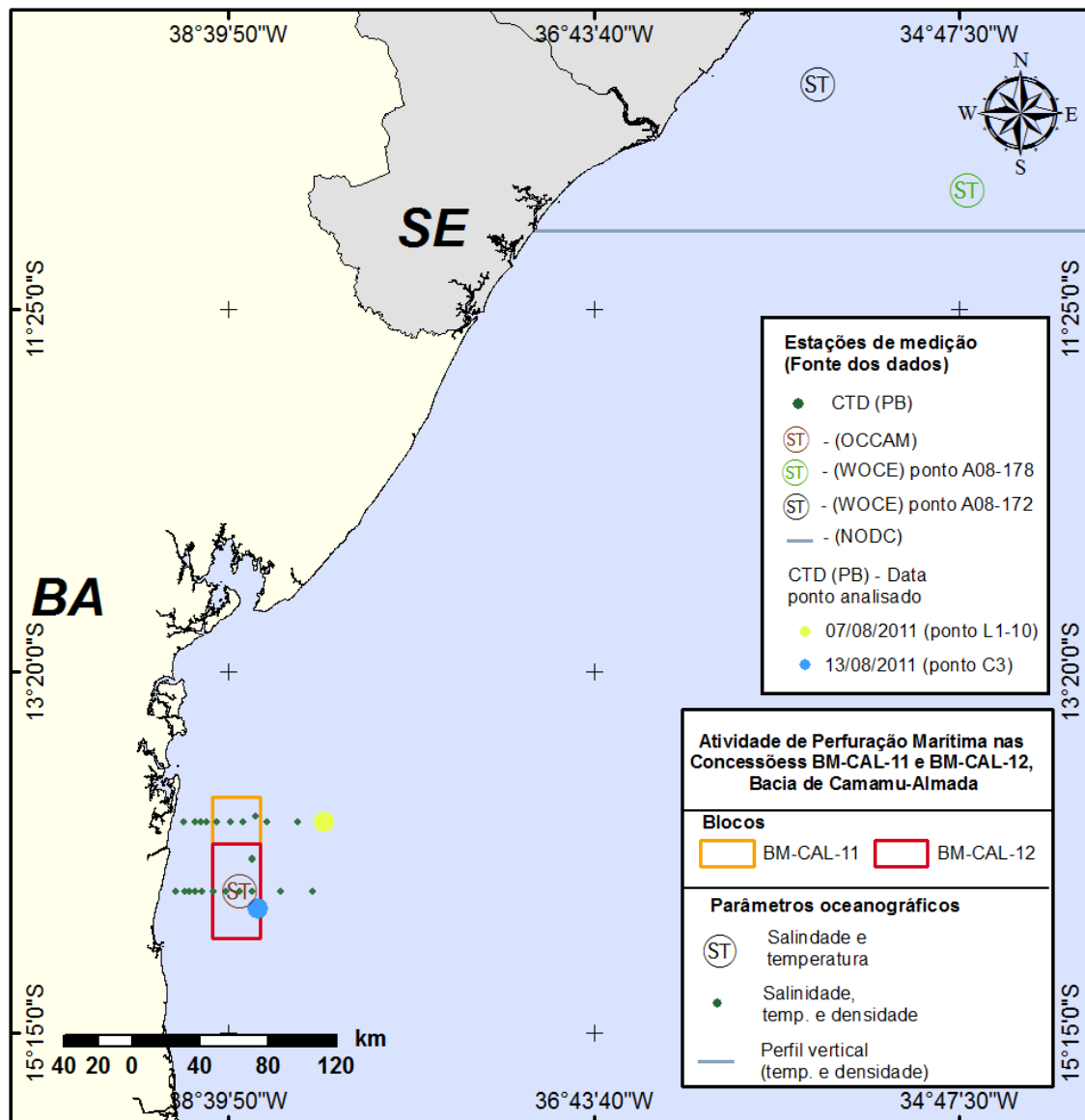


Figura II.5.1.3-4 - Localização das estações de medição de dados de salinidade, temperatura e densidade.

É apresentada uma caracterização da distribuição horizontal e vertical de temperatura, salinidade e sigma theta, para toda a área de influência, considerada na modelagem, a partir de resultados do modelo OCCAM¹⁵. Este é um modelo global desenvolvido pelo Southampton Oceanography Centre, em conjunto com as Universidades East Anglia e Edinburgh; utiliza uma grade tipo B de Arakawa e equações primitivas formuladas em coordenadas z (BRYAN, 1969; SEMTNER,

¹⁵ Ocean Circulation and Climate Advanced Modelling Project (<http://www.noc.soton.ac.uk/JRD/OCCAM/>).

Disponibilização de dados: <http://www.noc.soton.ac.uk/JRD/OCCAM/EMODS/> (último acesso em 13/julho/2011).

1974; COX, 1984). Os resultados aqui utilizados são relativos a médias mensais de 5 anos (2000 – 2004) com resolução horizontal de 1/12°.

Na **Figura II.5.1.3-5**, **Figura II.5.1.3-6**, **Figura II.5.1.3-7** e **Figura II.5.1.3-8** são apresentados os mapas de médias climatológicas de temperatura da superfície do mar (TSM), com contornos de salinidade sobrepostos, para os períodos de dezembro a fevereiro, março a maio, junho a agosto e setembro a novembro, respectivamente, de acordo com os resultados do modelo OCCAM.

De acordo com esses resultados, na costa da Bahia, as temperaturas médias variam de 26 a 28,5 °C no verão, e de 22 a 25,5 °C no inverno. A salinidade ficou em torno de 36,6 no verão e 37 no inverno.

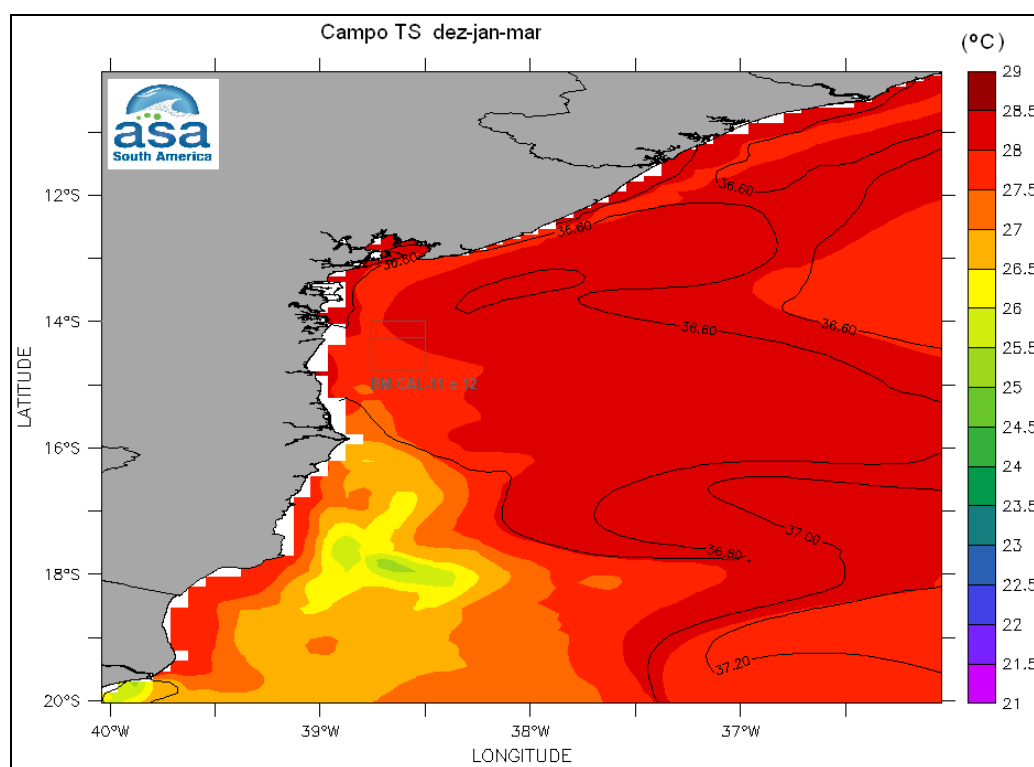


Figura II.5.1.3-5 - Mapa de médias climatológicas de temperatura da superfície do mar (TSM), com contornos de salinidade sobrepostos, para o período de dezembro a fevereiro, obtidas a partir de resultados do modelo OCCAM.

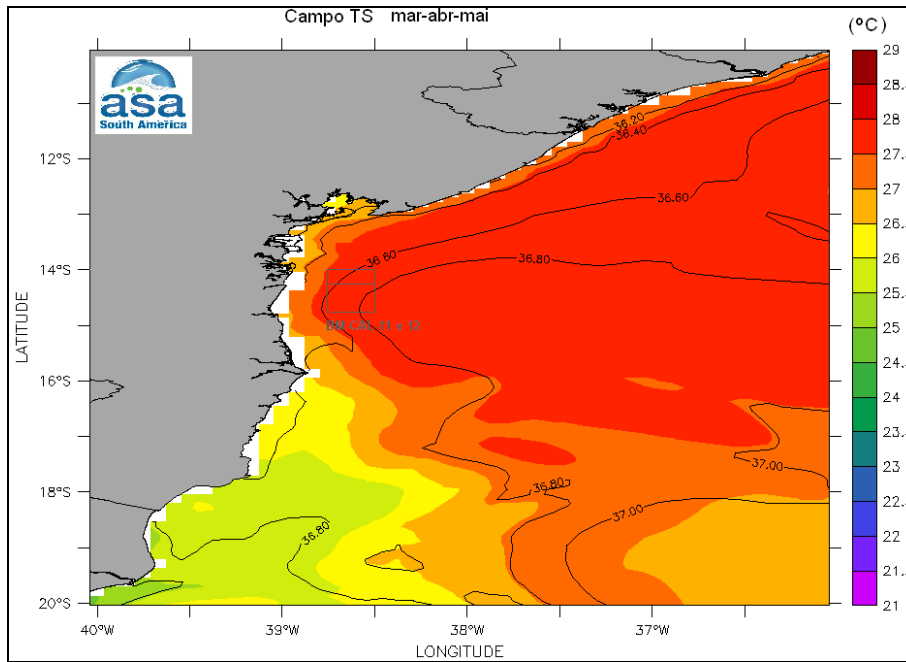


Figura II.5.1.3-6 - Mapa de médias climatológicas de temperatura da superfície do mar (TSM), com contornos de salinidade sobrepostos, para o período de março a maio, obtidas a partir de resultados do modelo OCCAM.

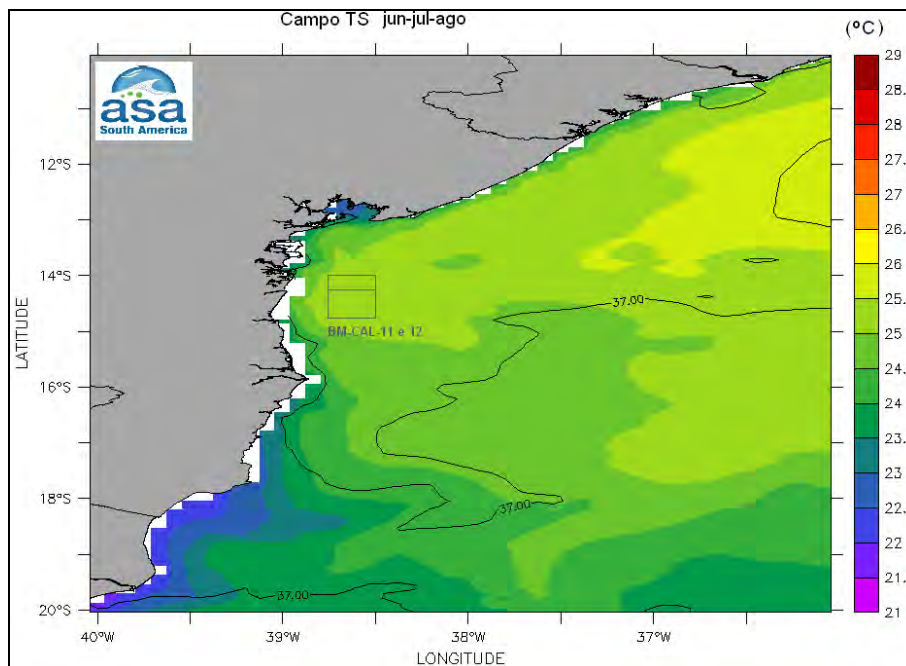


Figura II.5.1.3-7 - Mapa de médias climatológicas de temperatura da superfície do mar (TSM), com contornos de salinidade sobrepostos, para o período de junho a agosto, obtidas a partir de resultados do modelo OCCAM.

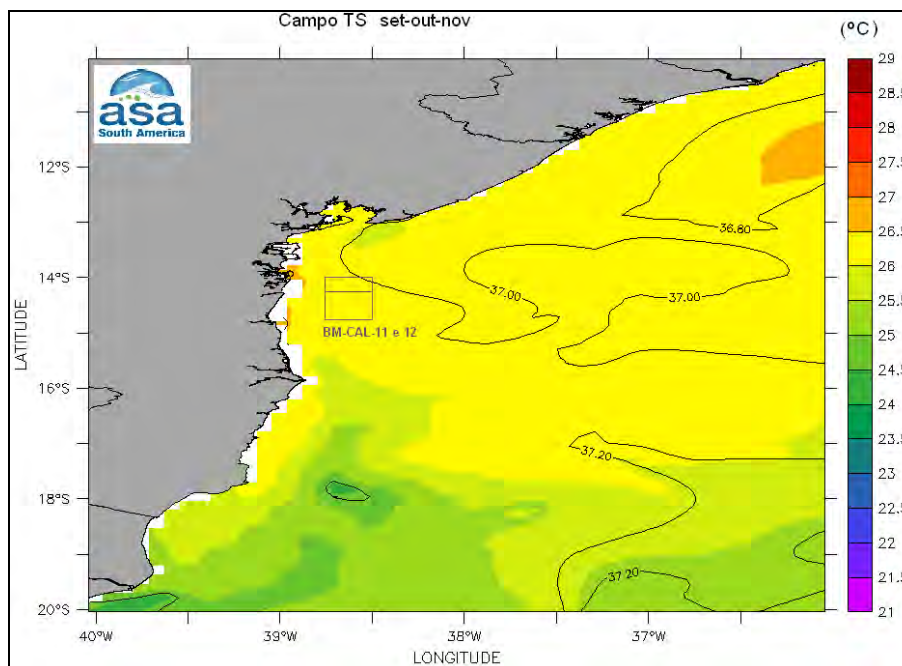


Figura II.5.1.3-8 - Mapa de médias climatológicas de temperatura da superfície do mar (TSM), com contornos de salinidade sobrepostos, para o período de setembro a novembro, obtidas a partir de resultados do modelo OCCAM.

A partir dos resultados do modelo OCCAM, são apresentados os perfis verticais de temperatura potencial e sigma theta em 4 seções da região de estudo: uma interior ao domínio e 3 seções na área de influência indicada pelos resultados da modelagem (**Tabela II.5.1.3-2**).

Tabela II.5.1.3-2 - Seções de Estudo da Modelagem gerada. Datum WGS 84

| Seção | Posição | Longitude | Latitude |
|-------|---------------------|------------------|----------------|
| 1 | Interior do domínio | 37° a 39°W | 14°30'S |
| 2 | Seção norte | 37° a 38°W | 12°30'S |
| 3 | Seção sul | 36°30' a 37°24'W | 18°S |
| 4 | Seção leste | 37°W | 12°30'S a 18°S |

Para cada seção, foram elaborados perfis para quatro períodos de três meses: dezembro a fevereiro (DJF), março a maio (MAM), junho a agosto (JJA) e setembro a novembro (SON).

Da **Figura II.5.1.3-9** à **Figura II.5.1.3-12**, são apresentados os perfis de temperatura na seção 1, para cada estação do ano. Os perfis mostram que a sazonalidade é pequena nesta seção, sendo seus efeitos restritos aos primeiros

500 m de profundidade. No verão, as temperaturas na plataforma continental atingem aproximadamente 27 °C, enquanto que no inverno essas temperaturas são em torno de 25 °C. Durante todo o ano, a termoclina, região onde há intenso gradiente de temperatura, está presente, não havendo significantes alterações em sua posição. Na região oceânica, após a quebra do talude, as temperaturas superficiais chegam a 28 °C (verão) e 25 °C (inverno), decrescendo ao longo da coluna d'água até atingir 10 °C em, aproximadamente, 400 m. Abaixo de 600 m, as temperaturas são menores que 5 °C diminuindo suavemente com a profundidade.

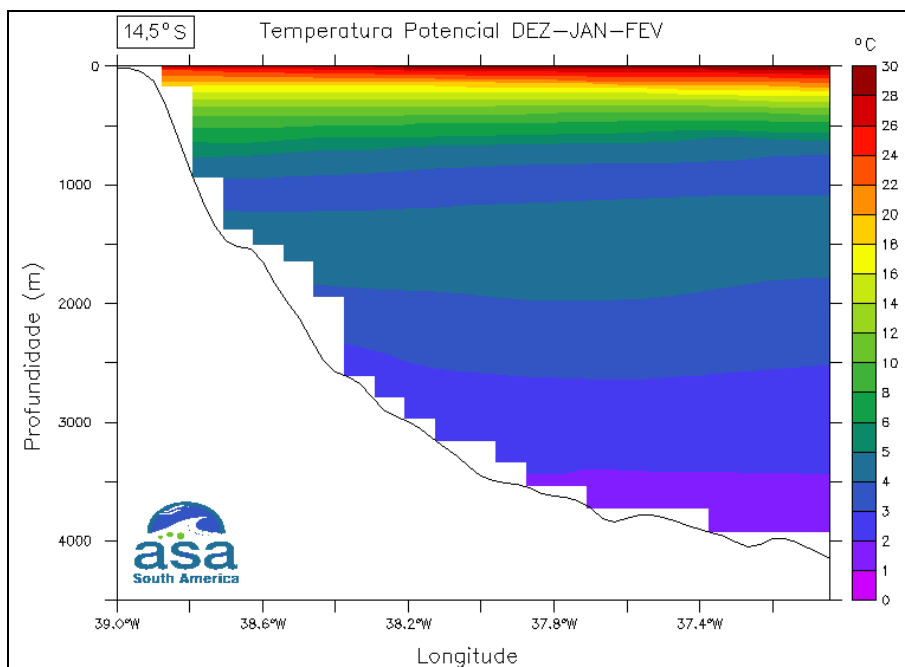


Figura II.5.1.3-9 - Perfil de Temperatura Potencial na seção 1 (14°30'S); média para o período de dezembro a fevereiro.

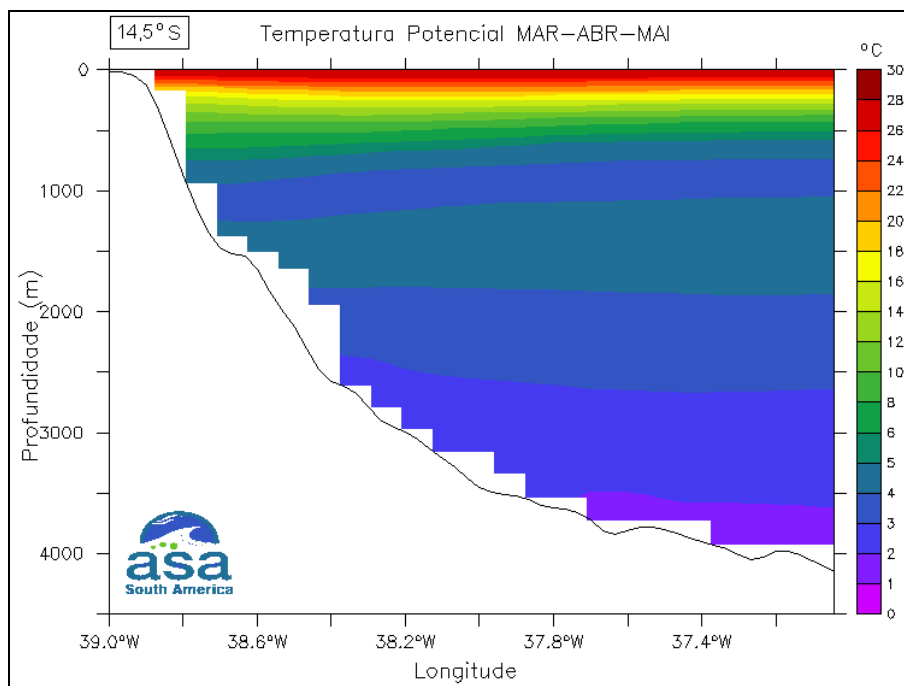


Figura II.5.1.3-10 - Perfil de Temperatura Potencial na seção 1 (14°30'S); média para o período de março a abril.

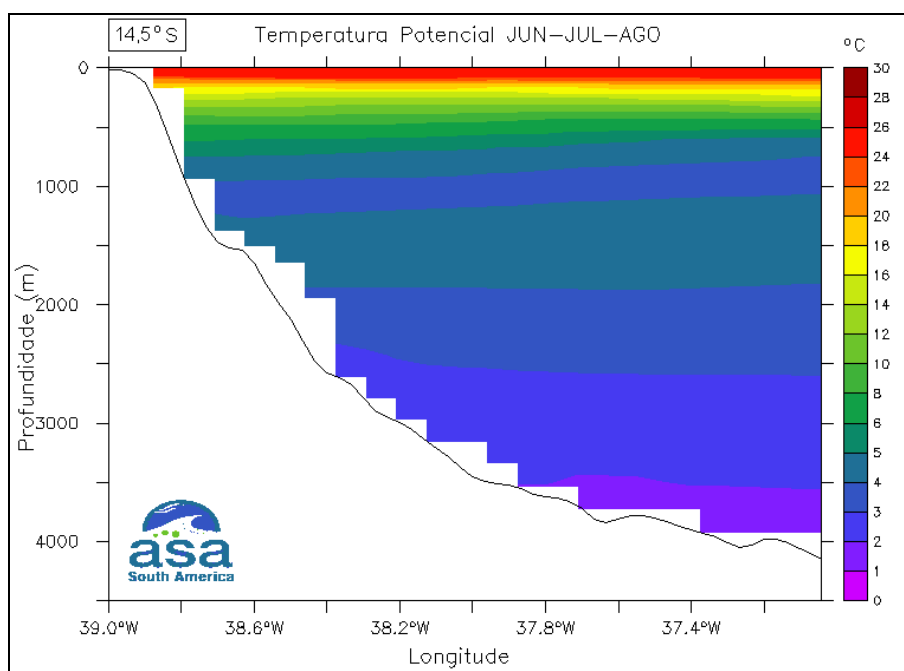


Figura II.5.1.3-11 - Perfil de Temperatura Potencial na seção 1 (14°30'S); média para o período de junho a agosto.

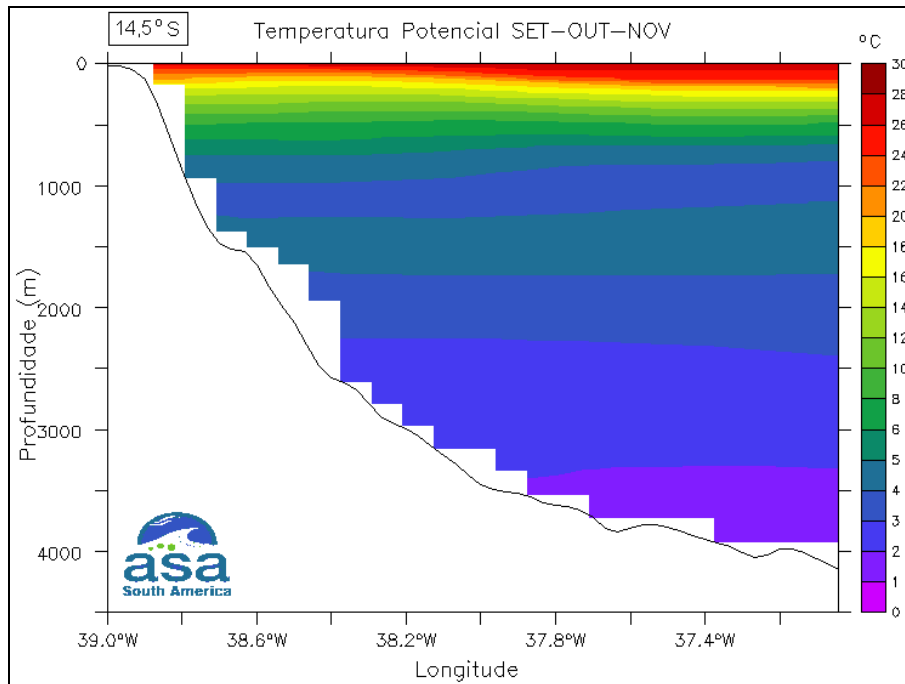


Figura II.5.1.3-12 - Perfil de Temperatura Potencial na seção 1 (14°30'S); média para o período de setembro a novembro.

Da **Figura II.5.1.3-13** à **Figura II.5.1.3-16**, são apresentados os perfis de temperatura na seção 2, para cada estação do ano. Nesta seção, também é visível a presença da termoclina durante todas as estações. No verão, as temperaturas sobre a plataforma continental atingem, aproximadamente, 27°C. No entanto, no inverno essas temperaturas são aproximadamente de 24 °C. Na região oceânica, as temperaturas na superfície atingem 28 °C (verão) e 25 °C (inverno), decrescendo ao longo da coluna de água até atingir 10 °C em aproximadamente 400 m. Abaixo de 600 m, as temperaturas são menores que 5 °C diminuindo suavemente com a profundidade.

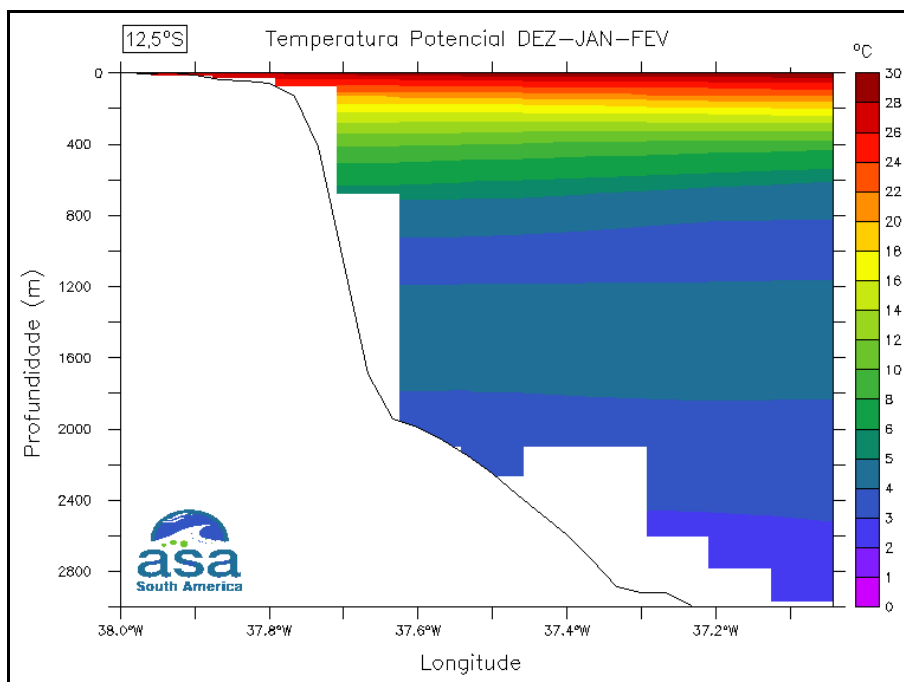


Figura II.5.1.3-13 - Perfil de Temperatura Potencial na seção 2 (12°30'S); média para o período de dezembro a fevereiro.

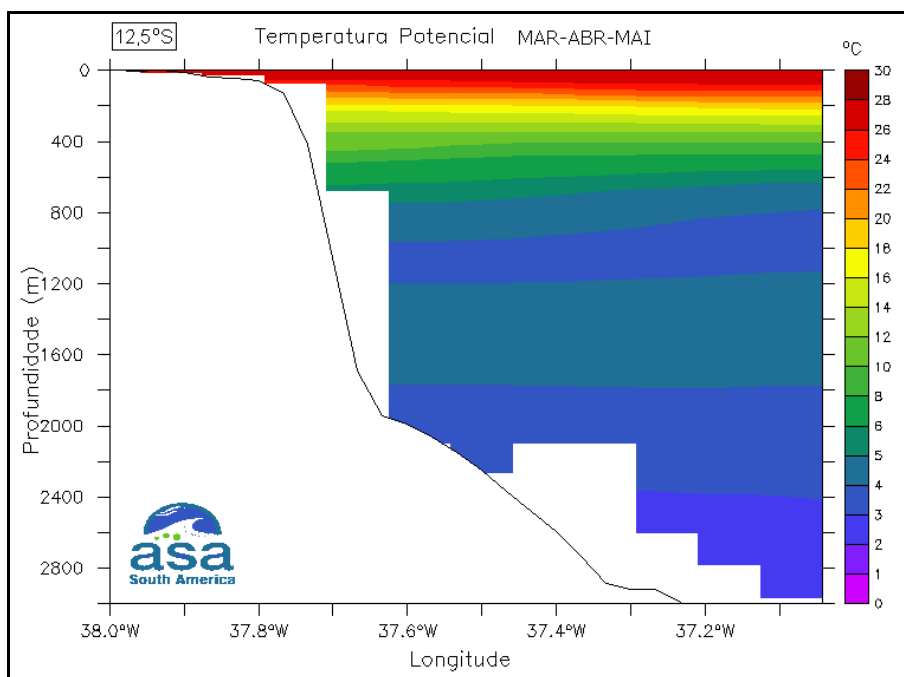


Figura II.5.1.3-14 - Perfil de Temperatura Potencial na seção 2 (12°30'S); média para o período de março a abril.

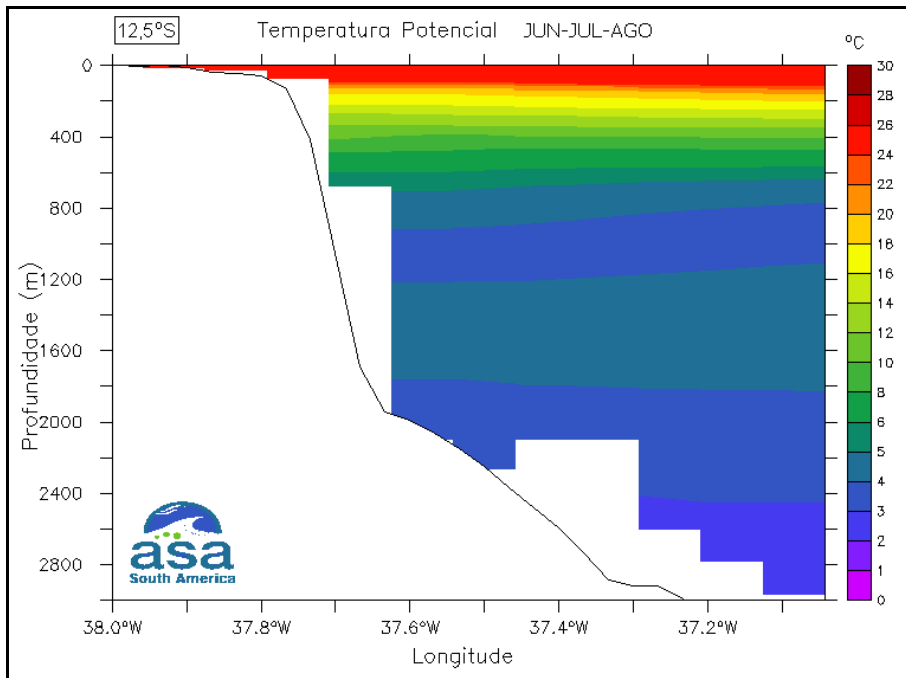


Figura II.5.1.3-15 - Perfil de Temperatura Potencial na seção 2 (12°30'S); média para o período de junho a agosto.

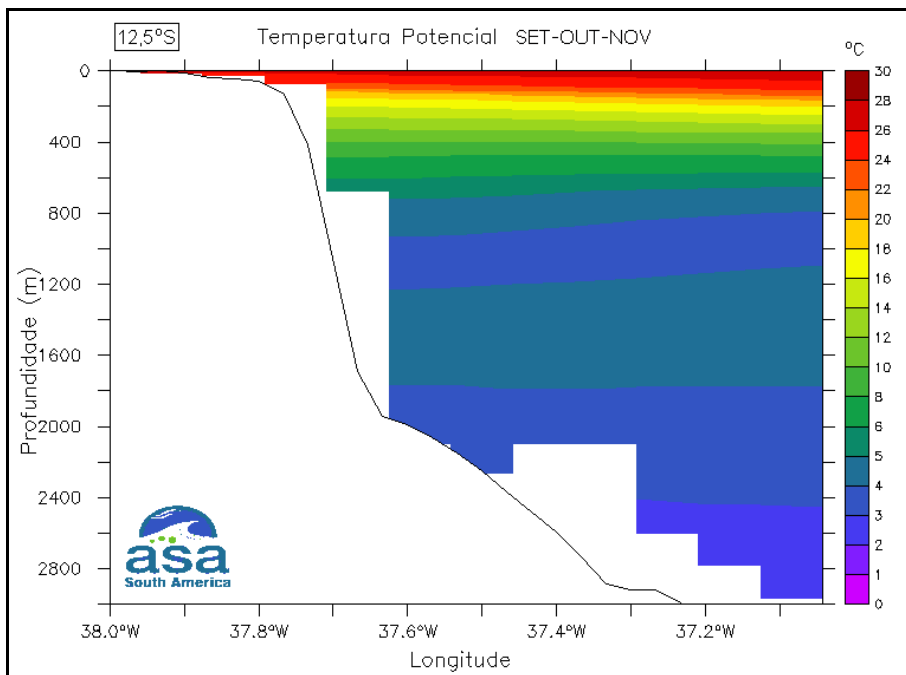


Figura II.5.1.3-16 - Perfil de Temperatura Potencial na seção 2 (12°30'S); média para o período de setembro a novembro.

Da **Figura II.5.1.3-17** à **Figura II.5.1.3-20**, são apresentados os perfis de temperatura na seção 3, para cada estação do ano. Observa-se que no verão, na plataforma continental, as temperaturas são de aproximadamente 26°C. No inverno, essas temperaturas diminuem para 24 °C. Na região oceânica, as temperaturas na superfície alcançam 28 °C (verão) e 25 °C (inverno). Nesta seção, também há a presença de uma termoclina permanente, onde a temperatura decresce verticalmente, atingindo 10 °C em, aproximadamente, 400 m de profundidade. Em profundidades maiores que 600 m, as temperaturas são inferiores a 5 °C.

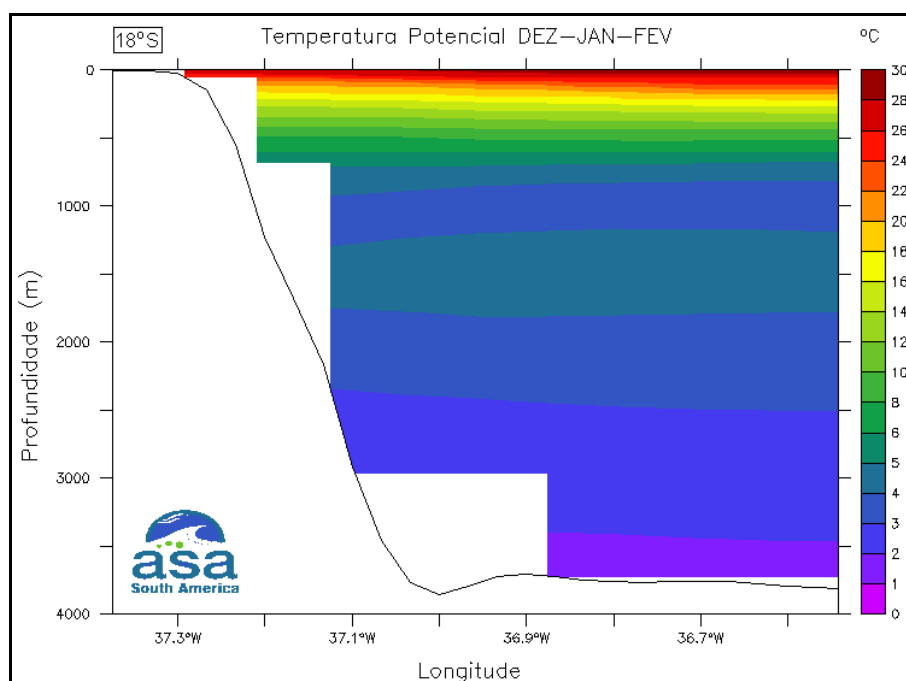


Figura II.5.1.3-17 - Perfil de Temperatura Potencial na seção 3 (18°S); média para o período de dezembro a fevereiro.

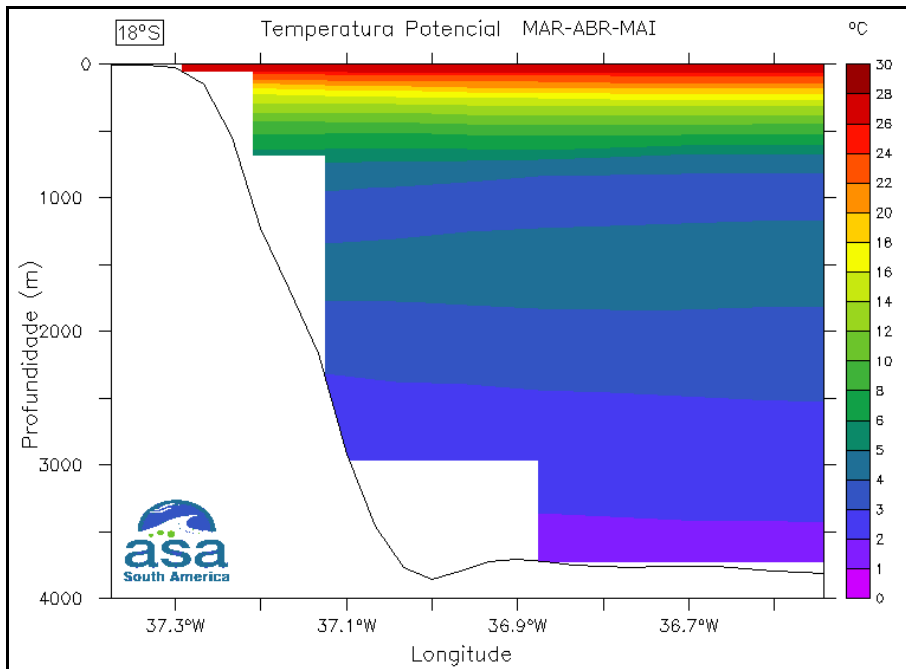


Figura II.5.1.3-18 - Perfil de Temperatura Potencial na seção 3 (18°S); média para o período de março a abril.

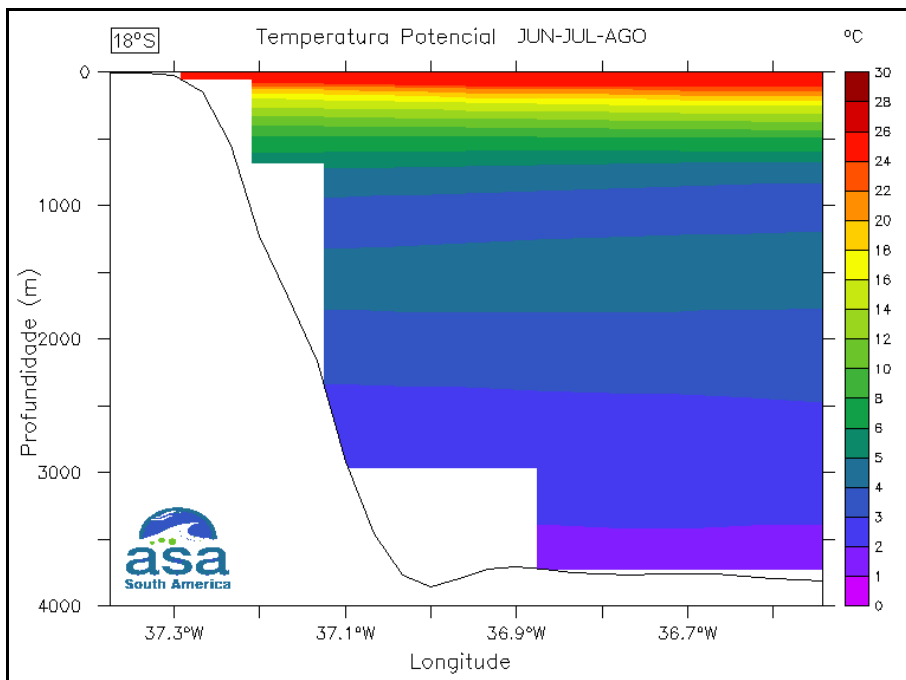


Figura II.5.1.3-19 - Perfil de Temperatura Potencial na seção 3 (18°S); média para o período de junho a agosto.

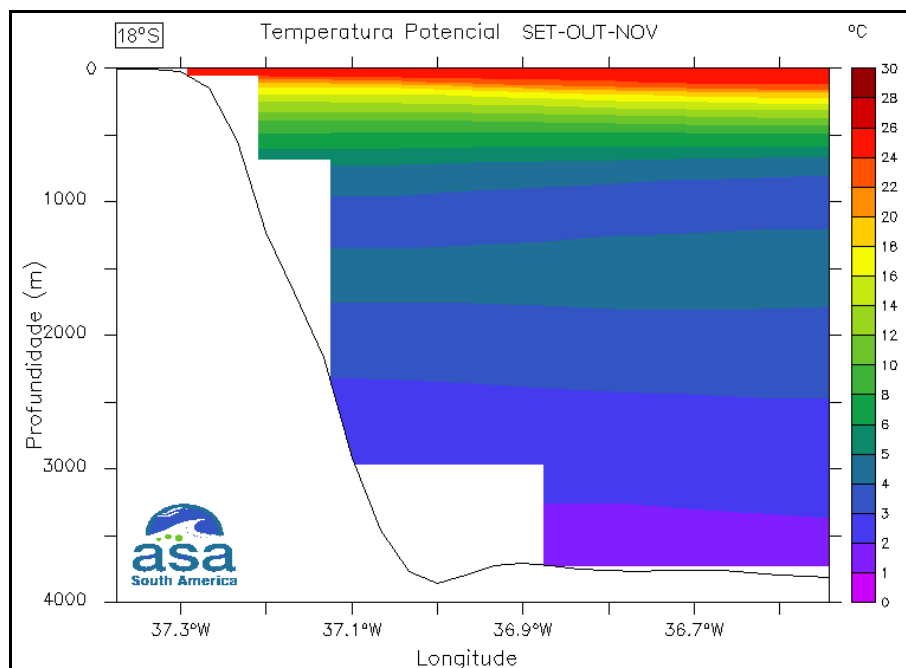


Figura II.5.1.3-20 - Perfil de Temperatura Potencial na seção 3 (18°S); média para o período de setembro a novembro.

Da **Figura II.5.1.3-21** à **Figura II.5.1.3-24**, são apresentados os perfis de temperatura na seção 4, para cada estação do ano. Nesta seção meridional, situada em 37°W, nota-se que as temperaturas superficiais são de cerca 28 °C durante o verão e 25 °C durante o inverno. A exceção dos primeiros 100 m, a estrutura térmica vertical não apresenta diferenças significativas entre as estações, havendo a termoclina permanente e os valores de temperatura decrescendo até aproximadamente 10 °C ao se atingir a profundidade de 400 m. Abaixo de 600 m, as temperaturas são menores que 5 °C diminuindo gradativamente com a profundidade.

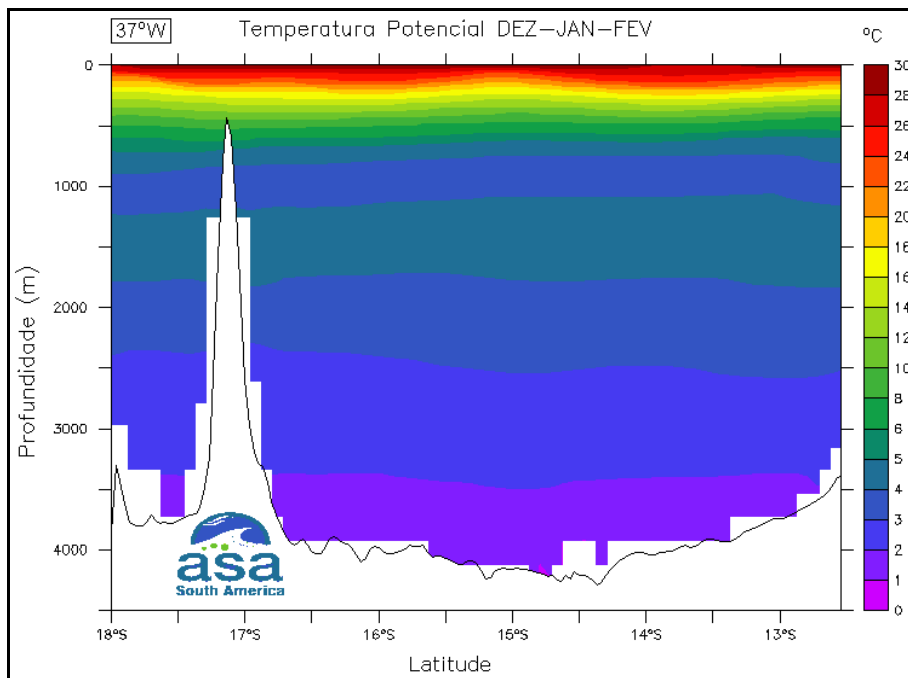


Figura II.5.1.3-21 - Perfil de Temperatura Potencial na seção 4 (37°W); média para o período de dezembro a fevereiro.

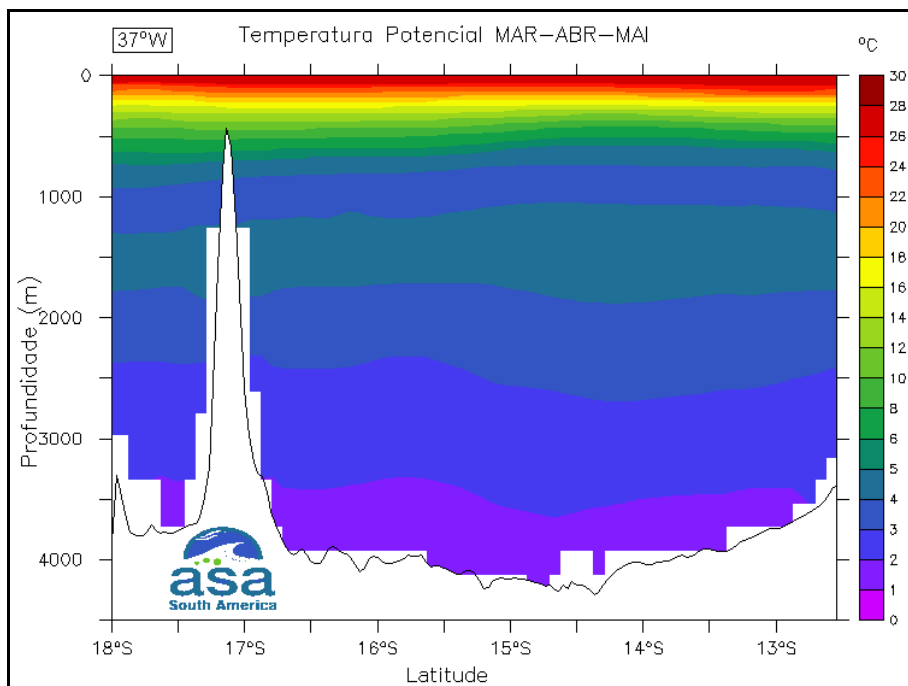


Figura II.5.1.3-22 - Perfil de Temperatura Potencial na seção 4 (37°W); média para o período de março a abril.

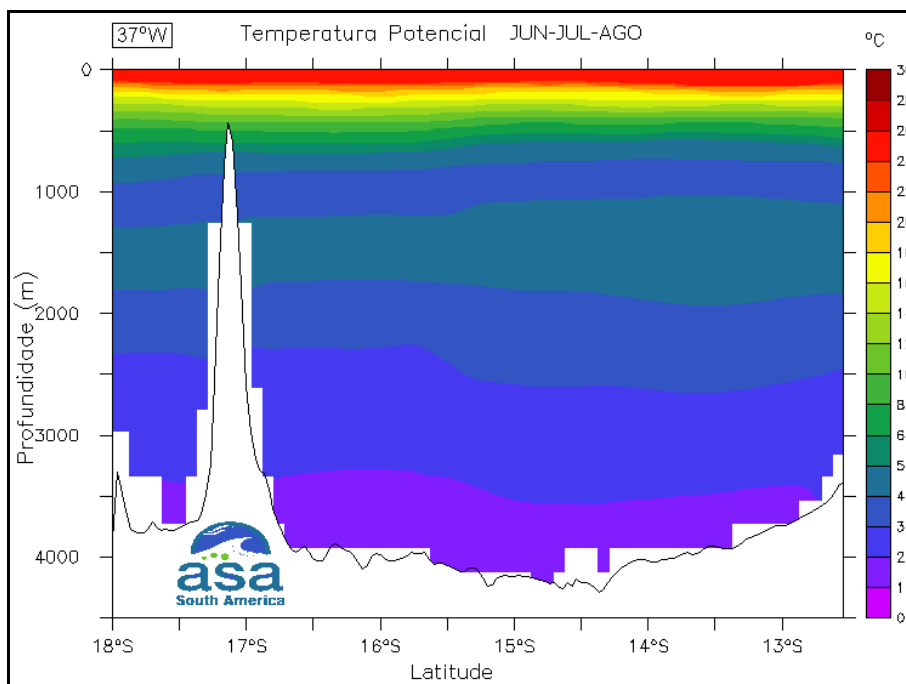


Figura II.5.1.3-23 - Perfil de Temperatura Potencial na seção 4 (37°W); média para o período de junho a agosto.

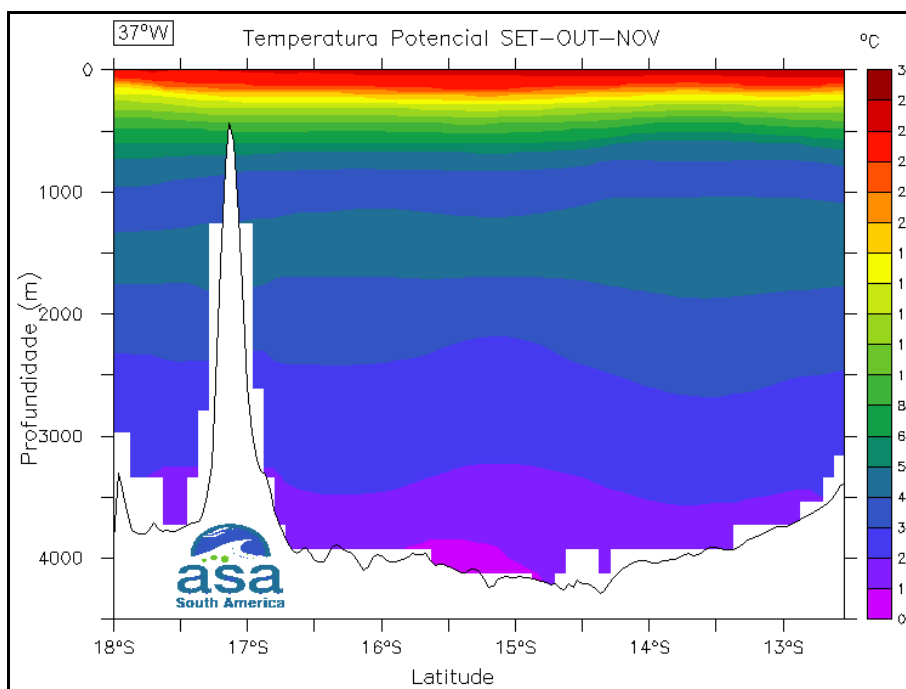


Figura II.5.1.3-24 - Perfil de Temperatura Potencial na seção 4 (37°W); média para o período de setembro a novembro.

A partir da análise de dados do NODC, são apresentados abaixo os perfis verticais de temperatura potencial e sigma theta em 4 seções da região de estudo: uma interior ao domínio e 3 seções na área de influência indicada pelos resultados da modelagem (como indicado na **Tabela II.5.1.3-2**).

Da **Figura II.5.1.3-25** à **Figura II.5.1.3-28**, são apresentados os perfis de sigma theta na seção 1, para cada estação do ano. A partir da estrutura vertical de densidade, percebe-se uma pequena influência da sazonalidade. No verão, na plataforma continental os valores de densidade atingem, aproximadamente, 24, enquanto que no inverno essas densidades são em torno de 25. Durante todo o ano, a pycnoclina, está presente não havendo significantes alterações em sua posição.

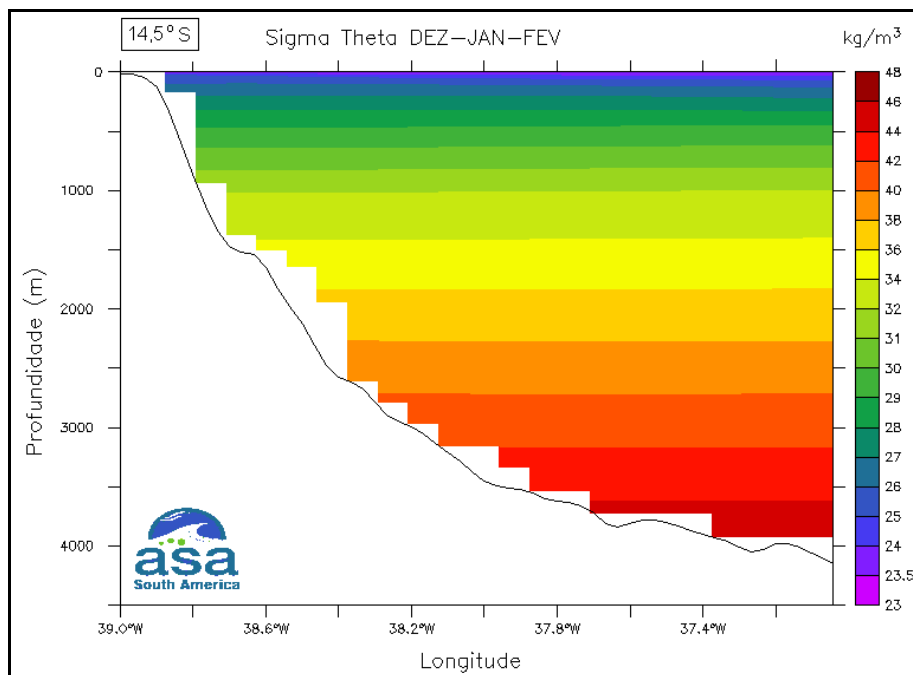


Figura II.5.1.3-25 - Perfil de Densidade (σ_θ) na seção 1 (14°30'S);
média para o período de dezembro a fevereiro.

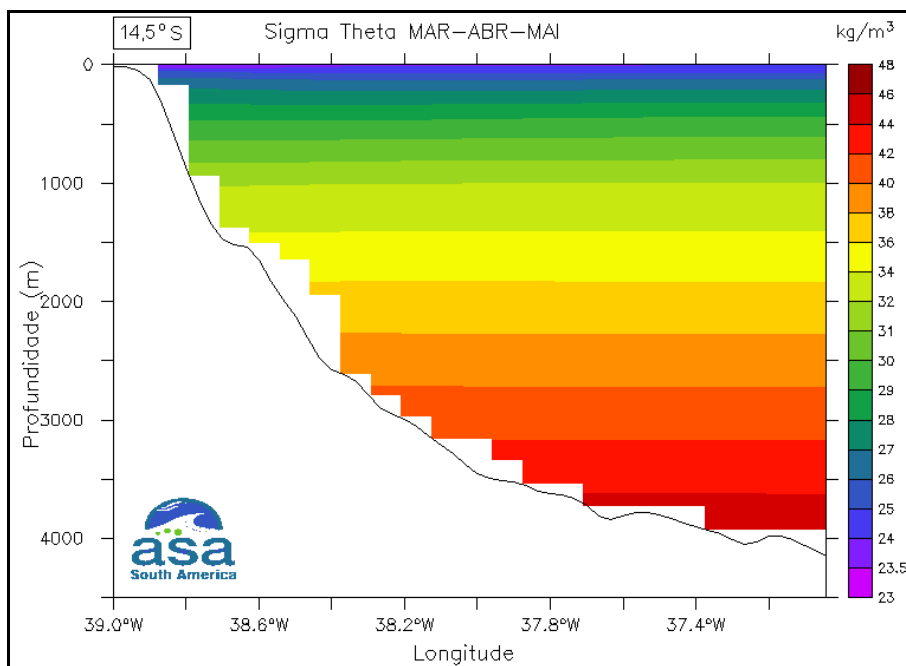


Figura II.5.1.3-26 - Perfil de Densidade (σ_θ) na seção 1 (14°30'S);
média para o período de março a abril.

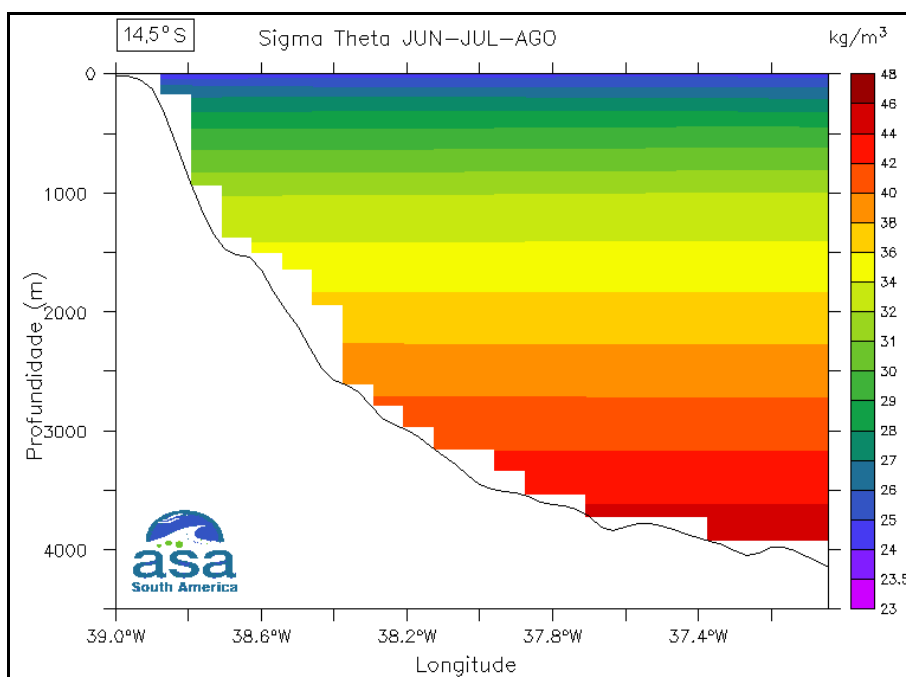


Figura II.5.1.3-27 - Perfil de Densidade (σ_θ) na seção 1 (14°30'S);
média para o período de junho a agosto.

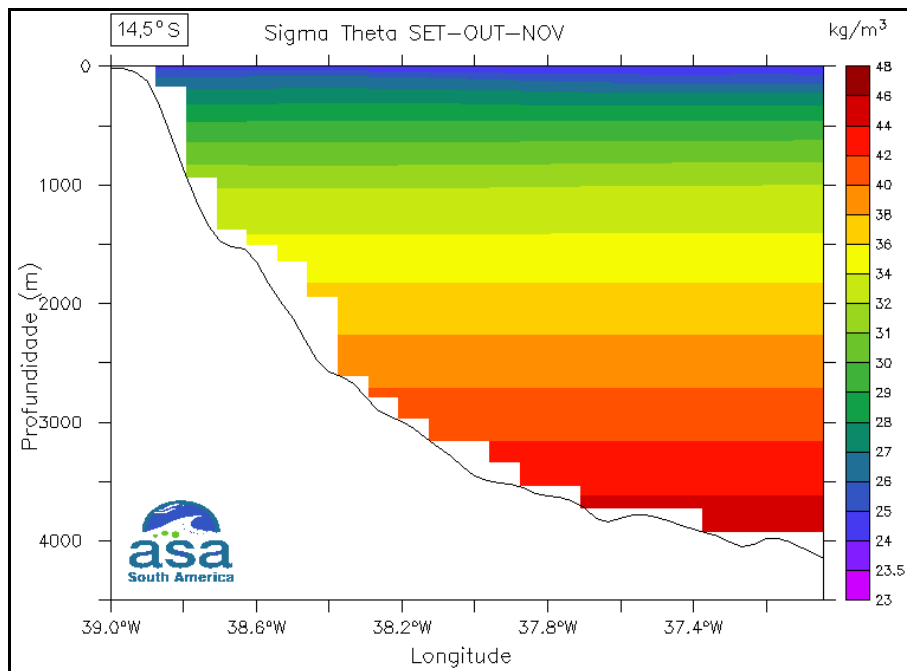


Figura II.5.1.3-28 - Perfil de Densidade (σ_θ) na seção 1 (14°30'S);
média para o período de setembro a novembro.

Da **Figura II.5.1.3-29** à **Figura II.5.1.3-32**, são apresentados os perfis de sigma theta na seção 2, para cada estação do ano. Nesta seção, também é visível a presença da pycnoclina durante as todas as estações. No verão, as densidades na camada superficial da região oceânica atingem valores inferiores a $\sigma_\theta=24$. No entanto, no inverno essas densidades são, aproximadamente, de $\sigma_\theta=25$.

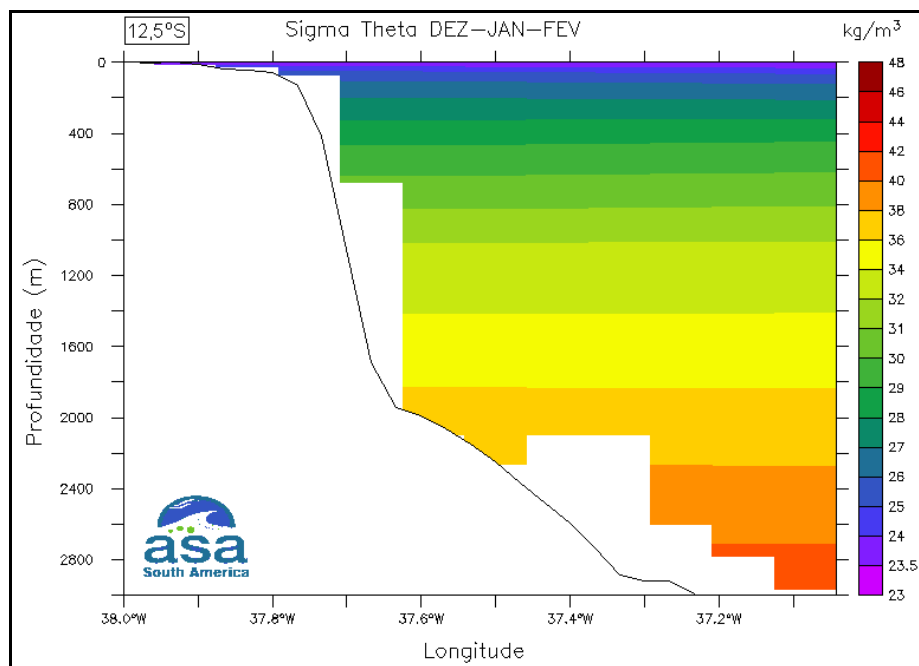


Figura II.5.1.3-29 - Perfil de Densidade (σ_θ) na seção 2 (12°30'S);
média para o período de dezembro a fevereiro.

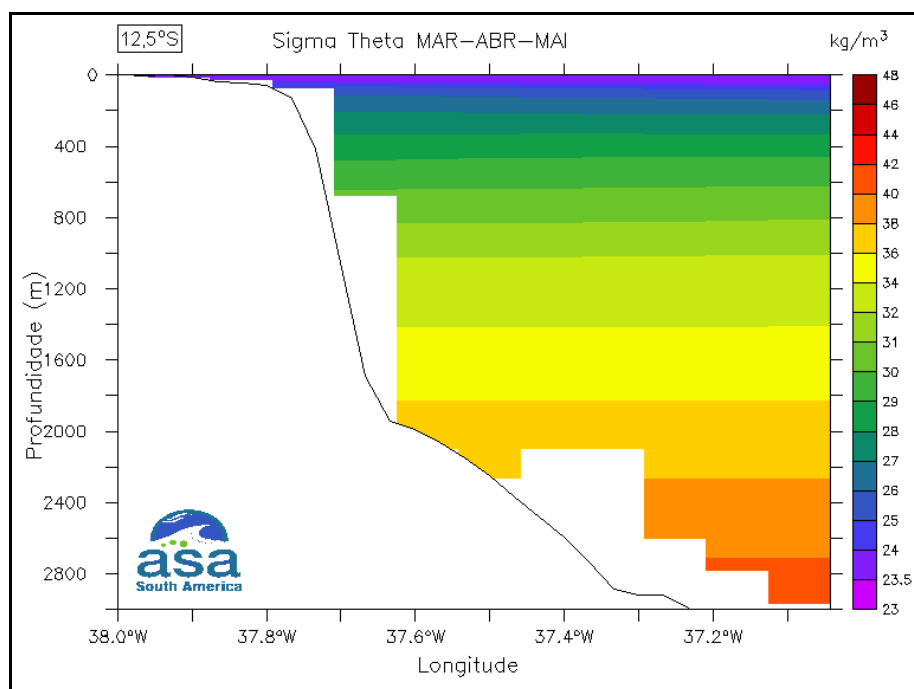


Figura II.5.1.3-30 - Perfil de Densidade (σ_θ) na seção 2 (12°30'S);
média para o período de março a abril.

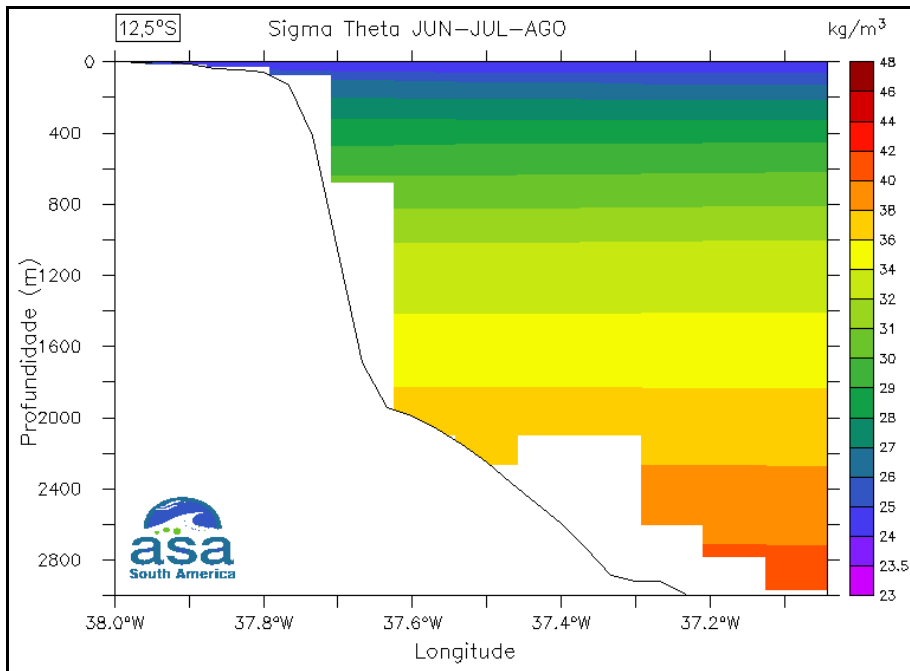


Figura II.5.1.3-31 - Perfil de Densidade (σ_θ) na seção 2 (12°30'S);
média para o período de junho a agosto.

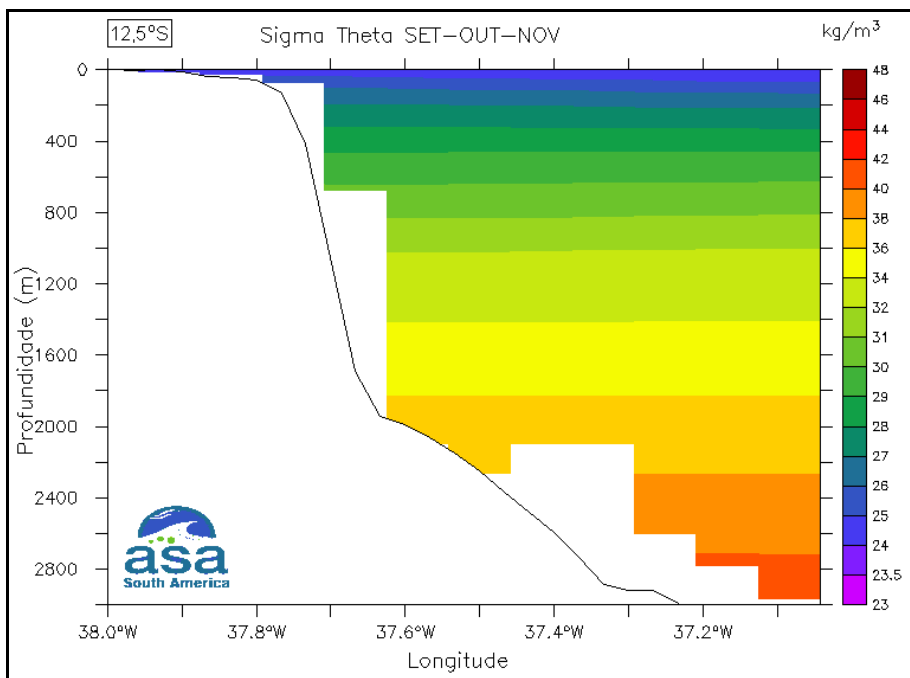


Figura II.5.1.3-32 - Perfil de Densidade (σ_θ) na seção 2 (12°30'S);
média para o período de setembro a novembro.

Da **Figura II.5.1.3-33** à **Figura II.5.1.3-36**, são apresentados os perfis de sigma theta na seção 3, para cada estação do ano. Nesta seção, também encontramos uma estrutura vertical de densidade bem semelhante às seções descritas anteriormente. Vê-se que as variações sazonais estão praticamente limitadas à porção superficial, 100 m iniciais.

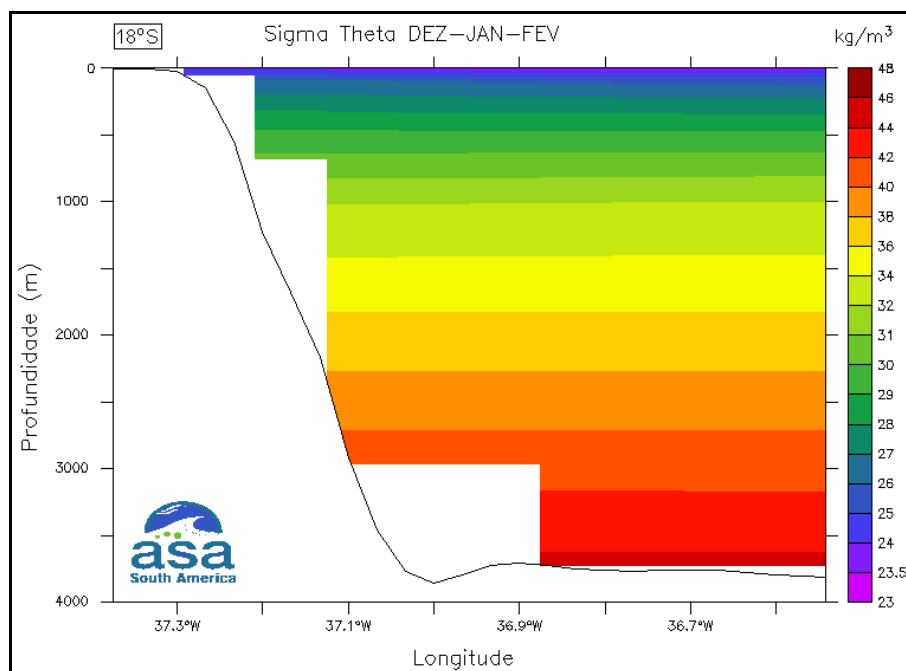


Figura II.5.1.3-33 - Perfil de Densidade (σ_θ) na seção 3 (18°S); média para o período de dezembro a fevereiro.

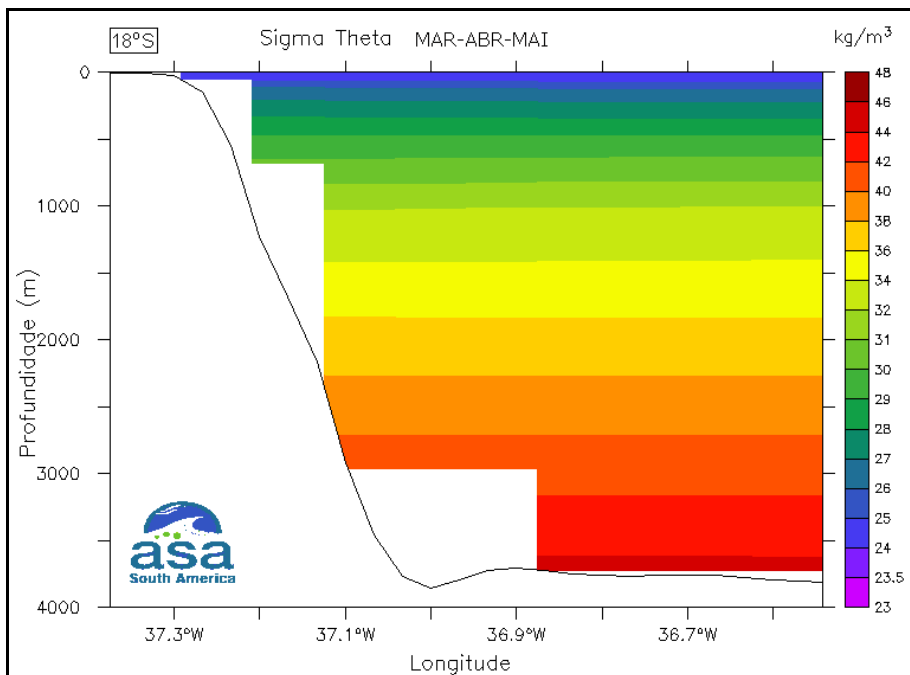


Figura II.5.1.3-34 - Perfil de Densidade (σ_θ) na seção 3 (18°S);
média para o período de março a abril.

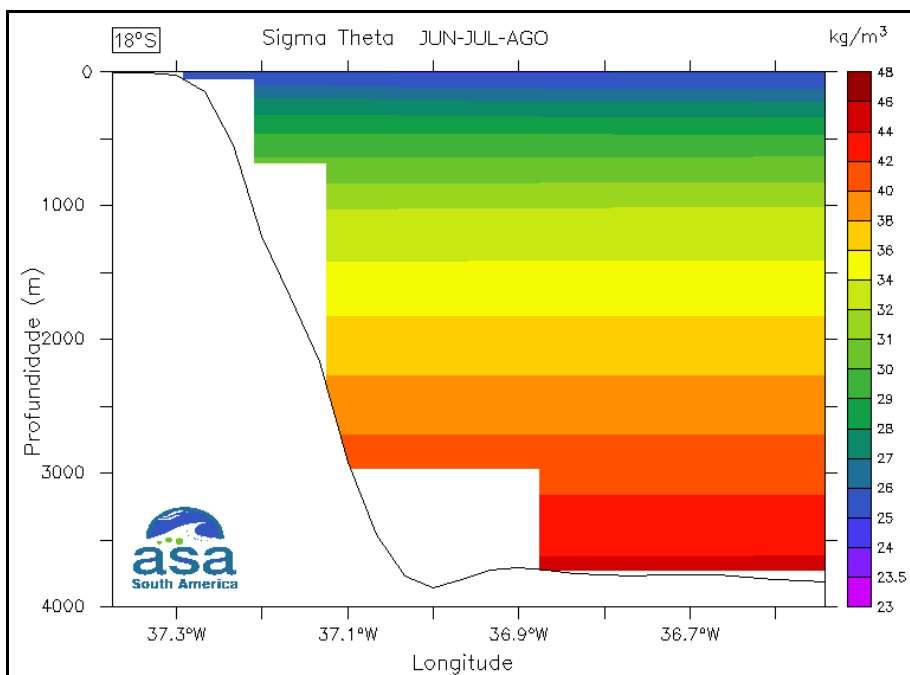


Figura II.5.1.3-35 - Perfil de Densidade (σ_θ) na seção 3 (18°S);
média para o período de junho a agosto.

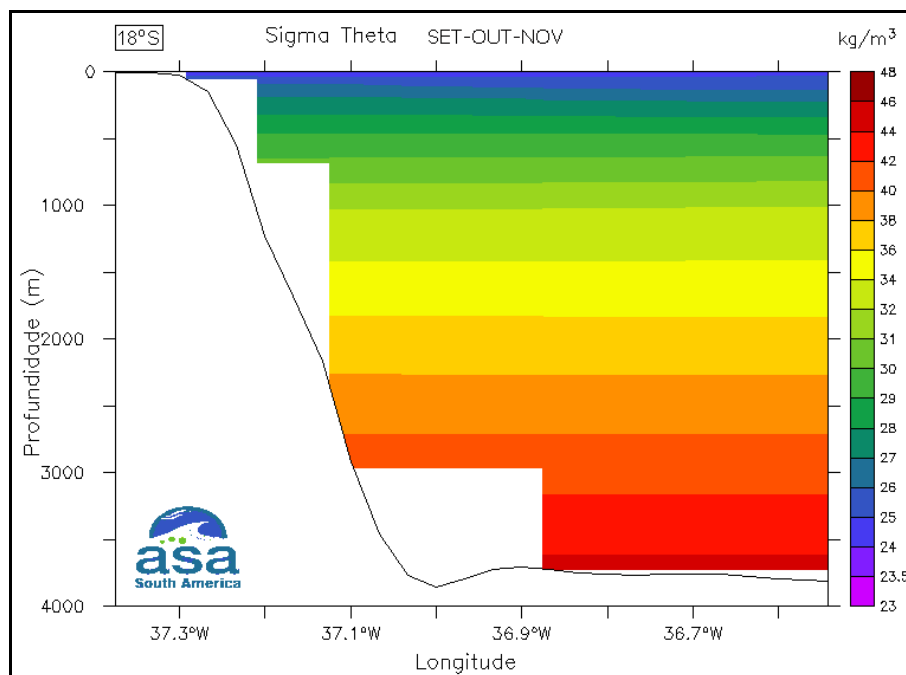


Figura II.5.1.3-36 - Perfil de Densidade (σ_θ) na seção 3 (18°S); média para o período de setembro a novembro.

Da **Figura II.5.1.3-37** à **Figura II.5.1.3-40**, são apresentados os perfis de sigma theta na seção 3, para cada estação do ano. Nesta seção em 37°W, observa-se que, entre as latitudes de 13°75' e 15°S, praticamente não há gradiente meridional de densidade. As densidades superficiais são inferiores a $\sigma_\theta=24$ durante o verão e $\sigma_\theta=25$ durante o inverno. A exceção dos primeiros 100 m, a estrutura vertical de densidade não apresenta diferenças significativas entre as estações.

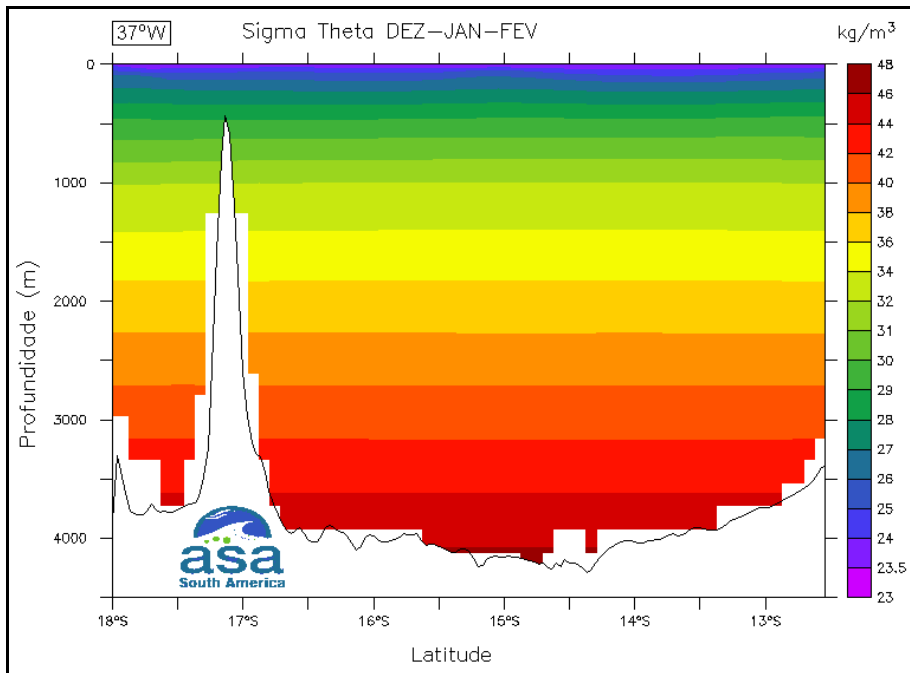


Figura II.5.1.3-37 - Perfil de Densidade (σ_{θ}) na seção 4 (37°W);
média para o período de dezembro a fevereiro.

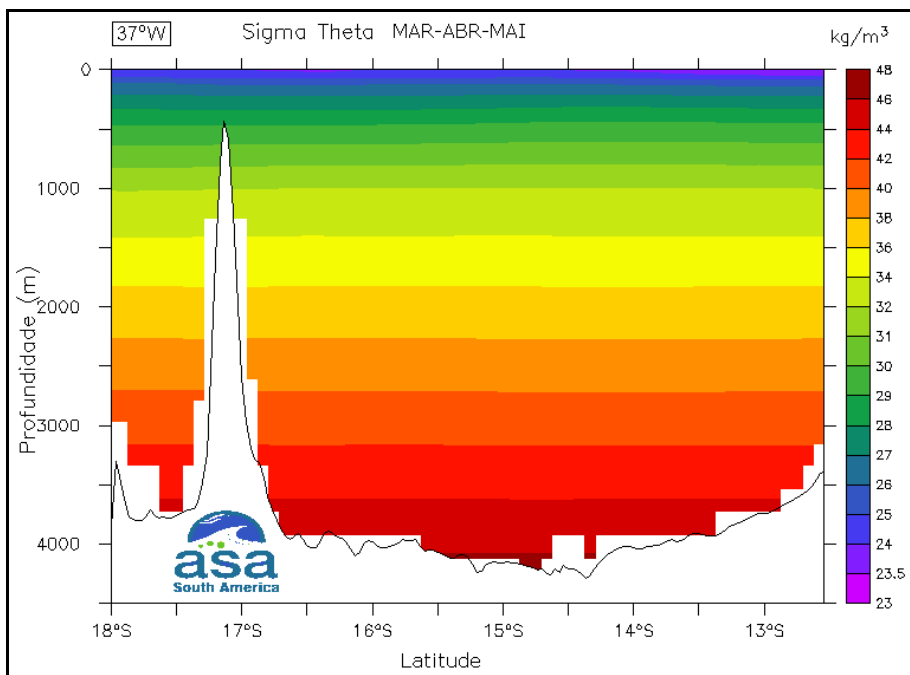


Figura II.5.1.3-38 - Perfil de Densidade (σ_{θ}) na seção 4 (37°W);
média para o período de março a abril.

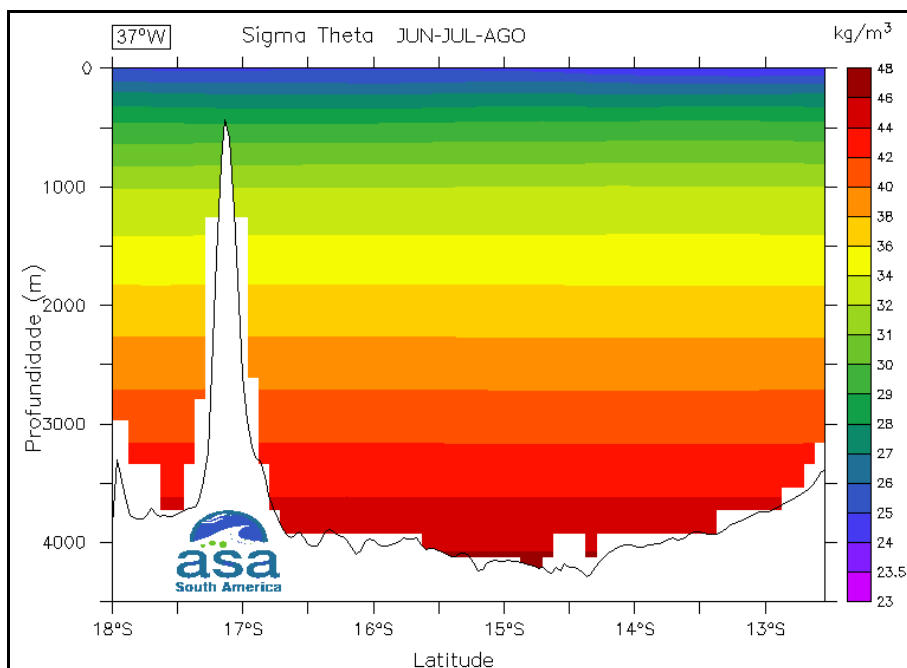


Figura II.5.1.3-39 - Perfil de Densidade (σ_θ) na seção 4 (37°W);
média para o período de junho a agosto.

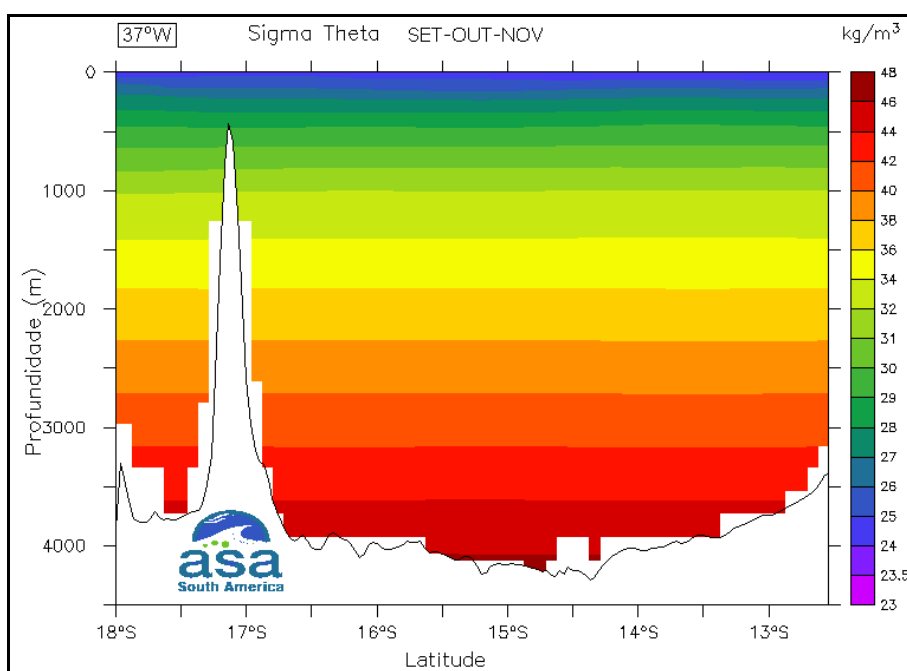


Figura II.5.1.3-40 - Perfil de Densidade (σ_θ) na seção 4 (37°W);
média para o período de setembro a novembro.

B. Temperatura, salinidade e densidade da água do mar (diagrama TS – dado primário ou bibliográfico);

Os dados de temperatura e salinidade do projeto WOCE, coletados com CTD em região oceânica próxima à região de interesse, permitiram analisar os perfis de temperatura, salinidade e densidade.

A **Figura II.5.1.3-41** e a **Figura II.5.1.3-42** apresentam os perfis verticais de temperatura, salinidade e densidade obtidos a partir dos dados do Cruzeiro A08 em duas posições diferentes, A08-172 e A08-178 (**Figura II.5.1.3-4**). A densidade está expressa em σ_T e foi calculada a partir do polinômio apresentado em FOFONOFF & MILLARD (UNESCO, 1983).

Para os dados referentes ao A08-172 as profundidades da termoclina, haloclina e picnoclina são, aproximadamente, 800, 700 e 1.500 m, respectivamente. Para os dados referentes ao A08-178 as profundidades da termoclina, haloclina e picnoclina são, aproximadamente, 800, 1.000 e 1.500 m, respectivamente.

Nas duas estações observam-se valores de salinidade menores na superfície, aumentando com a profundidade nas camadas mais superficiais da coluna d'água, detalhe apresentado na **Figura II.5.1.3-43** e na **Figura II.5.1.3-44**. Esse comportamento reflete a influência das chuvas nas camadas superficiais. De acordo com a climatologia de precipitação, os meses de abril e maio são os meses mais chuvosos para a região, concordando com os gradientes de salinidade e temperatura observados.

Na região próxima à costa, a bibliografia descreve gradientes horizontais de temperatura pequenos, com valores típicos de 1 °C por 500 km (CASTRO FILHO & MIRANDA, 1998). Os mesmos autores afirmam que as temperaturas da superfície mostram fraco sinal sazonal, sendo mais altas no verão, com valores típicos entre 27 e 29 °C, quando comparadas ao inverno, com valores típicos de 26 a 28 °C. Os gradientes verticais de temperatura são pequenos, com diferenças entre a superfície e o fundo inferiores a 1 °C, nas proximidades do talude. As variações de salinidade também são pequenas junto à quebra da plataforma, com valores típicos entre 36 e 37.

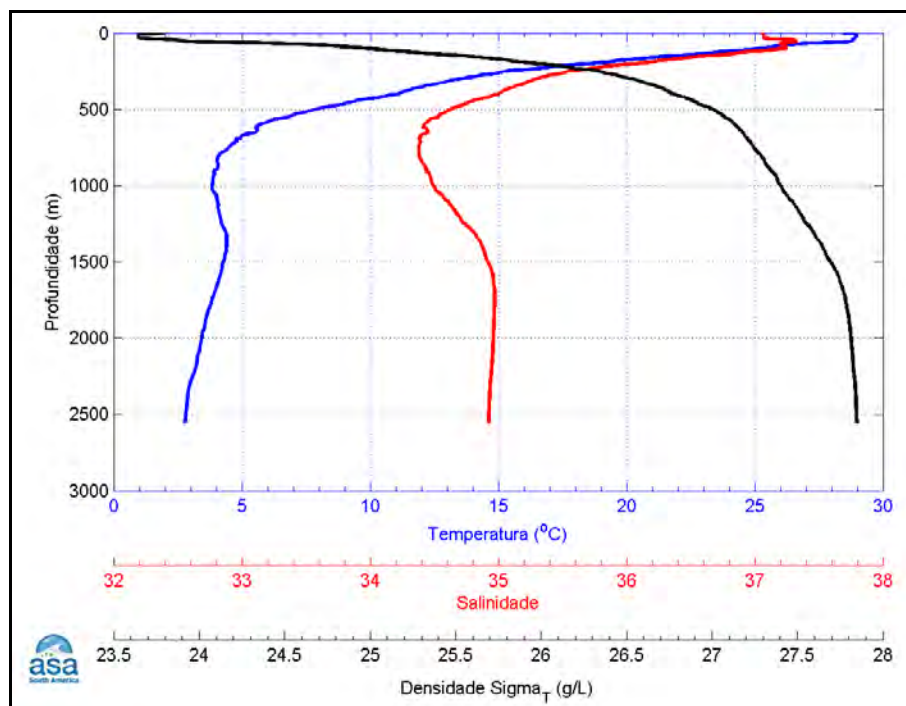


Figura II.5.1.3-41 - Perfis verticais de temperatura, salinidade e σ_T para os dados obtidos no Cruzeiro WOCE A08-172 nas coordenadas $10^{\circ}13'36,5''S$ e $35^{\circ}32'4,2''W$ em 2 de abril de 1994.

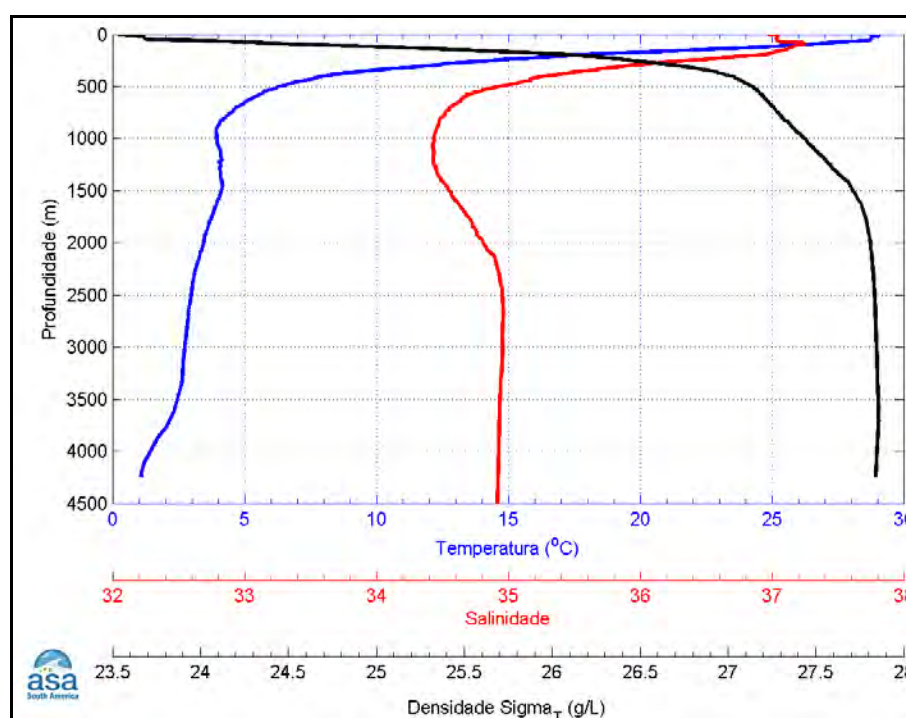


Figura II.5.1.3-42 - Perfis verticais de temperatura, salinidade e σ_T para os dados obtidos no Cruzeiro WOCE A08-178 nas coordenadas $10^{\circ}47'14,3''S$ e $34^{\circ}44'48,5''W$ em 3 de abril de 1994.

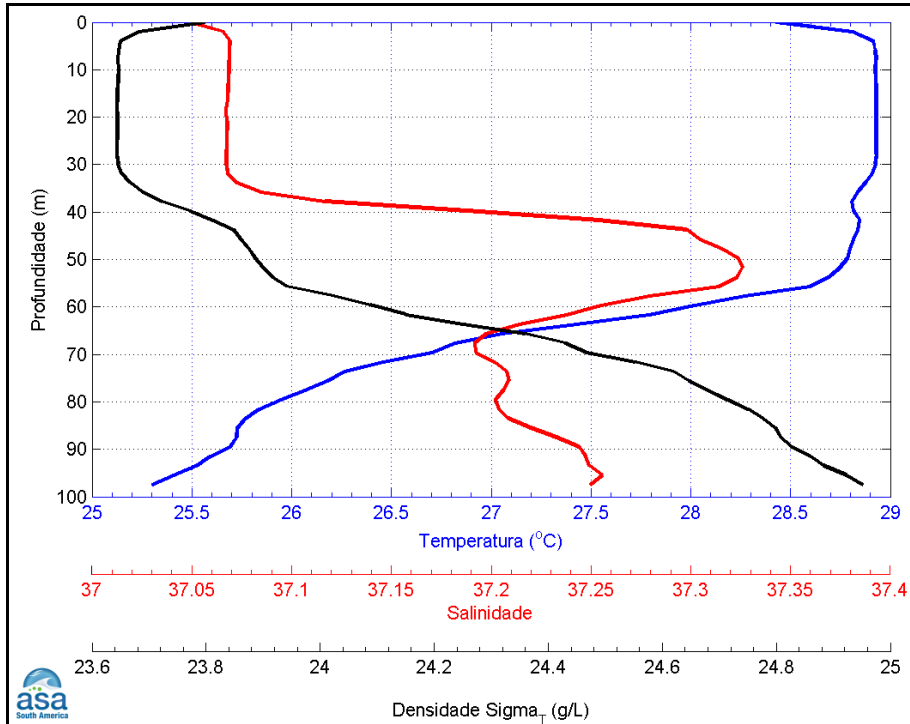


Figura II.5.1.3-43 - Perfis verticais de temperatura, salinidade e σ_T para os dados obtidos no Cruzeiro WOCE A08-172 nas coordenadas $10^{\circ}13'36,5''S$ e $35^{\circ}32'4,2''W$ em 2 de abril de 1994, até a profundidade de 100 m.

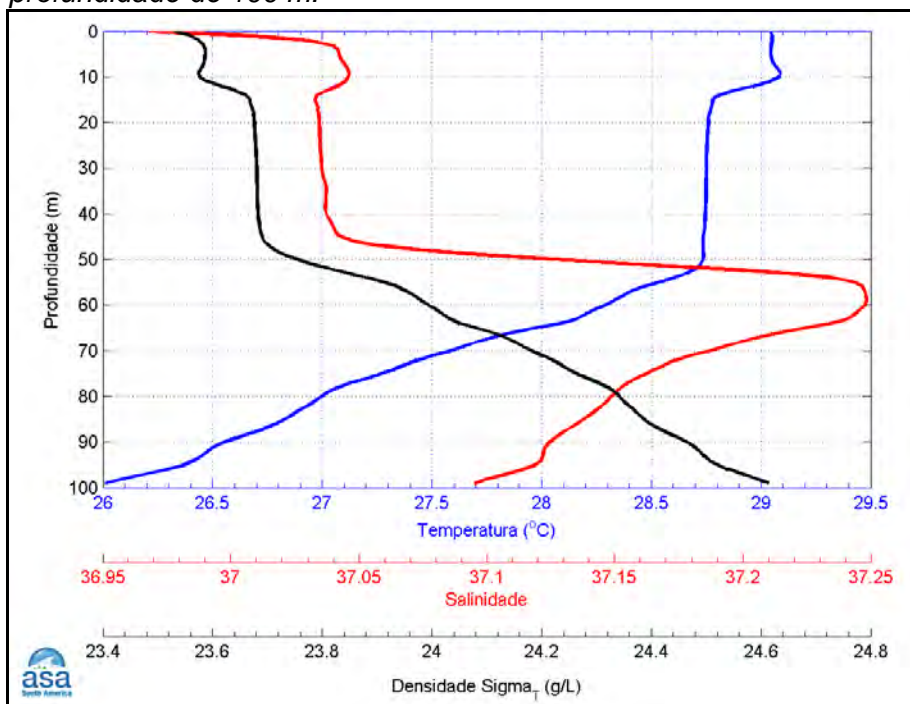


Figura II.5.1.3-44 - Perfis verticais de temperatura, salinidade e σ_T para os dados obtidos no Cruzeiro WOCE A08-178 nas coordenadas $10^{\circ}47'14.3''S$ e $34^{\circ}44'48.5''W$ em 3 de abril de 1994, até a profundidade de 100 m.

Para complementar os dados de temperatura e salinidade do projeto WOCE, foram analisados dados de CTD coletados a bordo no R/V Seward Johnson, fornecidos pela PETROBRAS. Estes dados foram coletados no período de agosto de 2011, mais próximos à região de interesse, e permitiram analisar os perfis de temperatura, salinidade e densidade.

A **Figura II.5.1.3-45** e a **Figura II.5.1.3-46** apresentam os perfis verticais de temperatura, salinidade e densidade obtidos a partir dos dados do CTD em dois pontos diferentes, C3 e L1-10 (**Figura II.5.1.3-4**). A densidade está expressa em σ_{θ} .

Para os dados referentes aos pontos de CTD foram verificadas profundidades da termoclina e da haloclina de, aproximadamente, 700 m e 600 m para o ponto C3, 1000 m e 900 m para o ponto L1-10. O ponto C3 apresentou mudanças de temperatura e salinidade em um intervalo de profundidade menor quando comparado com o ponto L1-10.

Nas duas estações observam-se valores de salinidade maiores na superfície, diminuindo com a profundidade. Esse comportamento reflete a influência da evaporação nas camadas superficiais. De acordo com a climatologia de evaporação, o mês de agosto é o que apresenta a segunda maior taxa de evaporação durante o ano, com cerca de 90 mm, atrás apenas do mês de janeiro, com valores de cerca de 94 mm. Os outros meses apresentam taxas consideravelmente menores.

A densidade Sigma_{θ} para os dois pontos está entre 24,5 kg/m³ e 28 kg/m³ e apresentou comportamento semelhante, com valores mais baixos na superfície aumentando conforme o aumento de profundidade.

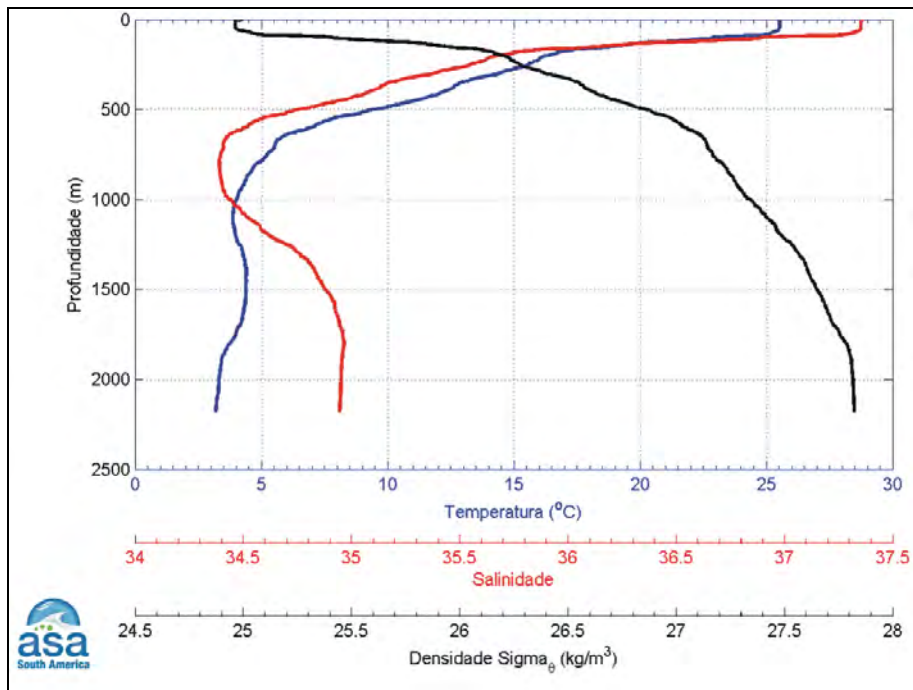


Figura II.5.1.3-45 - Perfis verticais de temperatura, salinidade e σ_t para os dados obtidos no ponto C3, nas coordenadas 14°35,49'S e 38°30,77"W em 13 de agosto de 2011.

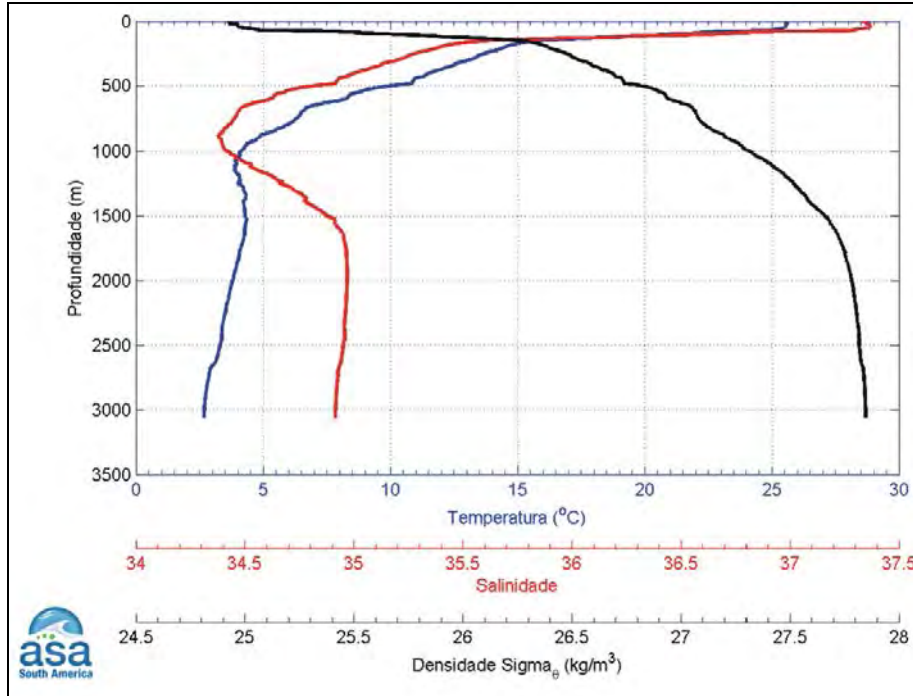


Figura II.5.1.3-46 - Perfis verticais de temperatura, salinidade e σ_t para os dados obtidos no ponto L1-10, nas coordenadas 14°07,93'S e 38°09,63"W em 07 de agosto de 2011.

Na **Figura II.5.1.3-47** e na **Figura II.5.1.3-48**, são mostrados os perfis de temperatura, salinidade e densidade para os mesmos pontos, C3 e L1-10, até os 100 m de profundidade, destacando assim a camada de mistura referente à essas propriedades e o início da termoclina, haloclina e pycnoclina.

Nas duas estações observa-se que até os 100 m temos uma grande variação nas três propriedades analisadas. Tanto a temperatura e a salinidade quanto a densidade, sofre grande mudança na profundidade de aproximadamente 90 m no ponto C3 e 70 m no ponto L1-10. A densidade tende a aumentar a partir destas profundidades enquanto que a temperatura e a salinidade tendem a diminuir.

A densidade σ_{θ} para os dois pontos está entre 24,0 kg/m³ e 26,0 kg/m³ e apresentou comportamento semelhante, com valores mais baixos na superfície aumentando conforme o aumento de profundidade.

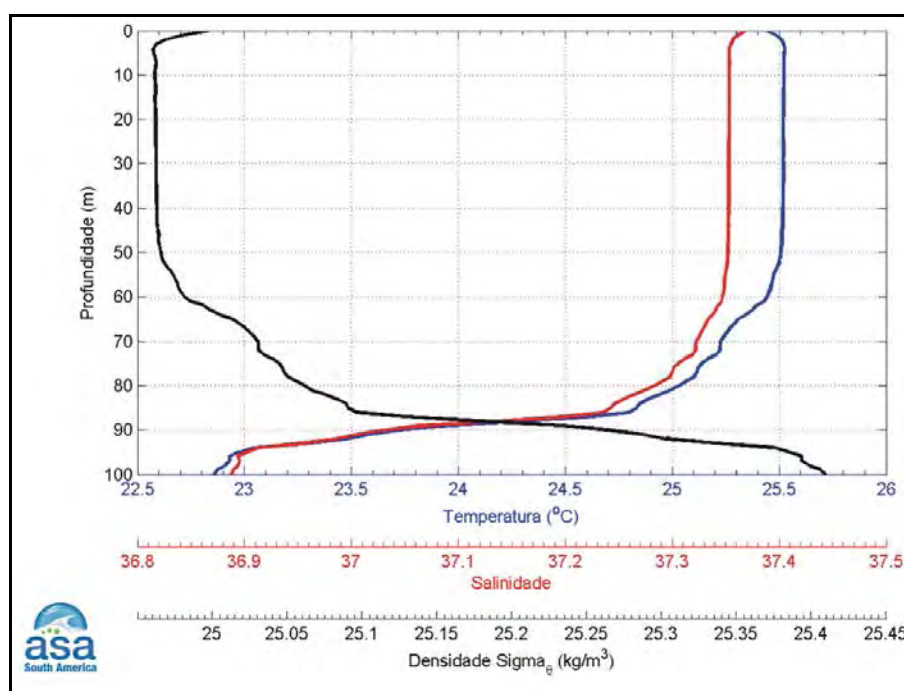


Figura II.5.1.3-47 - Perfis verticais de temperatura, salinidade e σ_{θ} para os dados obtidos no ponto C3, nas coordenadas 14°35,49'S e 38°30,77'W em 13 de agosto de 2011, até 100 m de profundidade.

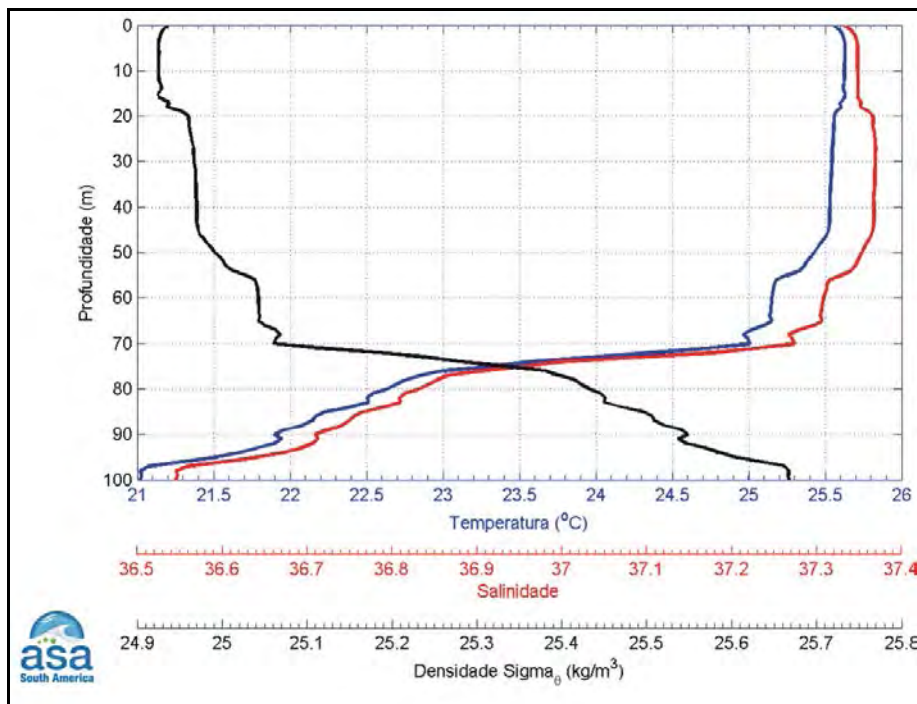


Figura II.5.1.3-48 - Perfis verticais de temperatura, salinidade e σ_θ para os dados obtidos no ponto L1-10, nas coordenadas 14°7,93'S e 38°9,63"W em 07 de agosto de 2011, até 100 m de profundidade.

Dentre todos os resultados observou-se que as características das propriedades analisadas foram semelhantes. As fontes de dados de temperatura, salinidade e densidade mostraram que os valores variaram dentro do mesmo intervalo e também apresentaram mesmo comportamento sazonal.

Mudanças na densidade foram observadas em diferentes profundidades e características superficiais mostraram influência das condições meteorológicas.

Sendo assim, o conjunto de dados analisados descreve satisfatoriamente o comportamento das propriedades na área de estudo.

C. Distribuição vertical e horizontal das massas d'água:

A região de estudo é caracterizada por uma circulação oceânica formada por um conjunto de variadas massas d'água: Água Costeira (AC), Água Tropical (AT), Água Central do Atlântico Sul (ACAS), Água de Plataforma (AP), Água Intermediária Antártica (AIA), Água Circumpolar Superior (ACS) e Água Profunda do Atlântico Norte (APAN). Cada uma delas apresenta um índice termohalino

característico, reflexo das condições ambientais do local de formação e, quando houver, dos processos de mistura sofridos até chegarem à região em estudo. A seguir, segue uma breve caracterização das massas d'água presentes na região.

Água Costeira (AC):

Segundo Aseff (2006), a Água Costeira não apresenta um índice termohalino constante, pois suas características sofrem variações sazonais de acordo com os aportes continentais e com a influência das águas de origem subantártica. As diferentes classificações dos índices termohalinos da AC são:

- $T > 15^{\circ} \text{C}$ e $S < 35$ (EMÍLSSON, 1961; MIRANDA, 1982);
- $T = 24^{\circ} \text{C}$ e $S = 34,9$ (CASTRO FILHO *et al.*, 1987);
- $T > 20^{\circ} \text{C}$ e $S < 35,4$ (AIDAR *et al.*, 1993).

Nesse estudo está sendo considerado o índice termohalino de CASTRO FILHO *et al.*(1987).

Água Tropical (AT):

Massa de água quente e salina (com salinidade maior que 36), transportada superficialmente para o sul pela Corrente do Brasil. É formada em baixas latitudes por processos de intensa radiação e excesso de evaporação em relação à precipitação. Ao longo de seu deslocamento para o sul, perde sal e calor à medida que se mistura com outras massas. Geralmente é encontrada no talude, mas pode ocupar a plataforma média e externa durante o verão. (Aseff, 2006). Seguem exemplos de classificação termohalina da AT:

- $T > 20^{\circ} \text{C}$ e $S > 36$ (Emílsson, *op. cit.*; Miranda, *op. cit.*);
- $T = 24^{\circ} \text{C}$ e $S = 37$ (Castro Filho *et al.*, *op. cit.*).
- $T > 20^{\circ} \text{C}$ e $S > 36$ (Stramma & England, 1999);

Nesse estudo está sendo considerado o índice termohalino de CASTRO FILHO *et al.* (op. cit.).

Devido à pequena espessura da CB e à estreita plataforma continental do nordeste, é comum observar a penetração da AT nas regiões costeiras. Durante o verão é registrada a presença da AT dentro da Baía de Todos os Santos (CIRANO *et al.*, 2006) e sobre o Banco de Abrolhos (MEYERHOFER & MARONE, 1996; KNOPPERS *et al.*, 1999).

Água Central do Atlântico Sul (ACAS):

Massa de água formada pela mistura da AT e ASA (Água Subantártica). Apresenta temperaturas um pouco menores e salinidade semelhante à AT. Na coluna d'água é encontrada imediatamente abaixo da AT (ASEFF, 2006). CIRANO *et al.* (op. cit.) afirma que sua formação acontece na zona de confluência da Corrente do Brasil com a Corrente das Malvinas, o que justifica sua salinidade. A seguir são apresentados exemplos de classificações termohalinas para ACAS:

- $10^{\circ} < T < 20^{\circ} \text{ C}$ e $35 < S < 36$ (SVERDRUP *et al.*, 1942; EMILSSON, op. cit.; MIRANDA, op. cit.).
- $6^{\circ} \text{ C} < T < 18^{\circ} \text{ C}$ e $34,5 < S < 36$ (AIDAR *et al.*, op. cit.);
- $T = 13^{\circ} \text{ C}$ e $S = 35,4$ (CASTRO FILHO *et al.*, op. cit.).
- $6^{\circ} \text{ C} < T < 20^{\circ} \text{ C}$ e $34,6 < S < 36$ (STRAMMA & ENGLAND, op. cit.);

Nesse estudo está sendo considerado o índice termohalino de CASTRO FILHO *et al.* (op. cit.).

Água de Plataforma (AP):

Água de grande influência do aporte continental sobre a plataforma, a AP é relativamente quente e salina (ASEFF, op.cit.).

A classificação do índice termohalino da AP considerada neste trabalho é dada por: $T > 20^{\circ} \text{ C}$ e $35 < S < 36$ (EMÍLSSON, op. cit.; MIRANDA, op. cit.).

Água Intermediária Antártica (AIA):

Massa de água localizada imediatamente abaixo da ACAS. Apresenta-se como uma corrente de contorno oeste bem definida, que se move na direção do equador ao norte de 25° S, fluindo para o sul em 28° S. Esta bifurcação ocorre próximo à latitude de Santos, mas com eixo da divergência ocorrendo praticamente paralelo ao talude (CIRANO *et al.*, 2006). STRAMMA & ENGLAND (1999), classificaram o índice termohalino da AIA como: $3\text{ }^{\circ}\text{C} < T < 6\text{ }^{\circ}\text{C}$ e $34,2 < S < 34,6$. Esta é a classificação da AIA utilizada neste trabalho.

Água Circumpolar Superior (ACS):

A ACS é uma massa de água intermediária do Atlântico Sul, nomeada por REID *et al.* (1977). Ela denomina a parte superior da Água Circumpolar Profunda que entra no Oceano Pacífico pela passagem de Drake e sobrepõe a APAN na Bacia Argentina (MÉMERY *et al.*, 2000).

Segundo FOLONI NETO (2008), “se considerarmos o método qualitativo de Zemba (1991) [...] pode-se perceber que não conseguimos separar a AIA da ACS através de parâmetros conservativos como a salinidade. Estas duas massas de água possuem temperatura e salinidade muito próximas, sendo necessário outros parâmetros para separá-las. O supra-referido trabalho de Zemba (1991) utiliza-se do oxigênio dissolvido para distingui-las em um perfil vertical.”

Como, segundo REID *et al.* (1977), a principal característica da Água Circumpolar Superior é seu baixo teor de oxigênio, então levou-se em consideração o mínimo de oxigênio dissolvido para caracterização desta massa de água (MÉMERY *et al.*, 2000).

O padrão de circulação da ACS é debatido na literatura, e, apesar de ser considerada uma massa de água profunda (cerca de 1300 m), atribui-se que tenha comportamento similar à AIA, e consiste no limite superior do Giro Subtropical (STRAMMA & ENGLAND, 1999; MÉMERY *et al.*, 2000).

Amorim *et al.* (2008) investigaram a circulação e as propriedades físicas da água do mar do cânion de Salvador no ano de 2007. O cânion situa-se a 44 km ao sul de Salvador, entre as ilhas de Itaparica e Tinharé (**Figura II.5.1.3-49**).

Segundo esses autores, o diagrama T-S para o verão e outono (**Figura II.5.1.3-50a,b**) obtido em função dos índices termohalinos observados para as três radiais, indica a presença de duas massas d'água, a AT e a Água Central do Atlântico Sul (ACAS). A AT ocupa os primeiros 150 m de coluna d'água, com temperatura entre 20 °C e 28,5 °C e salinidade entre 36 e 37,2. A ACAS, encontra-se entre as profundidades de 150 m e 500 m, com temperaturas que variam entre 9,6 °C e 19°C e salinidades entre 34,7 e 36.

No inverno a AT ocupa os primeiros 190-220m da coluna d'água, com temperaturas entre 20 °C e 25 °C, e salinidade entre 36,5 e 37,3 (**Figura II.5.1.3-51a**). Os índices termohalinos característicos da ACAS são observados entre as profundidades de 220m e 500m, com temperaturas que variam entre 10,6 °C e 20 °C e salinidades entre 34,8 e 36. Já na primavera (**Figura II.5.1.3-52b**), a AT ocupa os primeiros 110m de profundidade, com temperaturas entre 20 °C e 27 °C, e salinidades entre 36 e 37,3. A ACAS é observada logo abaixo da AT, entre as profundidades de 110 m e 500 m, com temperaturas que variam entre 9,5 °C e 20 °C e salinidades entre 34,7 e 36.

Água Profunda do Atlântico Norte (APAN):

Transportada para sul pela Corrente de Contorno Profunda (GODOI, 2005) e situada logo abaixo da AIA é parte integrante da circulação termohalina. A APAN é caracterizada por valores de temperatura entre 3º e 4º C e salinidades entre 34,6 e 35, ocupando níveis entre 1.500m e 3.000m ao longo do Sudeste Brasileiro (SILVEIRA *et al.*, 2000). Apresenta-se com um fluxo organizado, fluindo para o sul ao longo do contorno oeste até cerca de 32º S, onde pelo menos parte da corrente retorna em direção ao equador (REID, 1989; WEATHERLY, 1993 *apud* CIRANO *et al.*, 2006).

Neste estudo foi utilizada a classificação de STRAMMA & ENGLAND (1999), que classificam o índice termohalino da APAN como: 3º C<T<4º C e 34,6<S<35,0

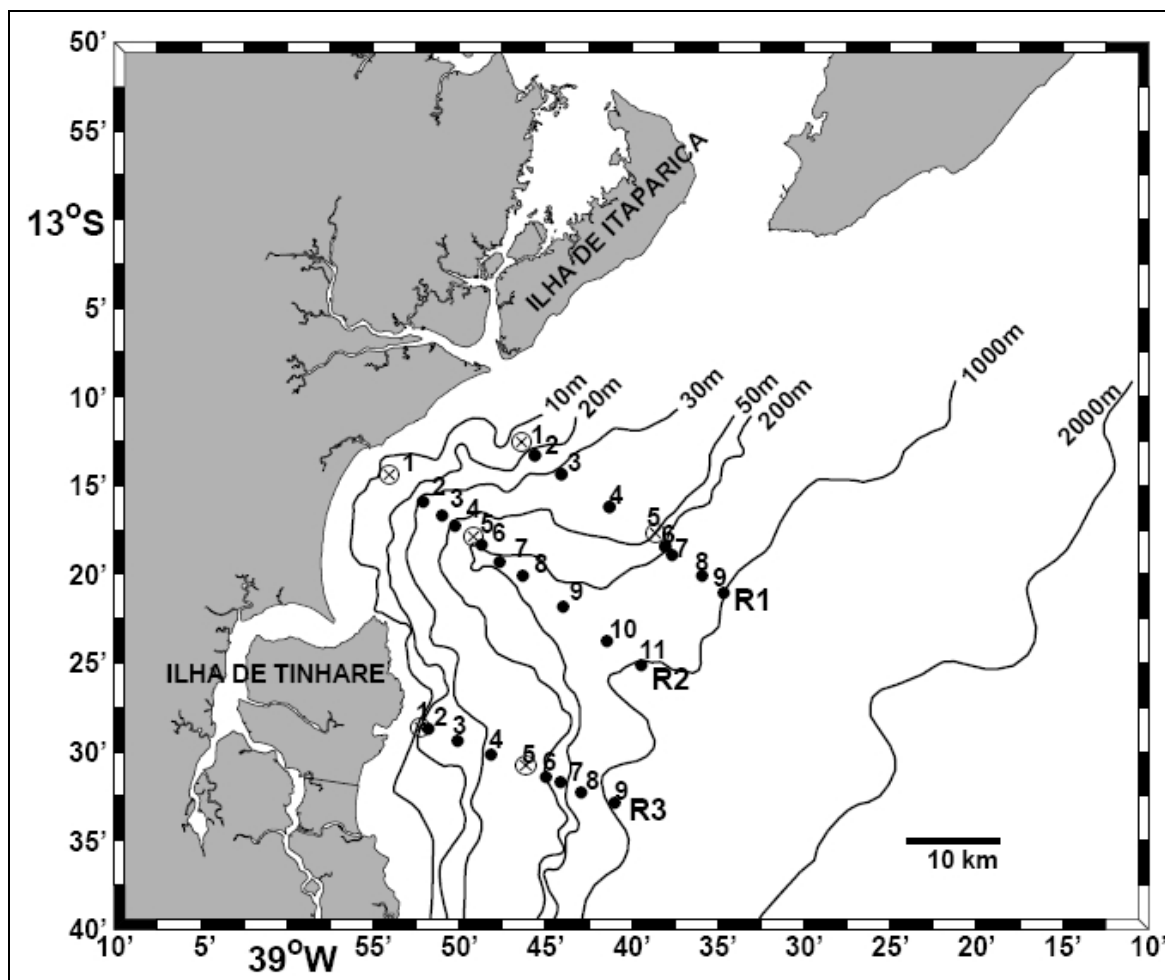


Figura II.5.1.3-49 - Cânion de Salvador, localizado ao norte das Concessões BM-CAL-11 e BM-CAL-12. As letras R1, R2 e R3 representam as três radiais perpendiculares à linha de costa, enquanto os números de cada radial representam as estações hidrográficas. Fonte: Amorim et al. (2008).

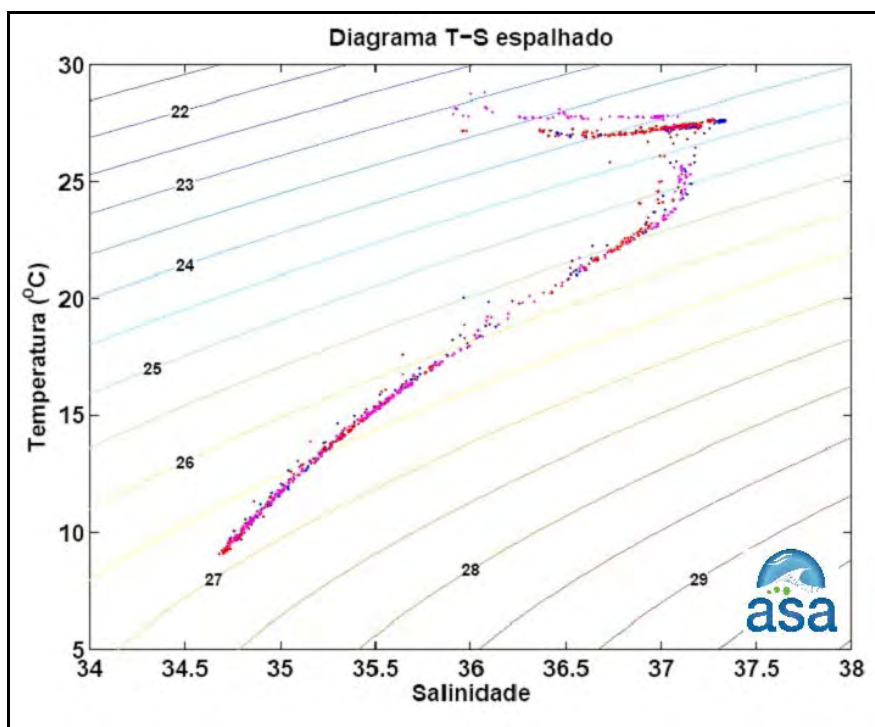
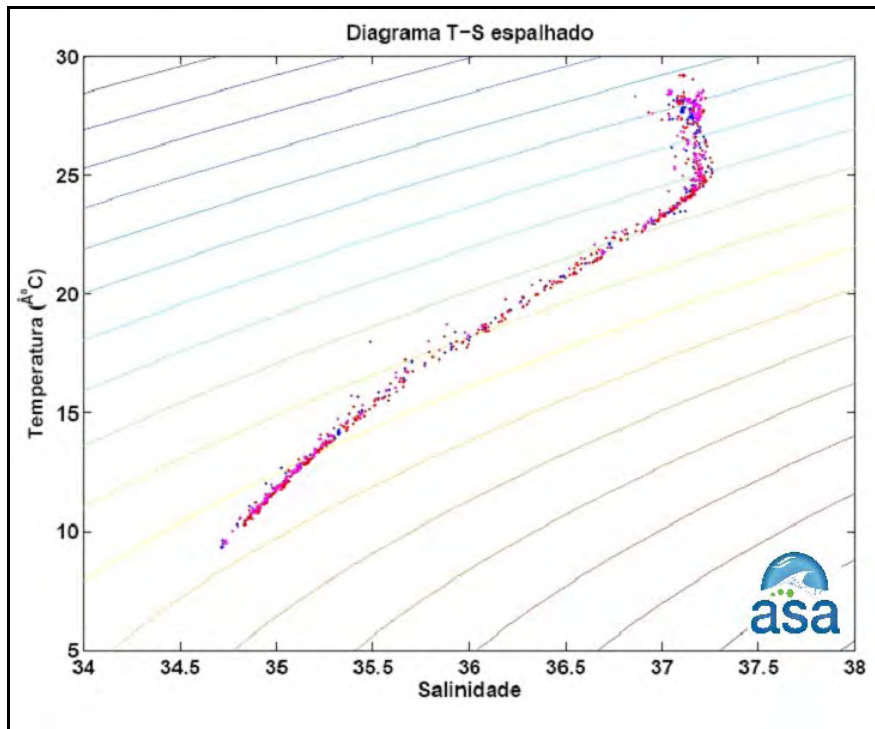


Figura II.5.1.3-50 - Diagrama T-S espalhado para o verão (a) e outono (b) nas proximidades do Cãnion de Salvador, localizado entre as ilhas de Itaparica e Tinharé, para o ano de 2007.

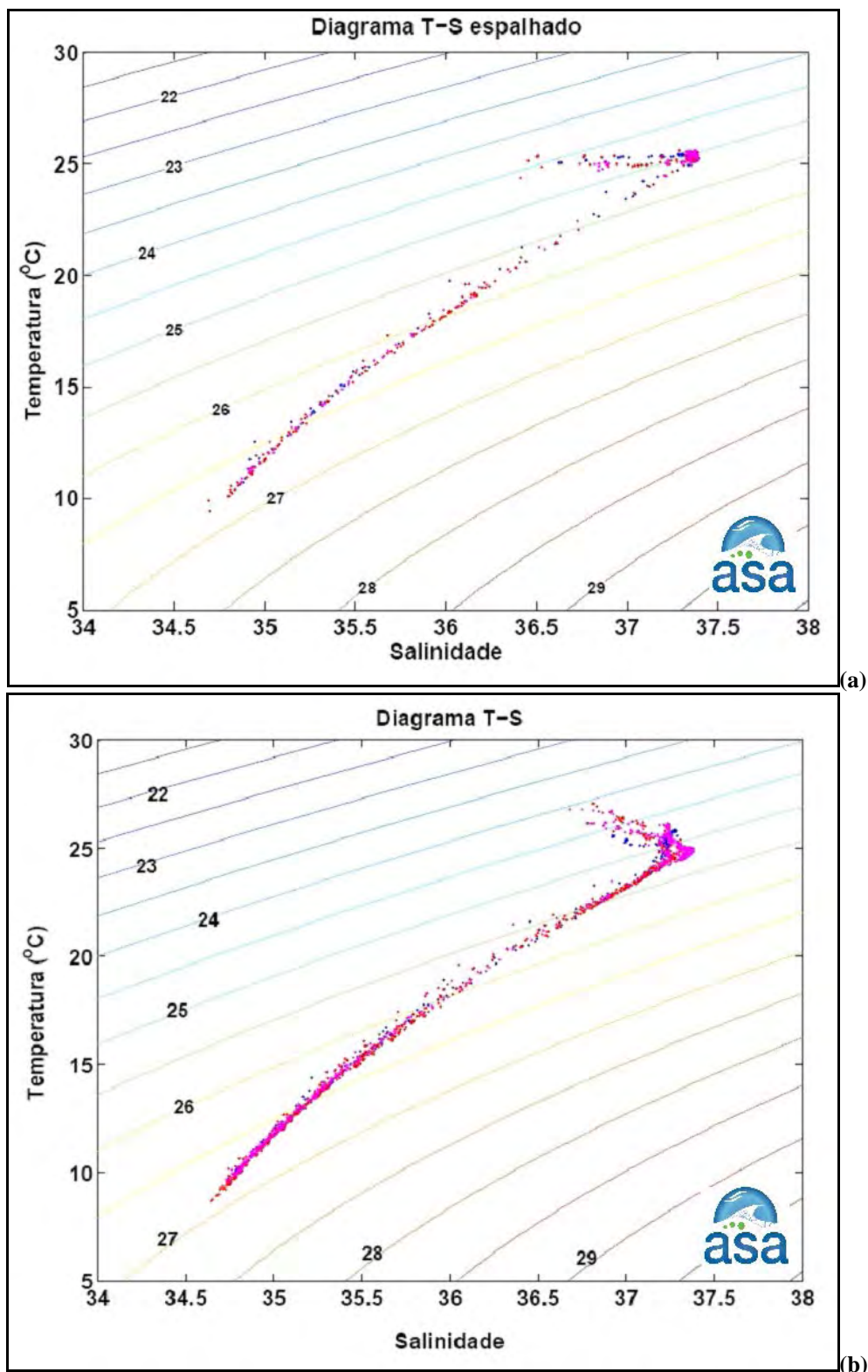


Figura II.5.1.3-51 - Diagrama T-S espalhado para o inverno (a) e primavera (b) nas proximidades do Cânion de Salvador, localizado entre as ilhas de Itaparica e Tinharé, para o ano de 2007.

Para complementar o estudo, foram analisados dados de outros pontos para a caracterização da área. A figura a seguir mostra a localização destes pontos.

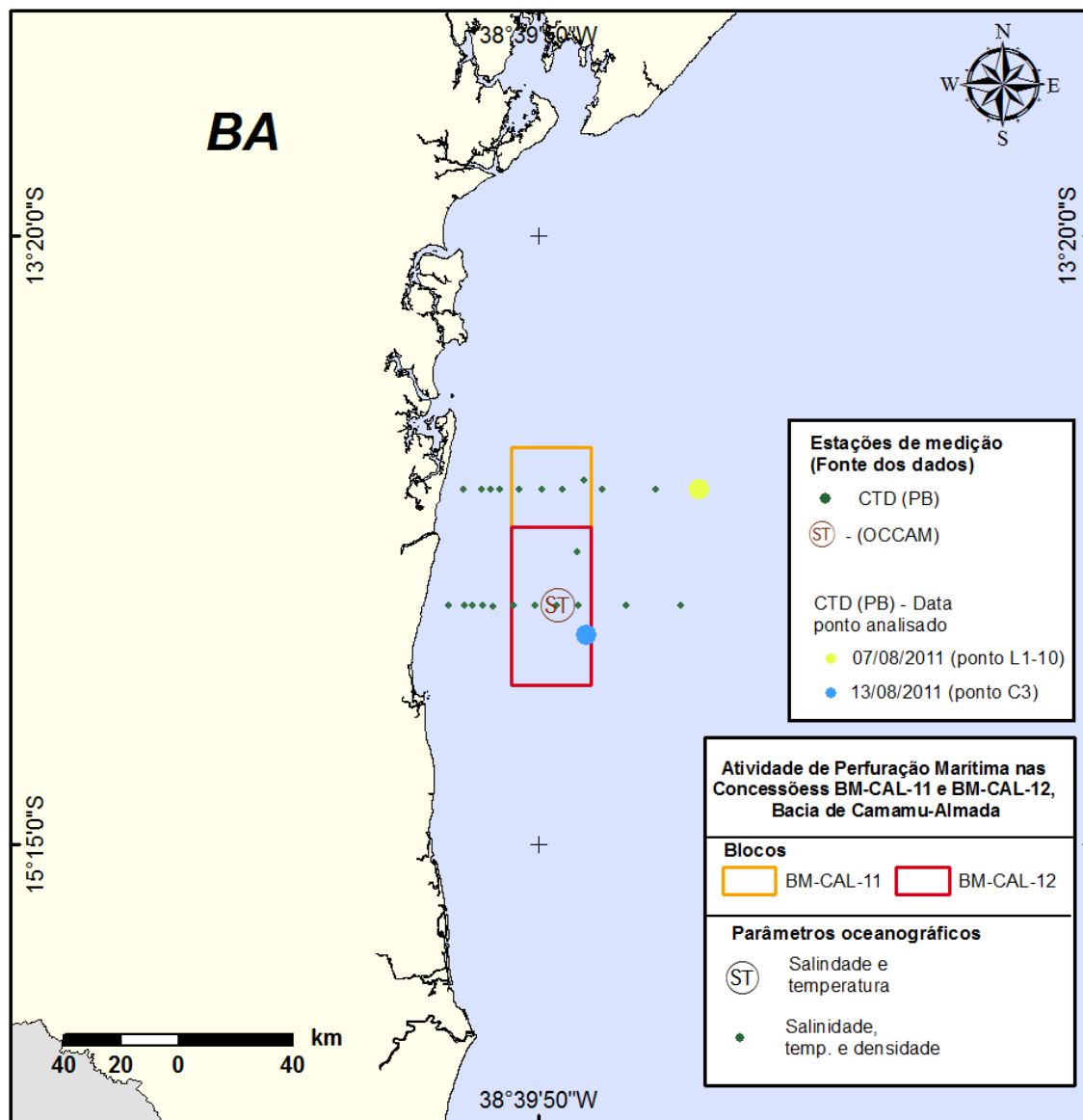


Figura II.5.1.3-52 - Localização das estações de medição de dados de salinidade, temperatura e densidade para caracterização das massas d'água na região.

Especificamente para a região de estudo, foram extraídos perfis dos resultados da climatologia do OCCAM na posição 14,5° S; 38,6° W (**Figura II.5.1.3-52**, para as quatro estações do ano e elaborados os diagramas T-S espalhados para cada estação do ano (**Figura II.5.1.3-53** a **Figura II.5.1.3-56**).

Os diagramas indicam uma porção com temperaturas superiores a 20°C, salinidades superiores a 36,5 e delimitada pela isopical $\sigma_{\theta}=26$: correspondem à assinatura termohalina da AT. No trecho do gráfico delimitado entre as isopicais $\sigma_{\theta}=26$ e $\sigma_{\theta}=27$, nota-se uma relação linear entre temperatura e salinidade: domínio da ACAS. Logo abaixo da $\sigma_{\theta}=27$, percebe-se o ponto de menores valores de temperatura e salinidade relativos à Água Intermediária da Antártica (AIA). Em seguida, a temperatura mantém-se baixa, mas a salinidade começa a aumentar de 34,5 até aproximadamente 35, indicando a presença da Água Profunda do Atlântico Norte APAN, fria e salina.

Comparando as figuras, se observa que em todas as estações do ano as massas de água profundas (a partir de 300 m) apresentam-se constantes. Essas são águas formadas em superfície e que, após atingirem altas profundidades, mantêm suas características termohalinas, sendo então, bastante semelhantes ao longo do ano.

Para as águas superficiais, pode-se observar a influência atmosférica nos índices termohalinos. Nos períodos de verão e outono as temperaturas são mais altas e a salinidade mais baixa que no restante do ano.

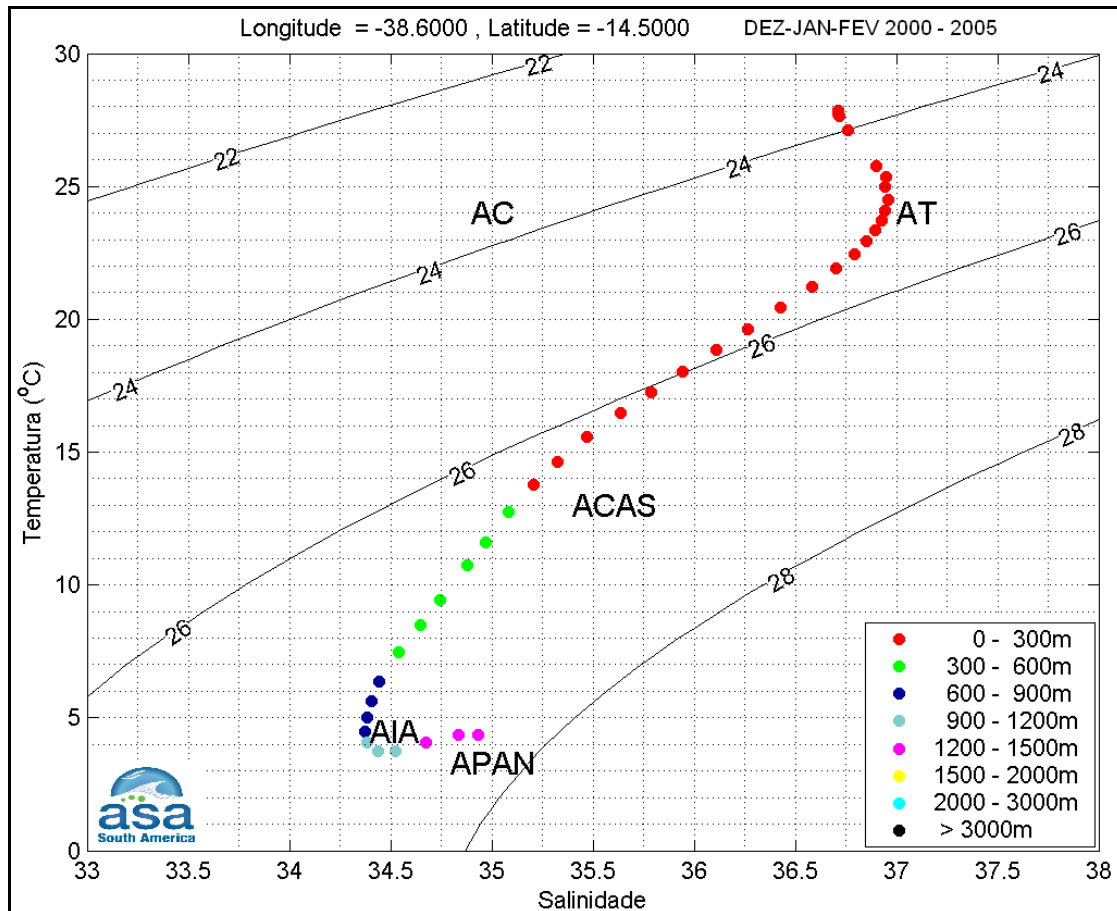


Figura II.5.1.3-53 - Diagrama T-S espalhado, mostrando os pares T-S característicos das massas d'água na região costeira da Bahia, construído a partir de climatologia do OCCAM para o período de dezembro a fevereiro. As profundidades, em metros, são indicadas na legenda.

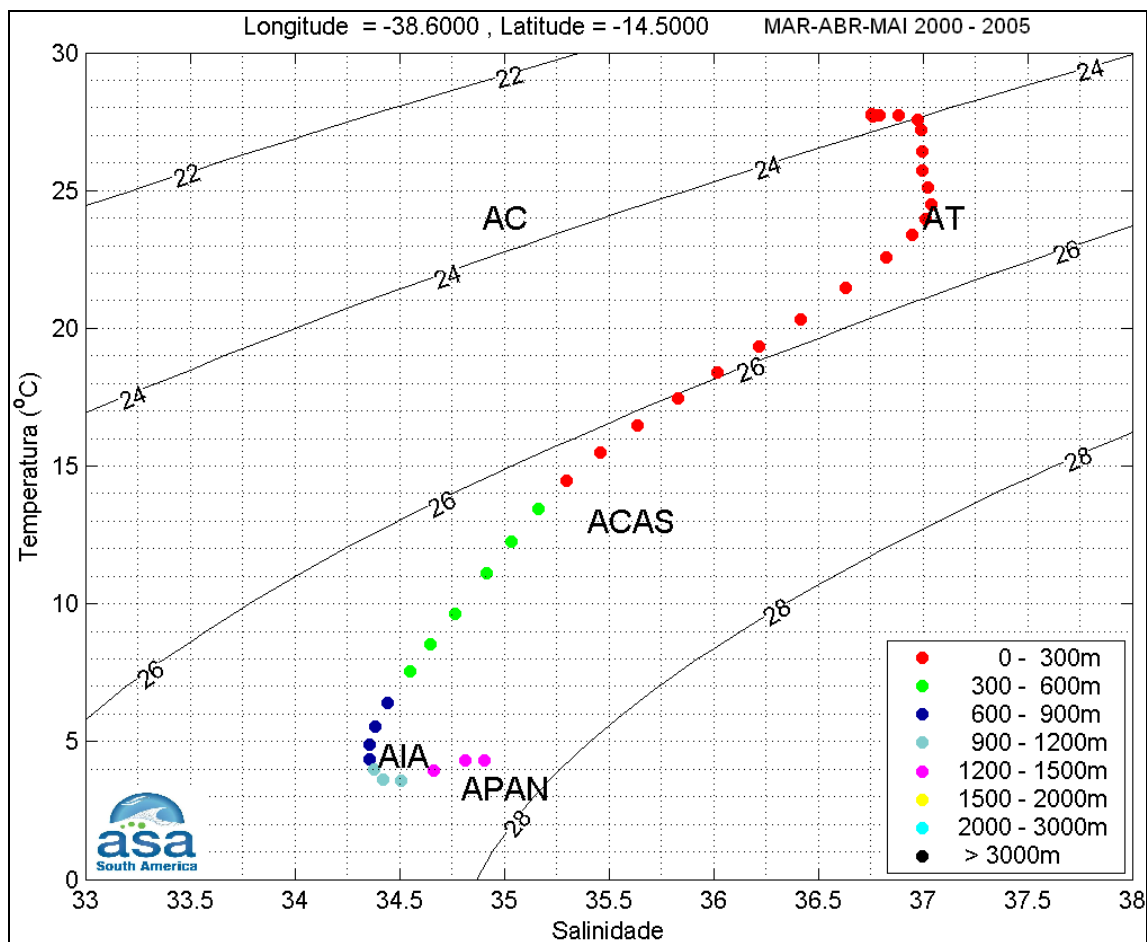


Figura II.5.1.3-54 - Diagrama T-S espalhado, mostrando os pares T-S característicos das massas d'água na região costeira da Bahia, construído a partir de climatologia do OCCAM para o período de março a maio. As profundidades, em metros, são indicadas na legenda.

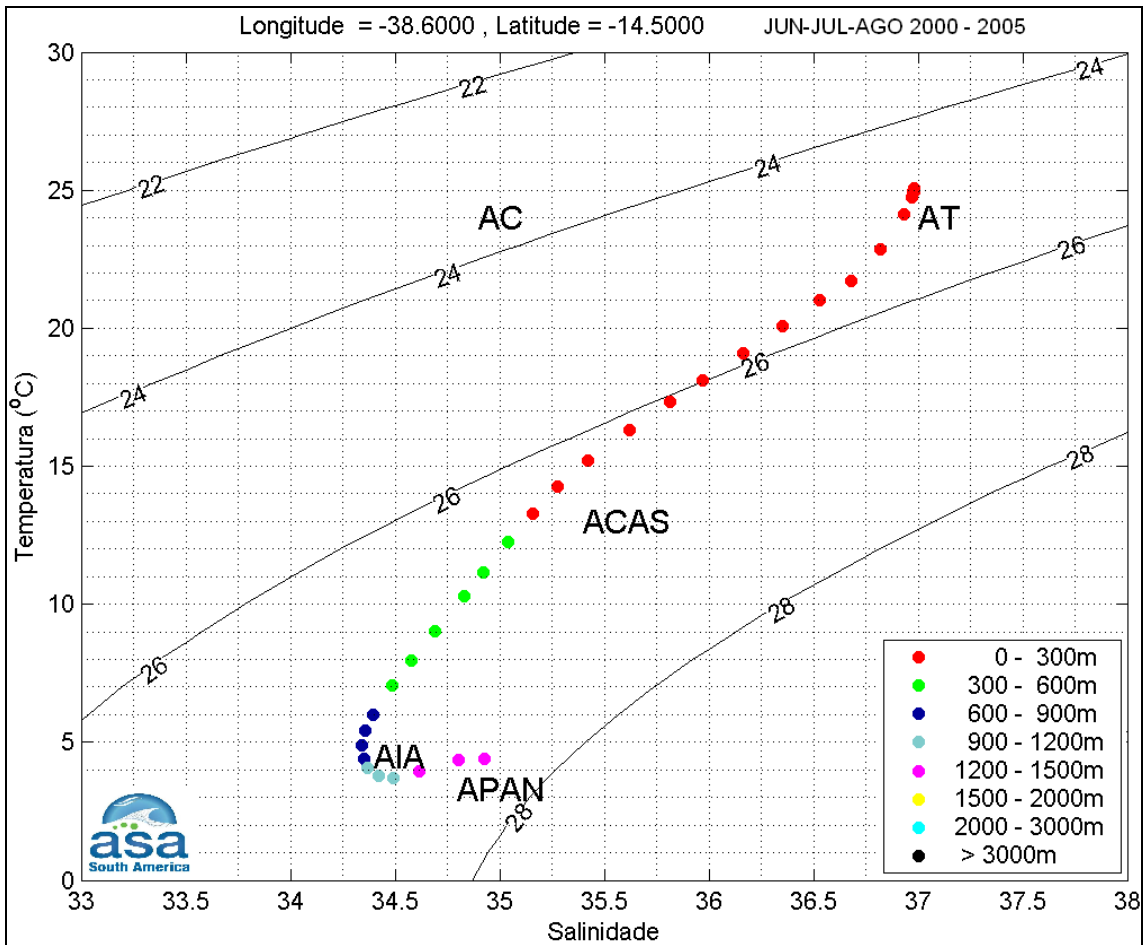


Figura II.5.1.3-55 - Diagrama T-S espalhado, mostrando os pares T-S característicos das massas d'água na região costeira da Bahia, construído a partir de climatologia do OCCAM para o período de junho a agosto. As profundidades, em metros, são indicadas na legenda.

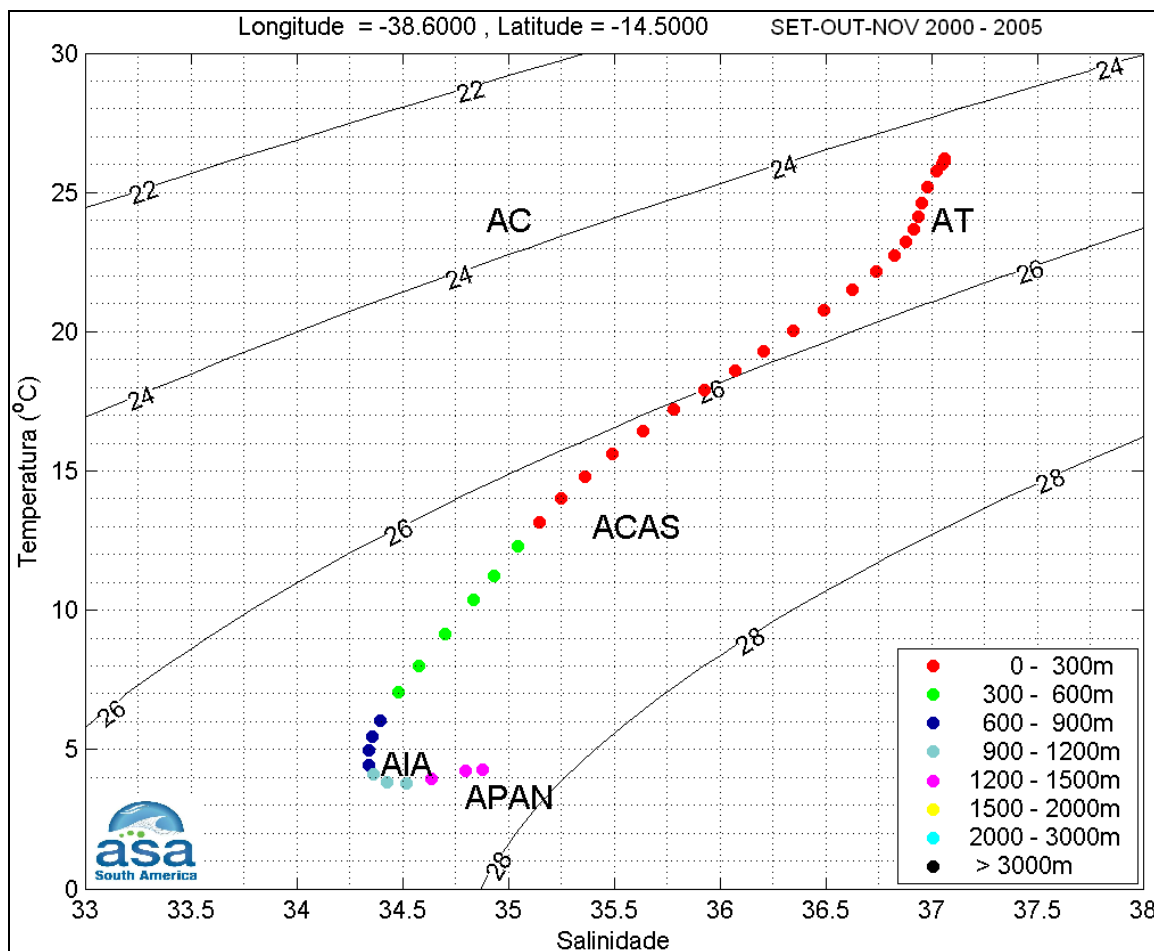


Figura II.5.1.3-56 - Diagrama T-S espalhado, mostrando os pares T-S característicos das massas d'água na região costeira da Bahia, construído a partir de climatologia do OCCAM para o período de setembro a novembro. As profundidades, em metros, são indicadas na legenda.

Para complementar este estudo, foram feitos diagramas T-S a partir dos dados coletados com CTD, fornecidos pela PETROBRAS. Estes dados são referentes aos pontos C3 (**Figura II.5.1.3-57**) e L1-10 (**Figura II.5.1.3-58**), localizados na região de interesse, mais especificamente nas coordenadas 14°35,49'S e 38°30,77'W (C3) e 14°7,93'S e 38°9,63'W (L1-10). Estes dados foram coletados nos dias 13 de agosto e 7 de agosto de 2011, respectivamente.

Nos diagramas pode ser notada uma porção com temperaturas superiores a 20 °C, salinidades superiores a 36,5 e delimitada pela isopícnal $\sigma_{\theta}=26$; tais características correspondem à assinatura termohalina da AT. Esta Água aparece na camada mais superficial, estando confinada aos primeiros 300 m da coluna d'água em ambos os dados. No trecho do gráfico delimitado entre as isopícnais

$\sigma_\theta=26$ e aproximadamente $\sigma_\theta=29$, nota-se uma relação linear entre temperatura e salinidade que demonstra a região de domínio da ACAS; esta Água vai até aproximadamente 600 m no Dado C3 e até um pouco mais profundo, entre 600 e 900 m, no dado L1-10. Abaixo de $\sigma_\theta=30$, encontra-se o ponto de menores valores de temperatura e salinidade, relativo à Água Intermediária da Antártica (AIA); este ponto se situa pouco abaixo dos 900 m em ambos os pontos. Em seguida, a temperatura mantém-se baixa, mas a salinidade aumenta para, aproximadamente, 35, indicando a presença da Água Profunda do Atlântico Norte APAN, fria e salina; esta Água se encontra aproximadamente em 2.000 m no Dado C3 e entre 2.000 e 3.000 m no dado L1-10.

Comparando os dados de ambos os pontos notam-se poucas variações. As principais seriam a variação da posição da ACAS, um pouco mais superficial no dado L1-10 e a presença da assinatura da AIA e da APAN em regiões um pouco menos profundas no ponto C3.

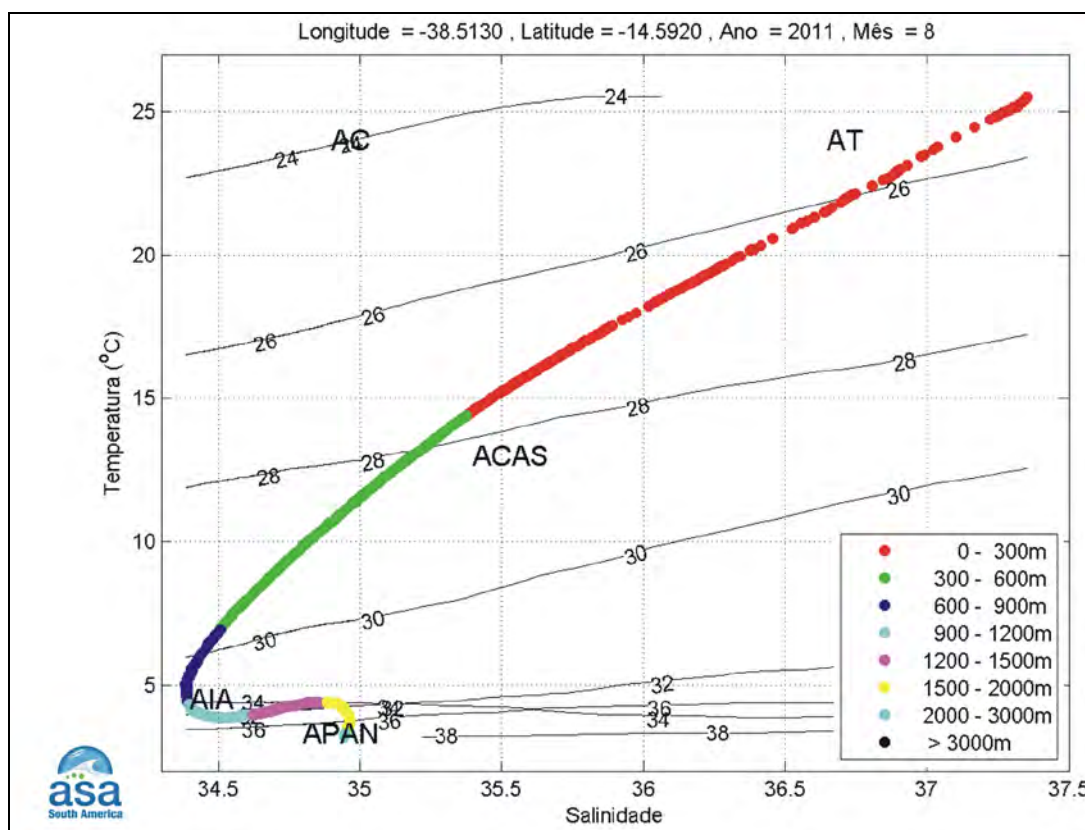


Figura II.5.1.3-57 - Diagrama T-S espalhado, mostrando os pares T-S característicos das massas d'água no ponto C3. As profundidades, em metros, são indicadas na legenda.

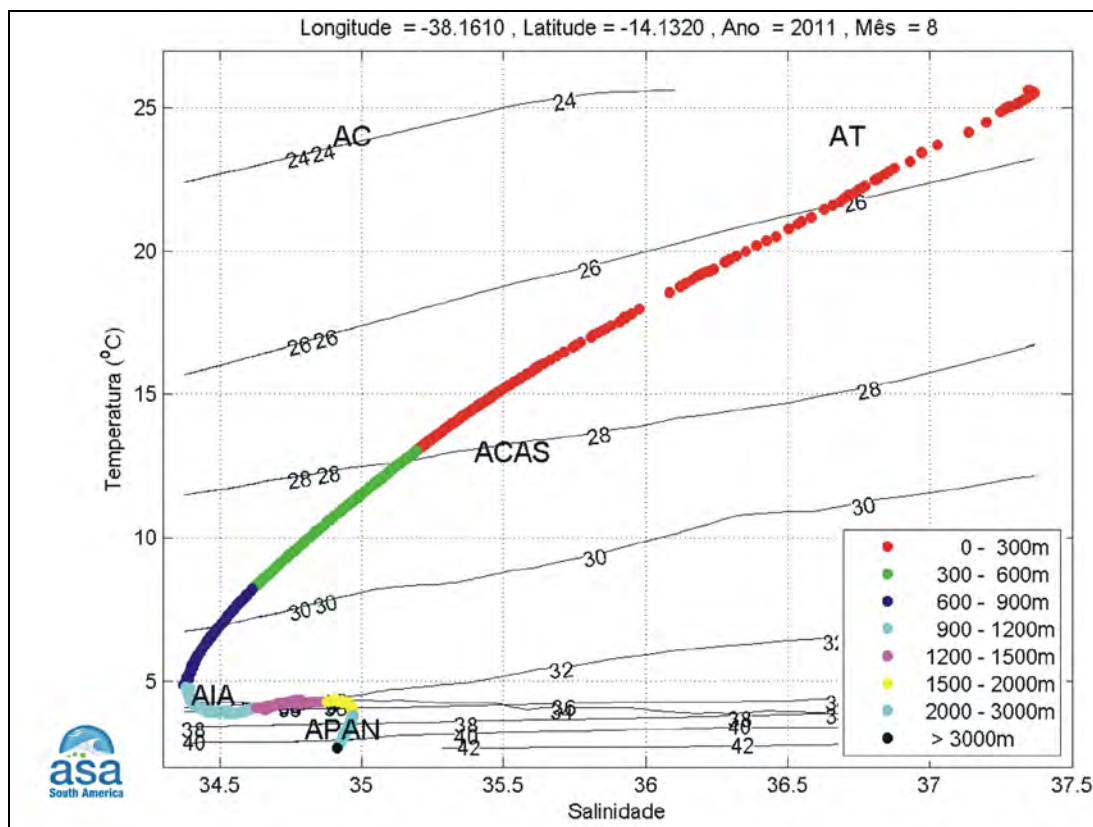


Figura II.5.1.3-58 -Diagrama T-S espalhado, mostrando os pares T-S característicos das massas d'água no ponto L1-10. As profundidades, em metros, são indicadas na legenda.

Para identificar a presença da Água Circumpolar Superior nas massas de água da região de estudo, também foram extraídos perfis de oxigênio dissolvido das estações de coleta nos pontos C3 e L1-10, localizadas na **Figura II.5.1.3-52**

A **Figura II.5.1.3-59** e a **Figura II.5.1.3-60** a seguir mostram os perfis citados acima. Nos dois pontos observamos um pico de mínima concentração de oxigênio entre 1000 m e 1500 m, profundidade na qual se espera encontrar esse comportamento quando na presença da ACS. É importante ressaltar que, apesar desta massa de água ser encontrada no Atlântico Sul, ela é facilmente identificada até cerca de 22°S (em 25°W). A partir desta latitude, em direção ao norte, o mínimo de oxigênio equatorial pode mascarar a assinatura da ACS (Stramma & England, 1999).

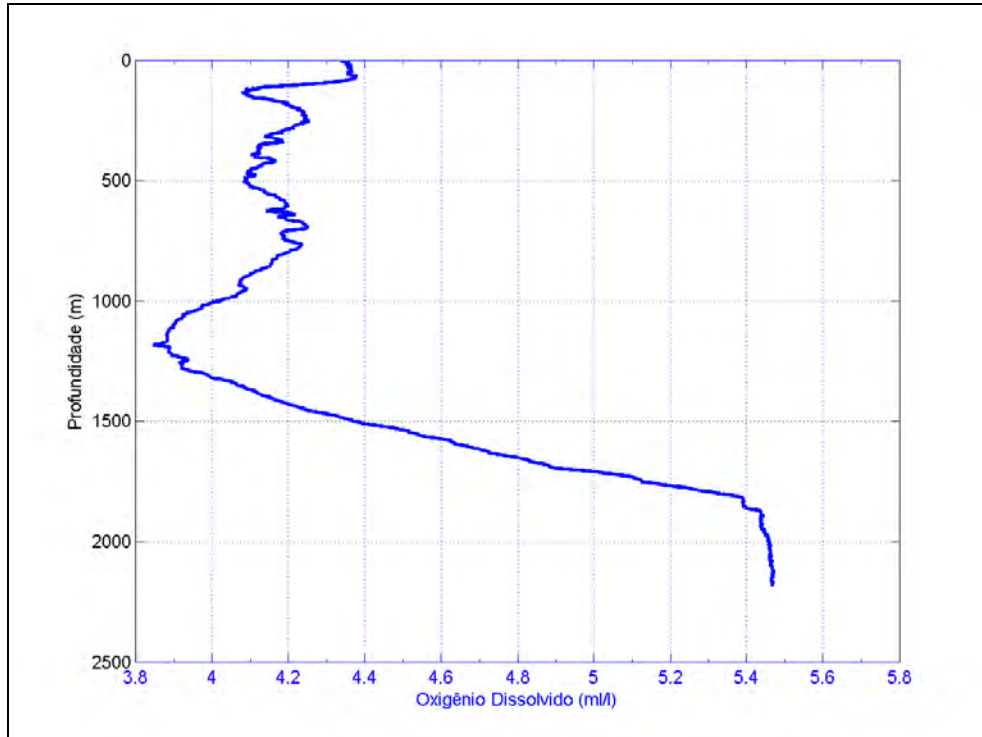


Figura II.5.1.3-59 –Perfil vertical da concentração de oxigênio dissolvido (ml/l) no ponto C3.

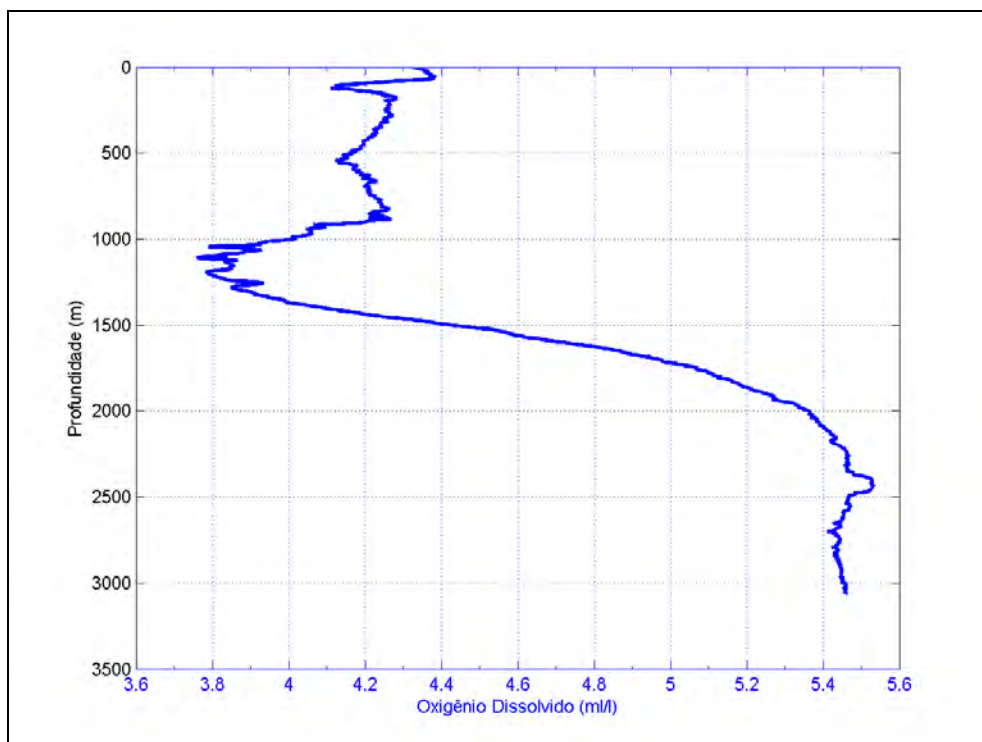


Figura II.5.1.3-60 –Perfil vertical da concentração de oxigênio dissolvido (ml/l) no ponto L1-10.

D. Regime de correntes (direção e intensidade – perfil horizontal e vertical), devendo ser apresentado um mapa georreferenciado, em escala adequada, indicando o padrão sazonal de circulação das correntes na área de influência da atividade;

Na região de interesse a circulação oceânica de superfície de grande escala é dominada pelo grande giro anticiclônico do Atlântico Sul, que responde à ação da tensão de cisalhamento que os ventos exercem na superfície do oceano. Associadas aos giros subtropicais estão as Correntes de Contorno Oeste, que se caracterizam por serem fluxos intensos, estreitos e bem definidos fluindo ao largo das margens continentais (SILVEIRA *et al.*, 2000; BARROS, 2005).

Segundo STRAMMA & SCHOTT (1996), o ciclo sazonal dos ventos é o sinal dominante na variabilidade das interações entre o oceano e a atmosfera no Atlântico Tropical. Os ciclos das correntes de deriva respondem diretamente às variações sazonais dos campos de vento e à migração da Zona de Convergência Intertropical (ZCIT).

Com a ZCIT se movendo para norte, durante a primavera e verão do hemisfério norte, a Corrente Norte Equatorial e a Corrente Sul Equatorial se deslocam para norte. Com a ZCIT mais ao norte, os ventos de sudeste ultrapassam o equador e a Corrente Norte do Brasil (CNB) sofre uma retroflexão gerando a Contra Corrente Norte Equatorial (CCNE) (BARROS, *op. cit.*).

A **Figura II.5.1.3-61** apresenta um esquema da circulação no Oceano Atlântico Sul. A área na qual se inserem as Concessões BM-CAL-11 e BM-CAL-12 situa-se acima da Cadeia Vitória-Trindade, região caracterizada por ser uma zona de formação e divisória entre fluxos superficiais e sub-superficiais da Corrente do Brasil (CB) e Corrente Norte do Brasil (CNB). Este processo é conhecido como Bifurcação da Corrente Sul-Equatorial (BICSE) (STRAMMA & SCHOTT, 1996; STRAMMA & ENGLAND, 1999; RODRIGUES *et al.*, 2007).

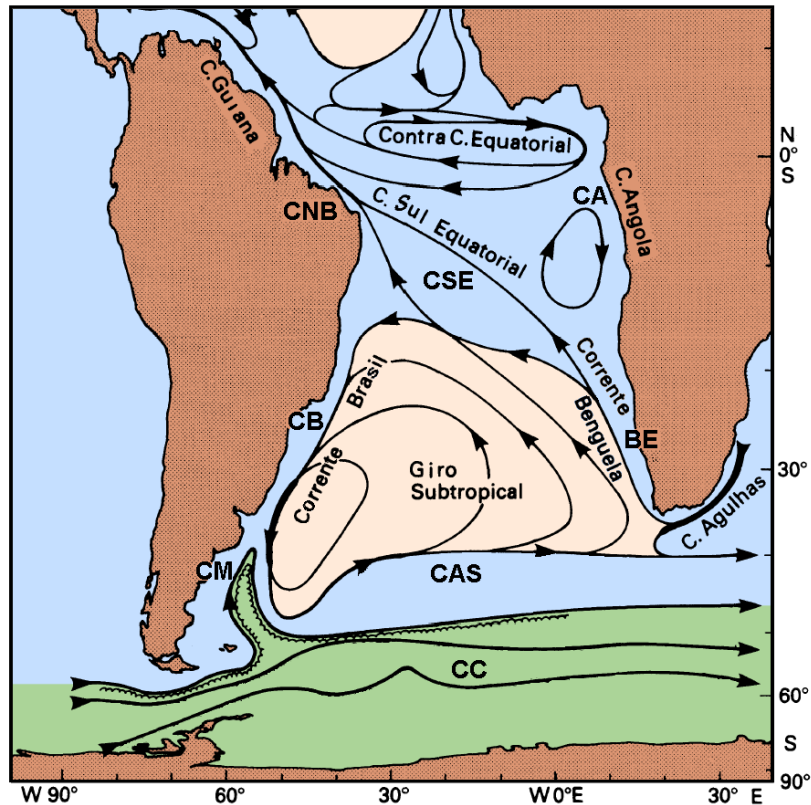


Figura II.5.1.3-61 - Representação da circulação no Oceano Atlântico Sul, indicando as seguintes correntes oceânicas: Corrente Circumpolar (CC), Corrente do Atlântico Sul (CAS), Corrente de Benguela (BE), Corrente de Angola (CA), Corrente Sul Equatorial (CSE), Corrente do Brasil (CB) e Corrente das Malvinas (CM). Adaptado de Tomczak & Godfrey (1994).

A Bifurcação da Corrente Sul-Equatorial (BiCSE) é um processo relativamente pouco estudado do ponto de vista observacional, embora já bastante discutido em literatura relacionada (e.g. Stramma & Schott, 1996; Stramma & England, 1999; Rodrigues *et al.*, 2007). A **Figura II.5.1.3-62** representa a média vertical e temporal dos resultados da simulação numérica climatológica, para a velocidade baroclínica calculada pelo OCCAM. Nota-se o ramo Sul da CSE atingindo a costa do Brasil em torno de 15°S, bifurcando-se e originando a CNB, fluindo para Norte, e a CB, fluindo para Sul.

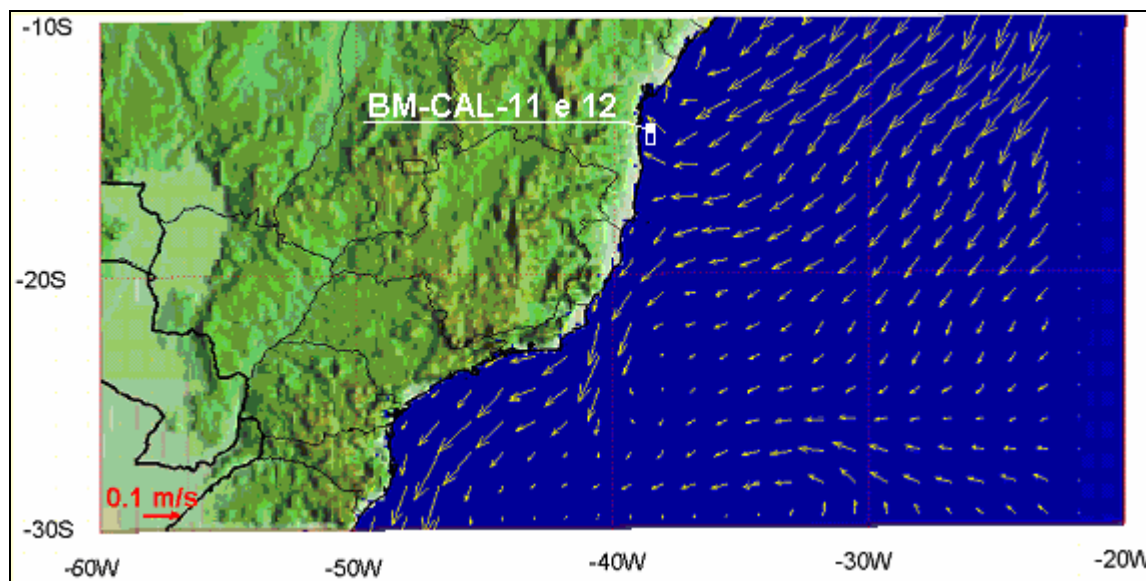


Figura II.5.1.3-62 - Média climatológica da velocidade baroclínica calculada pelo OCCAM.

De acordo com os resultados obtidos por Rodrigues *et al.* (2007), considerando uma média anual, a BiCSE ocorre entre 10° e 14° S próximo a superfície, deslocando-se em direção ao sul com o aumento da profundidade, alcançando 27°S a 1.000 m. A **Figura II.5.1.3-63** apresenta um esquema tridimensional da BiCSE com a distribuição vertical das diferentes massas d'água representantes da circulação oceânica de grande escala na borda oeste do Atlântico Sul.

A variabilidade sazonal da latitude de bifurcação é mais acentuada nos 400 m superficiais, onde atinge uma posição mais ao sul em julho e mais ao norte em novembro. Durante o inverno, a ZCIT migra para sua posição mais ao norte, levando a BiCSE para mais próximo do Equador. A consequência é um padrão de correntes fluindo para nordeste, ao longo do contorno continental.

Durante o período de verão do hemisfério sul, quando a ZCIT encontra-se em sua posição mais ao sul, a BiCSE também se localiza mais ao sul. Nesse período as Correntes de Contorno Oeste ao longo do litoral Nordestino têm um padrão claramente divergente, com a presença da CB fluindo para sul e da CNB, para norte.

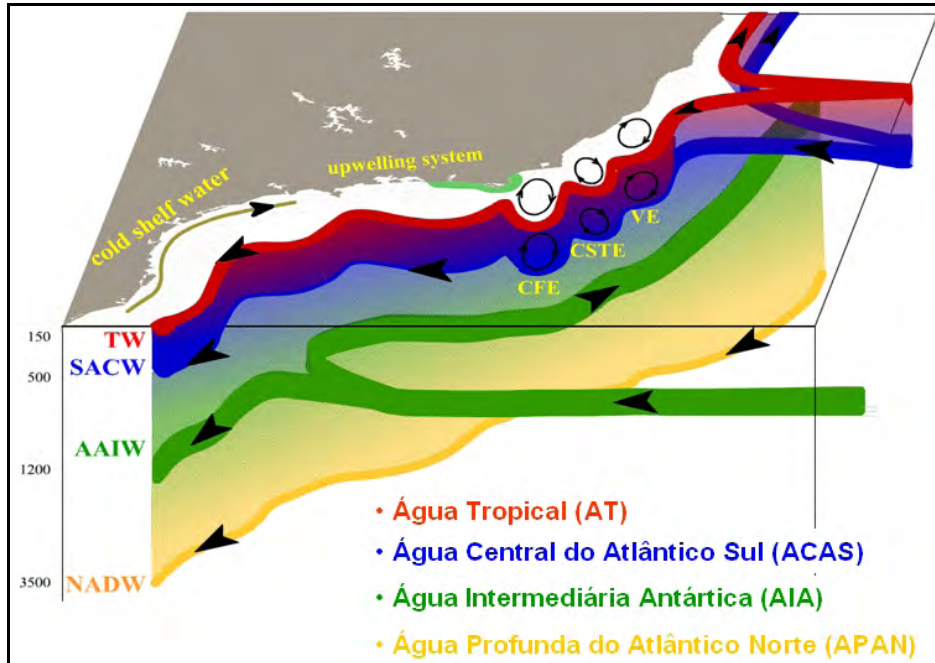


Figura II.5.1.3-63 - Esquema tridimensional da BiCSE e distribuição vertical das diferentes massas d'água representantes da circulação oceânica de grande escala na borda oeste do Atlântico Sul. Adaptado de Godoi (2005). TW – Tropical Water (Água Tropical); SACW – South Atlantic Central Water (Água Central do Atlântico Sul); Antarctic Intermediate Water (Água Intermediária Antártica); e NADW – North Atlantic Deep Water (Água Profunda do Atlântico Norte).

Ainda sobre a BiSCE, no trabalho de SOUTELINO (2008) sobre a “Origem da Corrente do Brasil”, o autor apresenta os resultados encontrados para o escoamento climatológico à partir de análises do conjunto de dados climatológicos *World Ocean Atlas 2001* (WOA2001) e dados provenientes da Operação Oceano Leste II (OEII), realizada pela Marinha do Brasil nos meses de fevereiro e março de 2005. Os dados da OEII consistem em perfis de temperatura e salinidade da superfície até 2.500 m através de CTD e perfilagem de velocidade através de ADCP, para 12 radiais perpendiculares à costa brasileira, entre as latitudes de 20°S a 10°S.

Segundo o autor, na superfície, a BiCSE ocorre em cerca de 10°S. Na profundidade de 200 m, foi encontrado sinal da BiCSE em 12°S, de onde partem os escoamentos da CB para sul e da SNB para norte. O escoamento na costa leste é composto essencialmente pelo fluxo para norte da SNB nos níveis de 500 m e 800 m, e, foi sugerido que, a origem climatológica da SNB se localiza em

aproximadamente 20°S (na profundidade de 500 m). Esta corrente então segue para o norte e até aproximadamente 14°S com seu fluxo se distanciando do contorno oeste.

O autor separa a costa leste brasileira em três principais setores: o setor superior, região onde a SNB (Sub-corrente Norte do Brasil) se encontra formada e fluindo junto ao contorno oeste (entre 10°S a 13°S), o setor central que representa uma zona de transição entre o setor inferior e superior (entre 13°S e 17°S) e o setor inferior da costa leste que é considerado aquele onde a CB já se encontra formada e organizada, fluindo junto ao contorno oeste sobre o fluxo da SNB (17°S a 20°S).

O setor central é o que abrange a área de interesse. Neste setor a CB flui junto ao contorno oeste, a partir de 14,5°S. A **Figura II.5.1.3-64**, abaixo, mostra o perfil vertical das velocidades geostróficas absolutas localizado em, aproximadamente, 17°S. Nesta região, a CB encontra-se em profundidades menores, atingindo no máximo 200 m e apresenta valores de transporte de 2,8 Sv para o sul. A SNB flui logo abaixo, transportando aproximadamente 13,8 Sv para o norte.

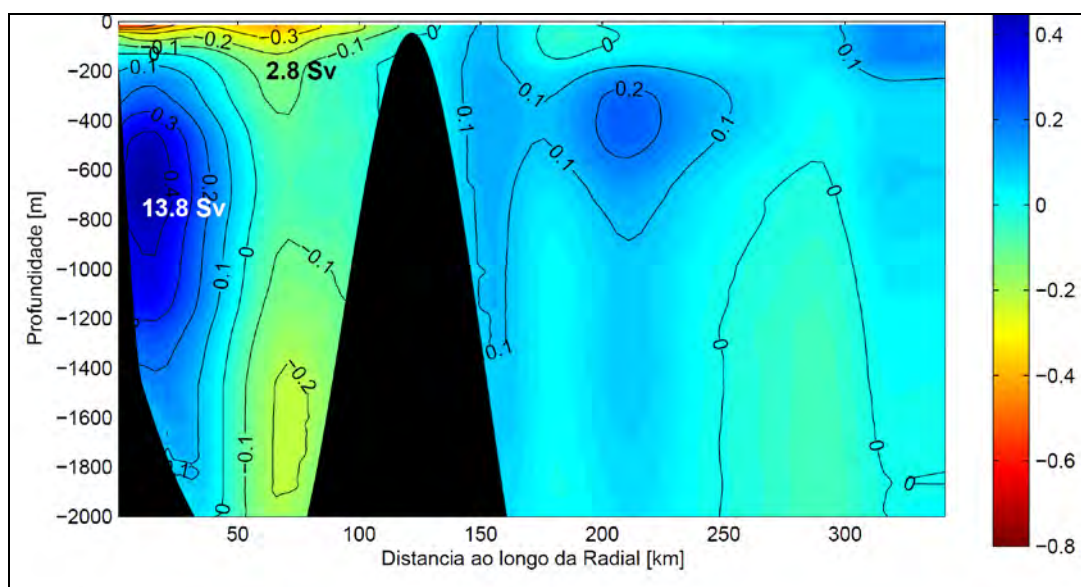


Figura II.5.1.3-64 - Seção vertical de velocidades geostróficas absolutas, na latitude de 17°S. Fonte: Soutelino (2008).

SCHOTT et al. (2005) analisaram dados de correntes coletados na radial sul do projeto CLIVAR; a radial compunha-se por 5 (cinco) fundeios (K1 a K5),

dispostos entre 36°W e 34°W, perpendicularmente à costa do Brasil, entre as latitudes de 10°S-11°S. Embora relativamente distantes da região em foco neste estudo, este amplo conjunto de dados (séries temporais obtidas em várias profundidades para março de 2000 a agosto de 2004) consolidou informações essenciais para o entendimento dos padrões de circulação em talude e oceano profundo na região Nordeste do Brasil. A **Figura II.5.1.3-65** apresenta o transporte médio obtido a partir destes dados, ilustrando a estrutura vertical das correntes de contorno oeste nesta área: em subsuperfície, uma corrente intensa para norte-nordeste, associada à Sub-Corrente Norte do Brasil (SCNB); e em maiores profundidades, uma corrente de para sul, também bastante intensa, associada à circulação da Água Profunda do Atlântico Norte (APAN). Observa-se que a SCNB já se encontra bem definida nesta região, corroborando com hipóteses de que a BiCSE ocorra ao sul de 11°S.

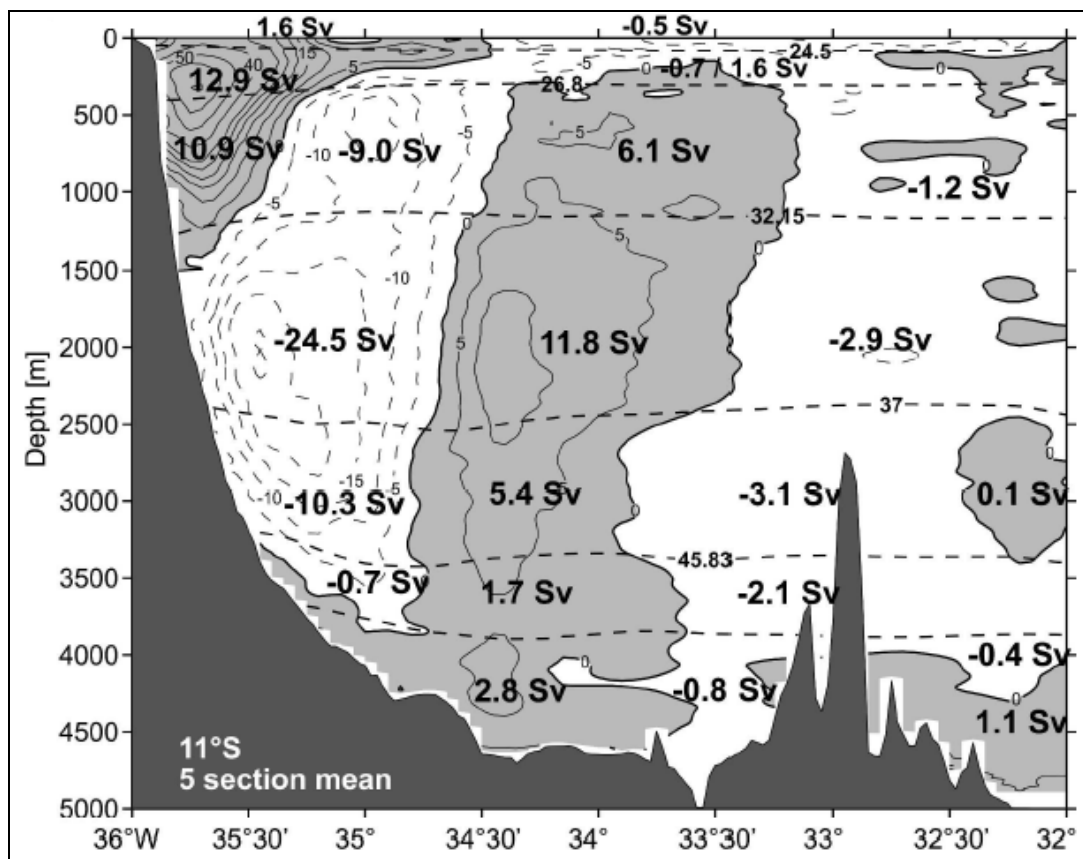


Figura II.5.1.3-65 - Transporte médio ao longo da costa, baseado na distribuição de correntes obtidas nas 5 estações amostradas de 2000 a 2004 - 11°S (Schott et al., 2005).

No entanto, na superfície, para profundidades inferiores a 100 m, mas ainda em mar aberto, há períodos em que a intensidade da SCNB diminui consideravelmente, como indicado na **Figura II.5.1.3-66**, que ilustra os resultados publicados, próximos à superfície, no fundeio K2 (Acoustic Doppler Current Profiler (ADCP) invertido - SCHOTT & MOLINARI, 1996); estes dados não estão disponíveis para uma análise mais detalhada, mas indicam a existência de uma variação temporal na posição vertical da SCNB, havendo períodos em que seu núcleo se aprofunda, e outros em que se observa o afloramento do mesmo.

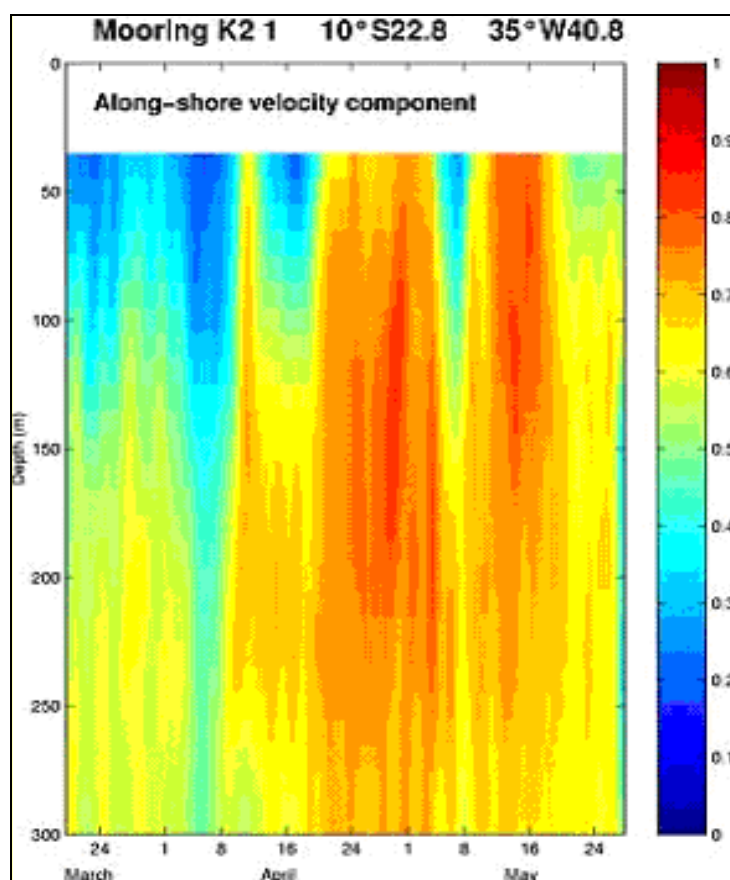


Figura II.5.1.3-66 - Série temporal do perfil de corrente nos primeiros 300 metros da coluna d'água, obtido a partir de dados com ADCP invertido no ponto do fundeio K2 (Schott & Molinari, 2002).

Sobre a plataforma, a dinâmica na região de estudo mostra diversas feições, apresentando desde amplificações de maré sobre o Parcel de Abrolhos e nas proximidades da Baía de Todos os Santos (BTS), até reversões do fluxo principal

para norte, padrão já confirmado por medições da PETROBRAS na área (ASA, 2004). A plataforma continental é bastante estreita, apresentando, em algumas áreas, um talude continental abrupto e recortado. Nestas áreas mais estreitas, o efeito da circulação do talude e oceano aberto se faz mais presente. Especificamente sobre o talude, pouco se conhece sobre a circulação média e suas variabilidades. Supõe-se que o padrão de corrente de contorno oeste em regime permanente, deverá contribuir diretamente para a formação do fluxo da Corrente do Brasil (melhor definido ao sul do Parcel de Abrolhos).

A circulação na margem continental da região nordeste brasileira, ao sul do paralelo 14°S, é dominada na superfície pela CB que se estende até aproximadamente 36°S, no norte da Argentina, onde converge com a Corrente das Malvinas (CM) e se separa da costa na região conhecida na literatura como confluência Brasil-Malvinas (LENTINI *et al.*, 2002, 2006; SILVEIRA *et al.*, 2000). A CB flui ao longo da margem continental brasileira apresentando um fluxo relativamente intenso, estreito (em torno de 75 km de largura) e bem definido, acompanhando a isóbata de 1000m. O transporte ao longo da costa baiana varia entre 1 e 6 Sv (1Sv = 1Sverdrup = $10^6\text{m}^3/\text{s}$), sendo que a maioria desse transporte concentra-se nos primeiros 200m de profundidade. Velocidades típicas da CB citadas na literatura variam entre 15 cm/s e 72 cm/s, com uma média de 60 cm/s (PETERSON & STRAMMA, 1991).

São apresentados a seguir os campos oriundos da decomposição, na resolução espacial de 1 grau, dos dados de observação da circulação próxima à superfície, registrada através de uma rede de boias de deriva rastreadas por satélite (LUMPKIN & GARRAFFO, 2005). Na **Figura II.5.1.3-67** e **Figura II.5.1.3-68** são apresentados os campos de correntes próximos à superfície relativos às médias mensais (1990 à 2004) dos meses típicos de verão e inverno, respectivamente.

Observa-se, no litoral sul da Bahia, na região do Banco de Mojiquçaba, uma tendência das correntes se afastarem um pouco da costa, voltando a se aproximar já no litoral do Espírito Santo. Nos meses de verão, se observa uma intensificação do fluxo, mas a partir do final do verão já se observa a BiCSE ocorrendo em torno de 15°, influenciando significativamente a circulação nestas regiões.

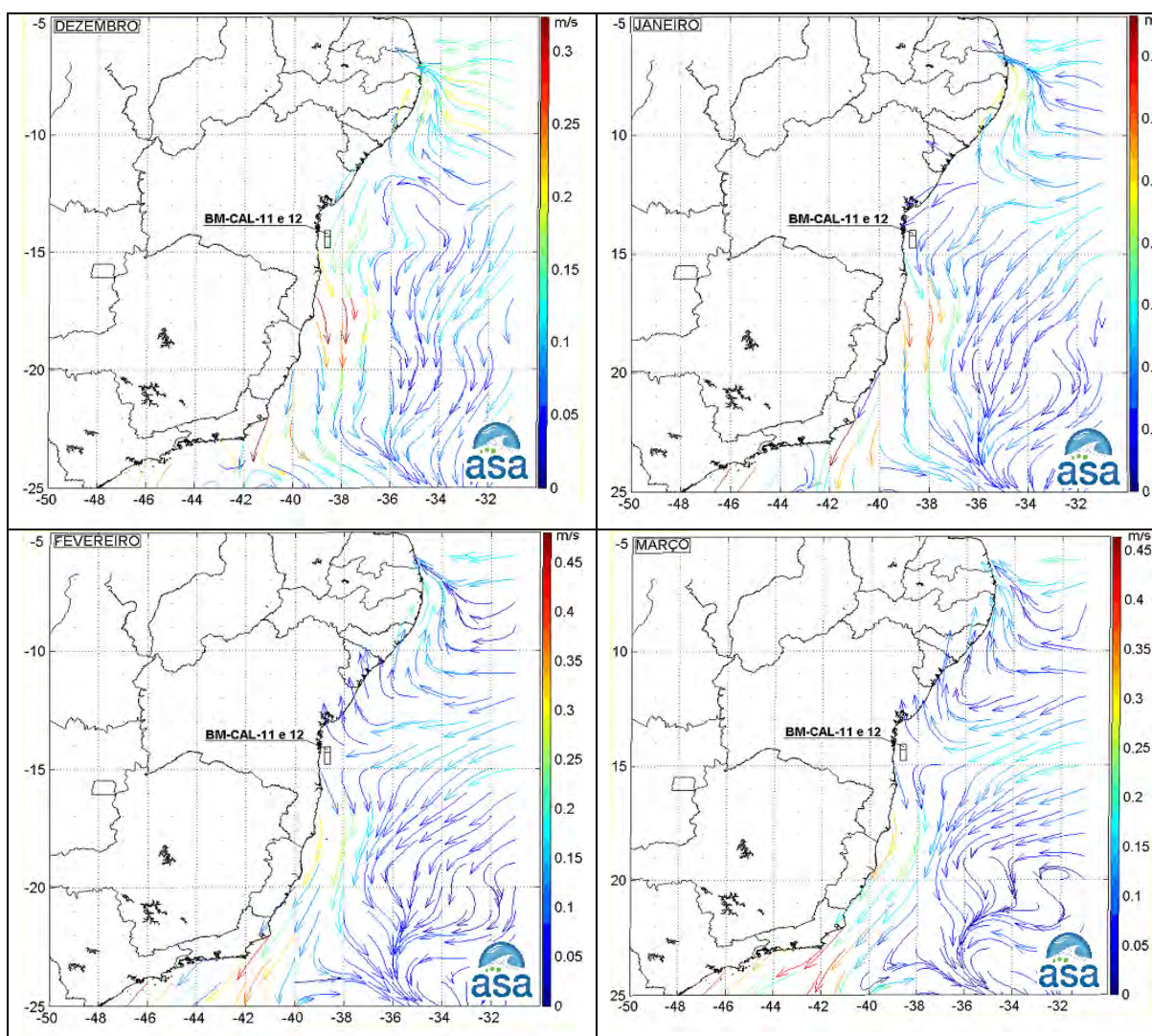


Figura II.5.1.3-67 - Médias mensais climáticas da circulação próxima à superfície para os meses de dezembro a março. Localização das Concessões BM-CAL-11 e BM-CAL-12 indicada na figura.

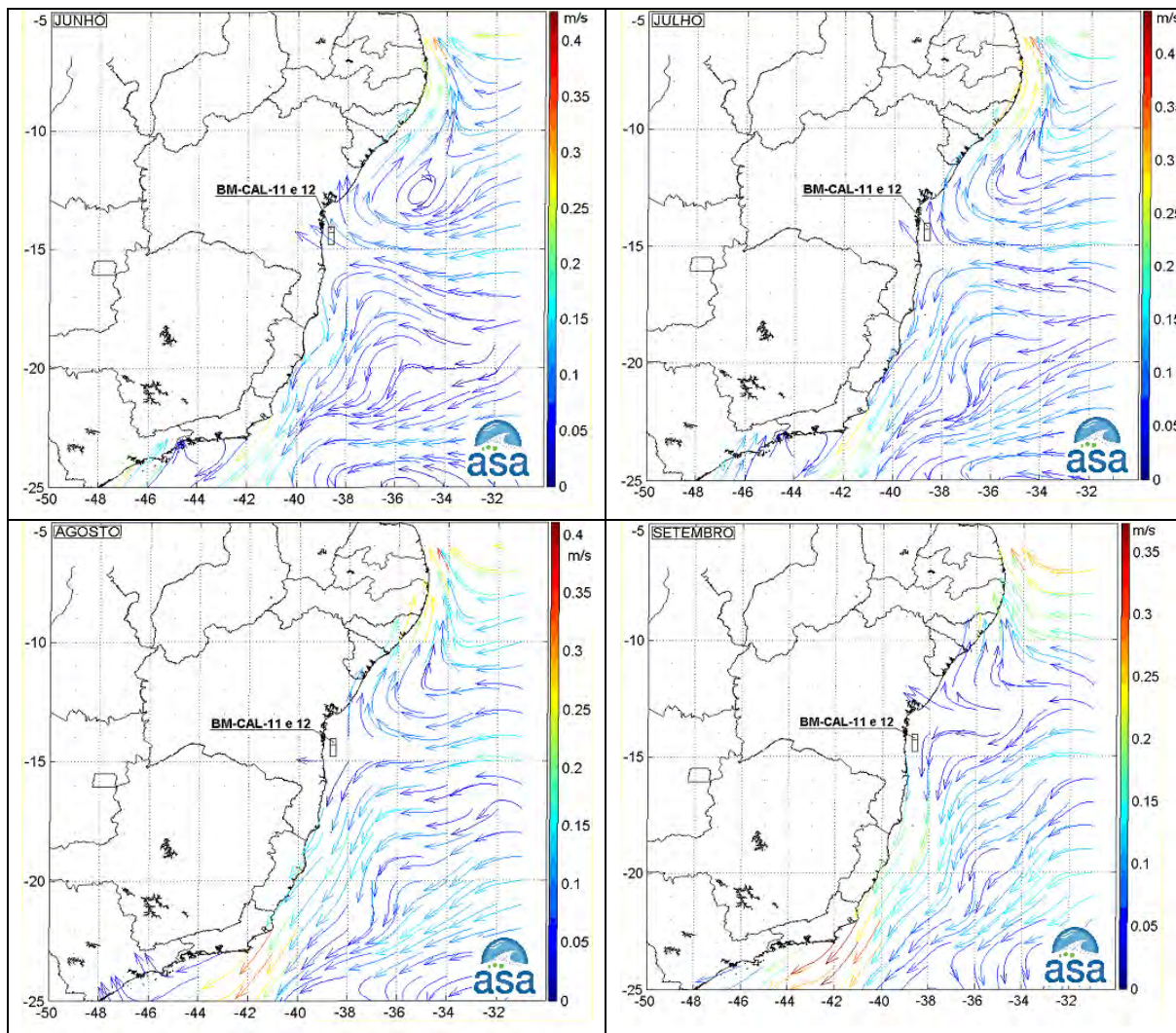


Figura II.5.1.3-68 - Médias mensais climáticas da circulação próxima à superfície para os meses de junho a setembro. Localização das Concessões BM-CAL-11 e BM-CAL-12 indicada na figura.

Localmente, a caracterização das correntes na área das Concessões BM-CAL-11 e BM-CAL-12 foi realizada através de informações obtidas junto a PETROBRAS e representada por um conjunto de dados coletado próximo a Ilhéus, em região de talude, e os dados coletados sobre a plataforma continental utilizando-se um *Acoustic Doppler Profiler* (ADP), nas adjacências da Baía de Camamu, (análise apresentada em ASA, 2004), conforme indicado na **Tabela II.5.1.3-3**. Os pontos analisados estão indicados na **Figura II.5.1.3-69**.

Tabela II.5.1.3-3 - Localização e período de coleta dos dados de corrente.

| DADO | POSIÇÃO | PROF. LOCAL | PROF. DE COLETA | PERÍODO (s) |
|------------------|---|-------------|--|---|
| BMJ-1 | 15°04'59,3"S; 38°43'50,6"W (datum SIRGAS 2000) | ~ 1.000 m | superfície | 08/março a 20/maio de 2004 |
| ADP verão | 13°35,7'S; 38°49,03'W (datum WGS84) | ~ 45 m | 8, 11, 14, 17, 20, 23, 26, 29, 32, 35 e 41 m | 29/dezembro de 2002 a 21/janeiro de 2003 |
| ADP inverno | 13°35,7'S; 38°49,03'W (datum WGS84) | ~ 45 m | 4, 7, 10, 13, 16, 19, 22, 25, 28, 31, 34, 37 e 40 m | 22/maio a 26/ junho de 2003 |
| ADCP ponto C3 | 14°35,49'S 38°30,77'W (datum SIRGAS 2000) | ~ 2200 m | 4 m em 4 m até 220 m | 13/agosto de 2011 |
| ADCP ponto L1-10 | 14°07,93'S 38°09,63'W (datum SIRGAS 2000) | ~ 3100 m | 4 m em 4 m até 220 m | 07/agosto de 2011 |

O conjunto de dados ADP indica um padrão de correntes superficiais com intensidade média de 0,2 m/s, predominantemente para sul no verão, e para norte-nordeste no inverno, como ilustrado na **Figura II.5.1.3-70** (a direção apresentada refere-se ao norte geográfico, a intensidade é apresentada em m/s, enquanto as escalas de cores representam o número e a porcentagem de observações).

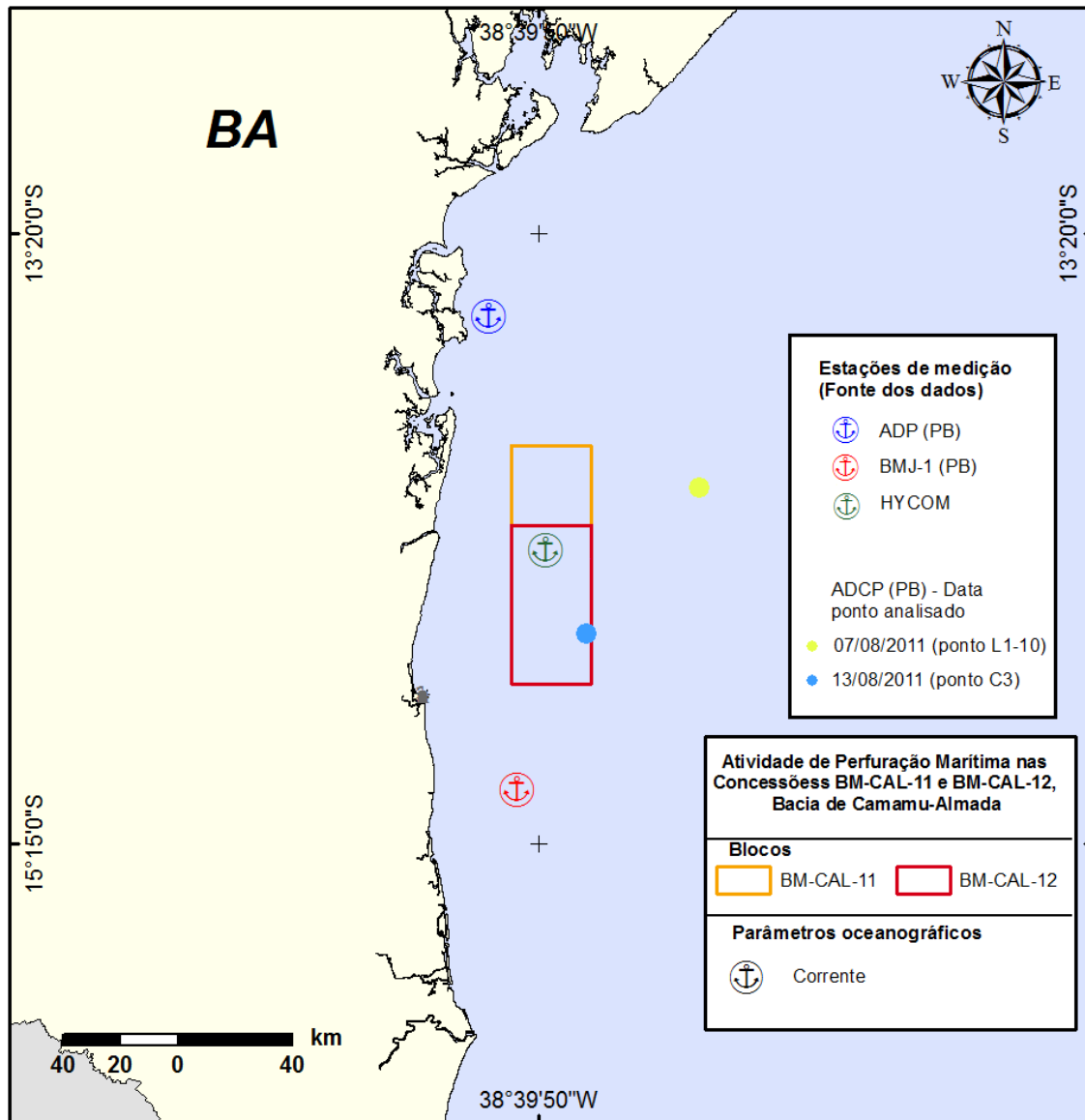


Figura II.5.1.3-69 - Localização das estações de medição de dados de corrente.

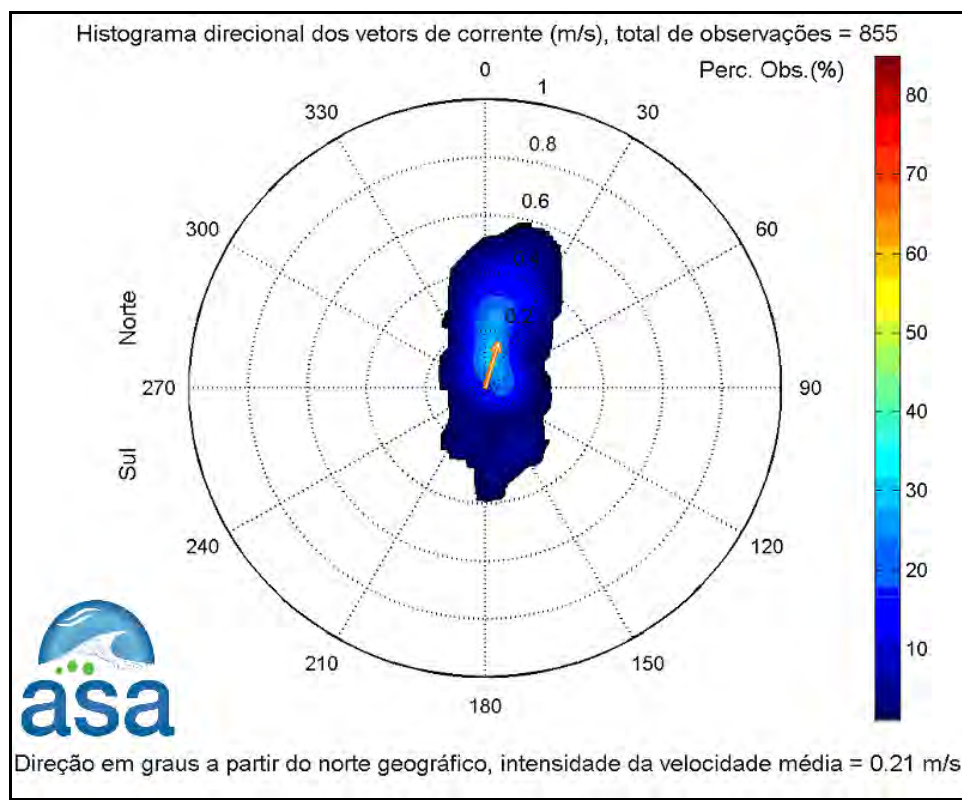
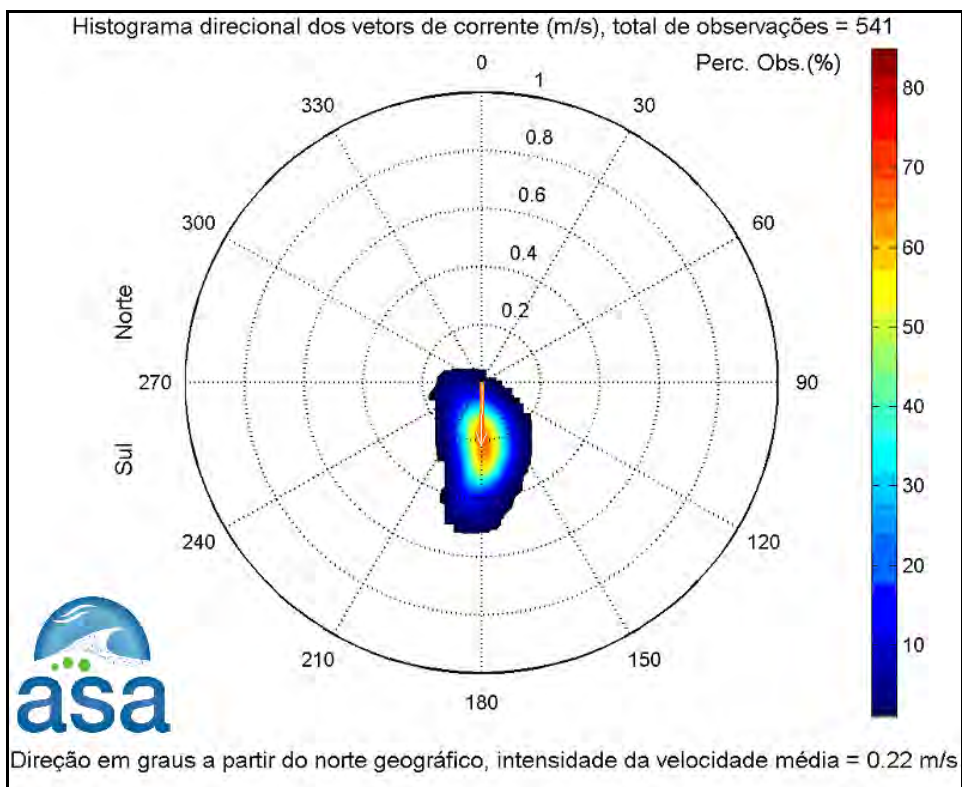


Figura II.5.1.3-70 - Histograma direcional dos vetores de corrente medidos nas coordenadas 13°35,7'S e 38°49,03'W, na superfície: (a) de 29 de dezembro de 2002 a 21 de janeiro de 2003 e (b) de 22 de maio a 26 de junho de 2003.

A **Figura II.5.1.3-71** apresenta uma comparação entre os dados ADP de superfície e dados de vento obtidos junto a PETROBRAS, medidos na estação de Barra Grande (BA) em intervalos de 1 hora, nas coordenadas 13°53,7'S e 38°57,08'W, para os períodos de 14 de dezembro de 2002 a 3 de fevereiro de 2003 (verão) e 24 de maio a 24 de junho de 2003 (inverno). Observa-se que as inversões sazonais na direção das correntes refletem um forte acoplamento entre oceano e atmosfera, com as mesmas acompanhando as inversões na direção do vento.

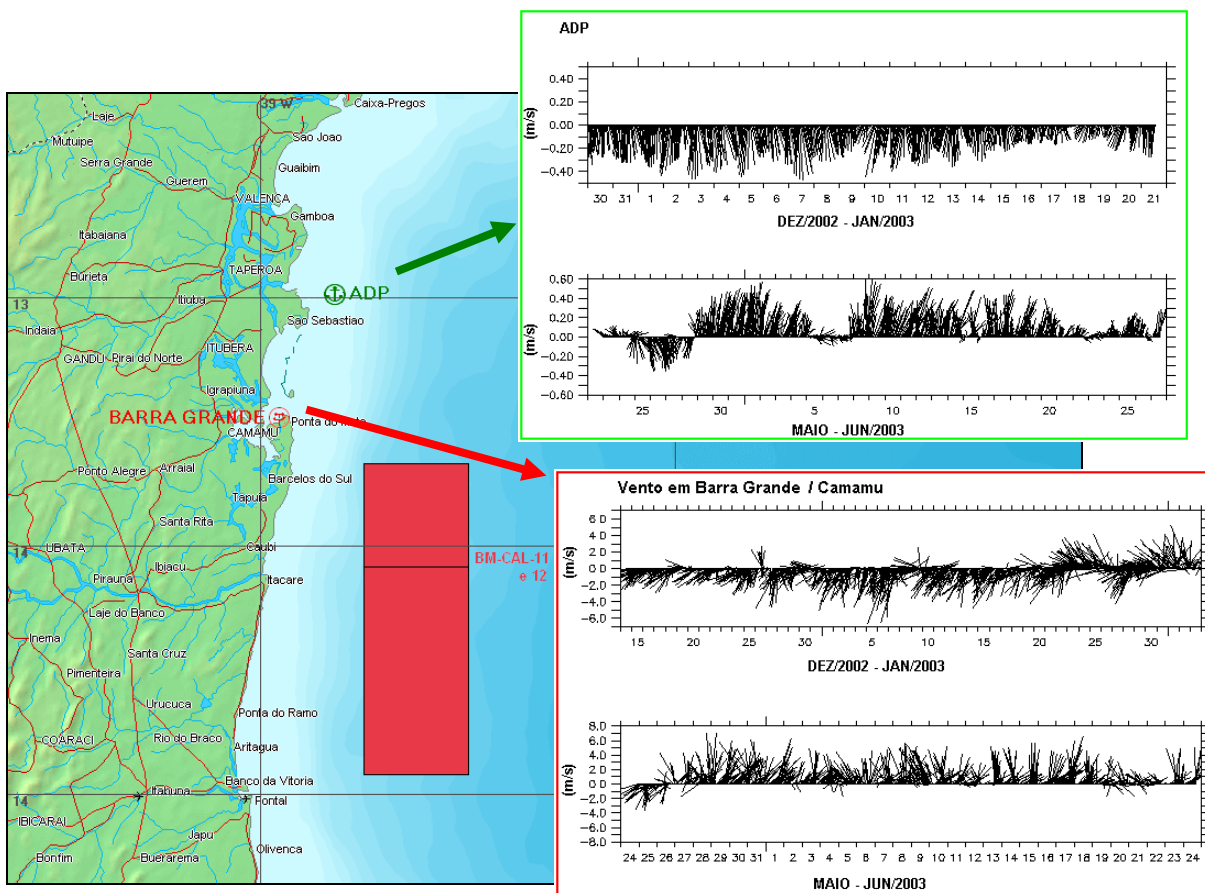


Figura II.5.1.3-71 - Comparação entre dados de corrente (painel superior) e vento (painel inferior), obtidos em região de plataforma, próximos a Camamu, em períodos de verão e inverno. Localização das Concessões BM-CAL-11 e BM-CAL-12, indicadas na figura em vermelho.

O conjunto de dados de corrente fornecido pela PETROBRAS, coletados na Bacia de Jequitinhonha (BMJ-1), é apresentado na **Figura II.5.1.3-72**, extraída do relatório de coleta (PETROBRAS, 2004). Estes dados BMJ-1 apresentam, em geral, por analogia aos conjuntos anteriormente analisados (ASA, 2004), a consistência e o comportamento esperados para o ponto (tanto na média, quanto nas variabilidades). Entretanto, antes de se isolar o conjunto para análise e futuras referências neste texto, algumas considerações fazem-se necessárias:

- Os primeiros 20 dias de dados estão bastante consistentes, apresentando variações anômalas nos últimos dias de coleta (área 1 na **Figura II.5.1.3-72**). Estes últimos instantes estavam realmente comprometidos (comunicação pessoal) quando foram enviados à **ASA**;
- Após a interrupção da série (vide área 2 na **Figura II.5.1.3-72**), entre os dias 25 de março e 10 de abril, os dados estão visivelmente estacionários na direção (área 3 na **Figura II.5.1.3-72**), o que chama atenção, já que mesmo sob forte influência do fluxo SSE presente no talude, há comprovadamente alguma variabilidade na direção zonal do mesmo (em decorrência da atuação direta do vento local);
- Na área identificada como 4 (**Figura II.5.1.3-72**), há uma mudança abrupta de comportamento do mesmo, mudança esta associável ao padrão de vento (que se intensifica para norte neste período), fazendo com que o conjunto de dados passe a responder a um padrão já típico de inverno (área 5).

Há algumas explicações possíveis para o comportamento deste conjunto de dados nas áreas 3 e 4 (PETROBRAS, 2004). Entretanto, devido às questões acima mencionadas e, considerando-se também a existência de dados confiáveis no início e final da campanha, optou-se neste texto por considerar para análise os períodos identificados como 1 e 5, sendo que a área 1 corresponde a um período de verão e a área 5 a um período de inverno.

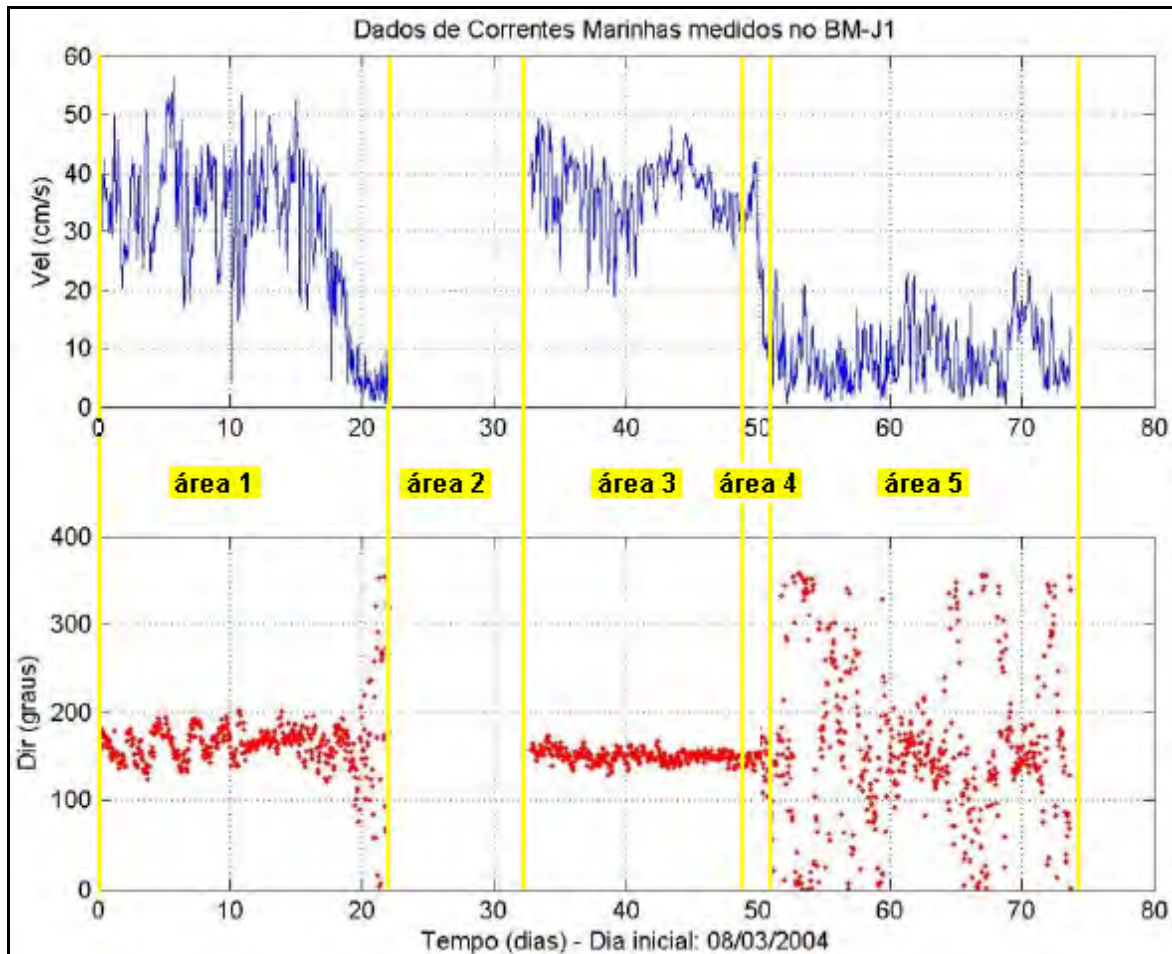


Figura II.5.1.3-72 -Variação das correntes superficiais na locação do BMJ-1 ao longo da amostragem, de 08/03 a 20/05 (adaptado de PETROBRAS, 2004).

Os dados característicos do período de verão (março de 2004) indicam um padrão de correntes superficiais com intensidade média de 0,35 m/s, predominantemente para sudeste, como ilustrado na **Figura II.5.1.3-73** (a direção apresentada refere-se ao norte geográfico, a intensidade é apresentada em m/s, enquanto as escalas de cores representam o número e a porcentagem de observações).

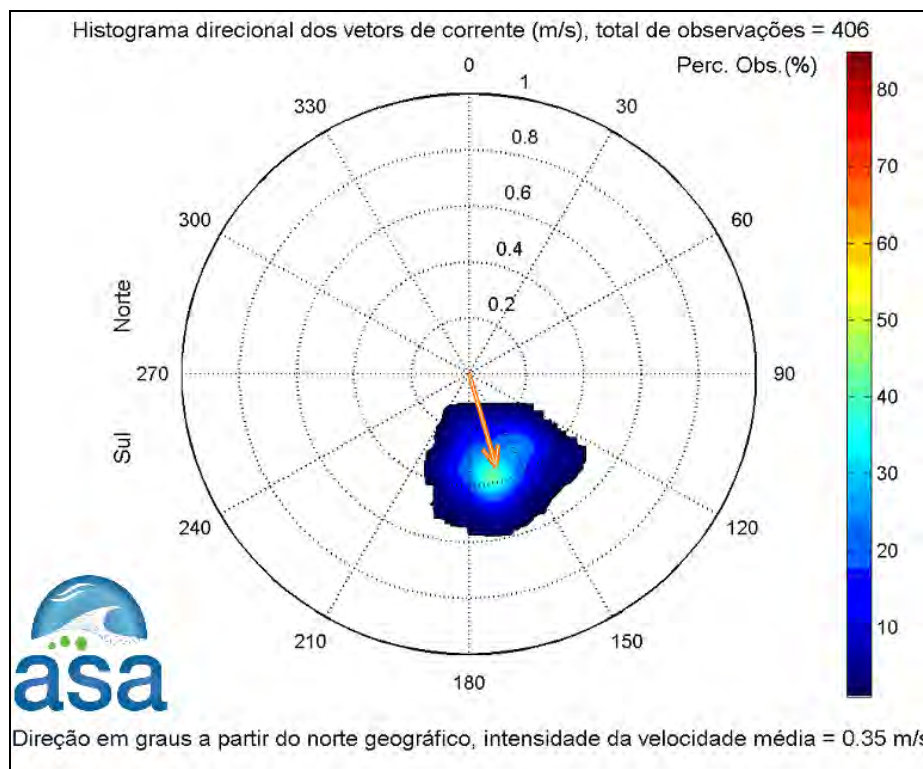


Figura II.5.1.3-73 - Histograma direcional dos vetores de corrente medidos nas coordenadas 15°04'59,3"S e 38°43'50,6"W, na superfície, para o período de 8 a 25 de março de 2004.

A **Figura II.5.1.3-74** apresenta uma comparação entre os dados BMJ-1 de superfície e dados de vento INFRAERO/METAR medidos no aeroporto de Ilhéus, para o período de 8 a 25 de março de 2004. Neste local, não se observa correlação evidente entre o campo de correntes e o vento local, como ocorrido com os dados medidos em região de plataforma (ADP). A menor correlação entre os dados pontuais de corrente e vento no verão é esperada e explicada pelos mecanismos físicos presentes e sazonalmente predominantes na área. Enquanto no inverno há intensificação do vento médio (proveniente de S) que se soma às perturbações geradas pelas frentes (também provenientes de S), no verão o padrão médio do vento é menos intenso e menos sujeito à influência dos sistemas frontais que ocorrem ao sul da região. Assim, neste período (verão), há maior estabilização do fluxo de grande escala (remoto) na área, reduzindo o nível de correlação com o vento local.

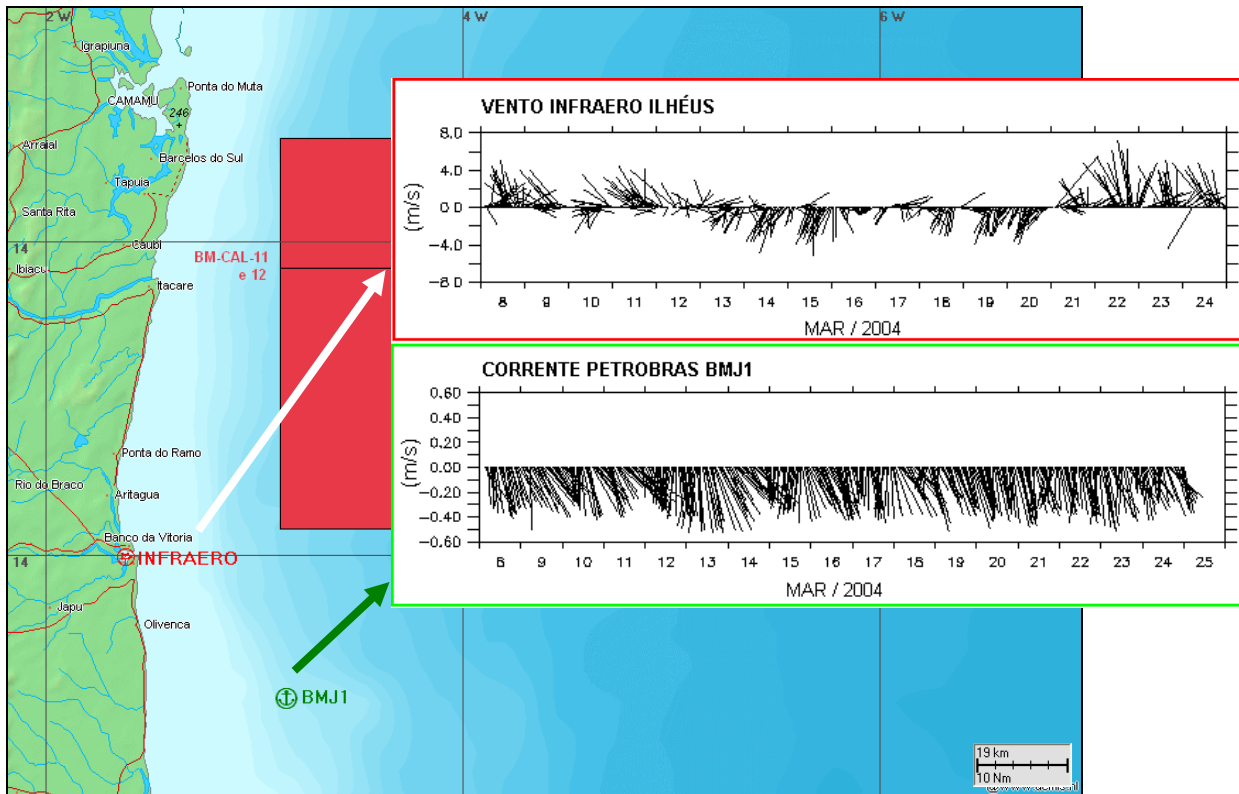


Figura II.5.1.3-74 - Comparação entre dados de vento (painel superior) e corrente (painel inferior), obtidos em região de talude, próximo a Ilhéus, durante março de 2004. Localização das Concessões BM-CAL-11 e BM-CAL-12 indicada na figura.

Os dados de correntes coletados no ponto BMJ-1 e identificados na área 5, têm comportamento típico de inverno. Entretanto, para caracterizar esta estação do ano optou-se pela utilização dos dados ADP, cuja série temporal é mais longa (análise apresentada na **Figura II.5.1.3-72** e **Figura II.5.1.3-73**).

Para complementar a caracterização do regime de correntes na região, a seguir são apresentadas as análises de dados de corrente superficial provenientes das séries da Análise do modelo HYCOM¹⁶ (BLECK, 2002) para um ponto, nas coordenadas de 14,33° S e 38,64° W (**Figura II.5.1.3-69**). Foram considerados dados diários entre os anos de 2004 a 2010. As análises sazonais foram realizadas considerando o período de verão (dezembro a fevereiro), outono (março a maio), inverno (junho a agosto) e primavera (setembro a novembro).

A **Figura II.5.1.3-75** à **Figura II.5.1.3-78** apresentam os histogramas direcionais de corrente para quatro períodos: dezembro, janeiro e fevereiro (DJF),

¹⁶ Hybrid Coordinate Ocean Model - Simulação de longo período para região do Atlântico Sul, realizada em parceria com o LABMON/IOUSP.

março, abril e maio (MAM), junho, julho e agosto (JJA) e setembro, outubro e novembro (SON). A direção apresentada refere-se ao norte geográfico e segue a convenção oceanográfica. A intensidade é apresentada em (m/s) e a escala de cores representa a porcentagem de observações (Perc. Obs.). Em seguida de cada histograma é apresentada a tabela de ocorrência conjunta.

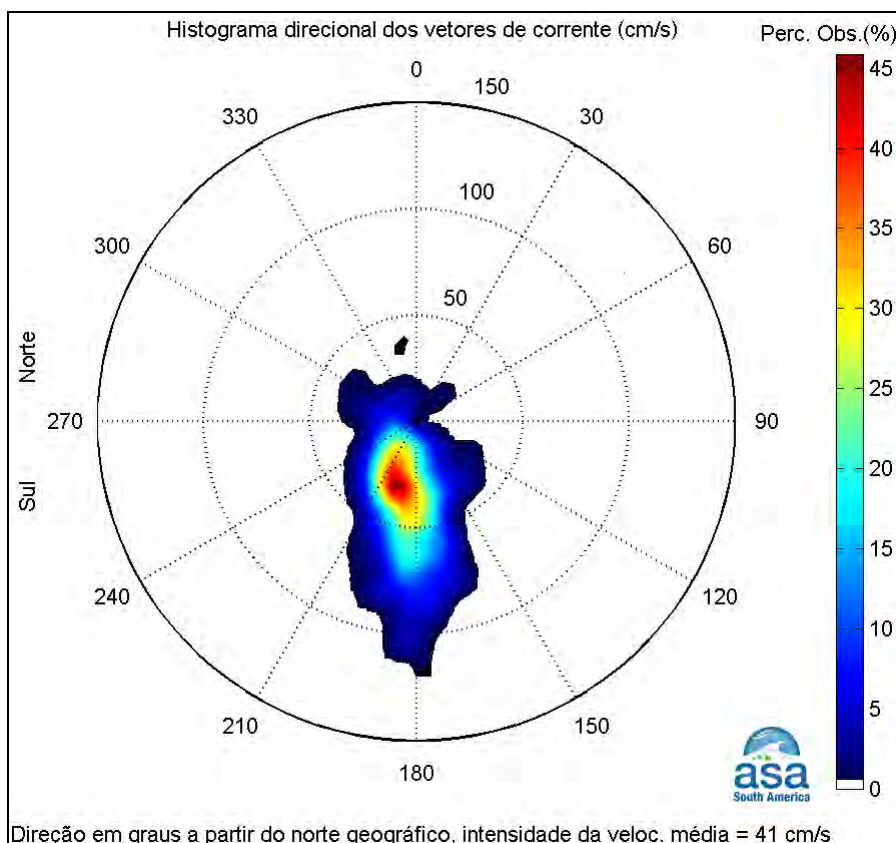


Figura II.5.1.3-75 - Histograma direcional referente ao período DJF, dos dados diários de correntes do HYCOM, nas coordenadas de 14,33° S e 38,64° W, entre os anos de 2004 e 2010.

Tabela II.5.1.3-4 - Tabela de ocorrência conjunta de intensidade e direção da corrente obtidos a partir dos dados do HYCOM para o período DJF entre os anos de 2004 a 2010, nas coordenadas de 14,33° S e 38,64° W.

Obs.: a direção é medida em graus a partir do Norte geográfico, convenção vetorial.

| | N | NNE | NE | ENE | E | ESE | SE | SSE | S | SSW | SW | WSW | W | WNW | NW | NNW | Total | Porc. | Dir. méd. |
|---------------|------|------|------|-----|-----|------|------|------|-------|------|------|------|------|------|------|------|-------|-------|-----------|
| 0.0-10.0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 2 | 2 | 3 | 2 | 0 | 2 | 0 | 3 | 0 | 17 | 2.7 | 223 |
| 10.0-20.0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 5 | 14 | 19 | 23 | 8 | 7 | 4 | 2 | 2 | 87 | 14.0 | 218 |
| 20.0-30.0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 8 | 20 | 42 | 25 | 2 | 1 | 2 | 0 | 0 | 102 | 16.4 | 201 |
| 30.0-40.0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4 | 14 | 47 | 61 | 11 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 143 | 23.0 | 192 |
| 40.0-50.0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 6 | 56 | 22 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 87 | 14.0 | 185 |
| 50.0-60.0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 6 | 39 | 12 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 57 | 9.2 | 182 |
| 60.0-70.0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 5 | 46 | 7 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 58 | 9.3 | 182 |
| 70.0-80.0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4 | 29 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 35 | 5.6 | 180 |
| 80.0-90.0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 19 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 22 | 3.5 | 182 |
| 90.0-100.0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 6 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 6 | 1.0 | 181 |
| 100.0-110.0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 6 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 6 | 1.0 | 182 |
| 110.0-120.0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0.2 | 179 |
| Total | 3 | 1 | 2 | 1 | 1 | 1 | 6 | 50 | 285 | 171 | 62 | 11 | 11 | 7 | 6 | 3 | 621 | | |
| Porc. | 0.5 | 0.2 | 0.3 | 0.2 | 0.2 | 0.2 | 1.0 | 8.1 | 45.9 | 27.5 | 10.0 | 1.8 | 1.8 | 1.1 | 1.0 | 0.5 | | | |
| Vel. méd. | 22.3 | 31.3 | 16.3 | 7.0 | 4.1 | 23.8 | 31.0 | 40.5 | 52.5 | 35.0 | 22.6 | 17.6 | 16.3 | 21.7 | 13.9 | 20.7 | | | |
| Vel. máx. | 42.4 | 31.3 | 20.3 | 7.0 | 4.1 | 23.8 | 40.5 | 79.5 | 114.1 | 85.6 | 40.5 | 33.0 | 33.8 | 38.1 | 31.3 | 36.1 | | | |
| Percts. (0,9) | 40.0 | 30.0 | 20.0 | 0.0 | 0.0 | 20.0 | 39.0 | 60.0 | 80.0 | 50.0 | 30.0 | 24.0 | 24.0 | 28.0 | 28.0 | 30.0 | | | |

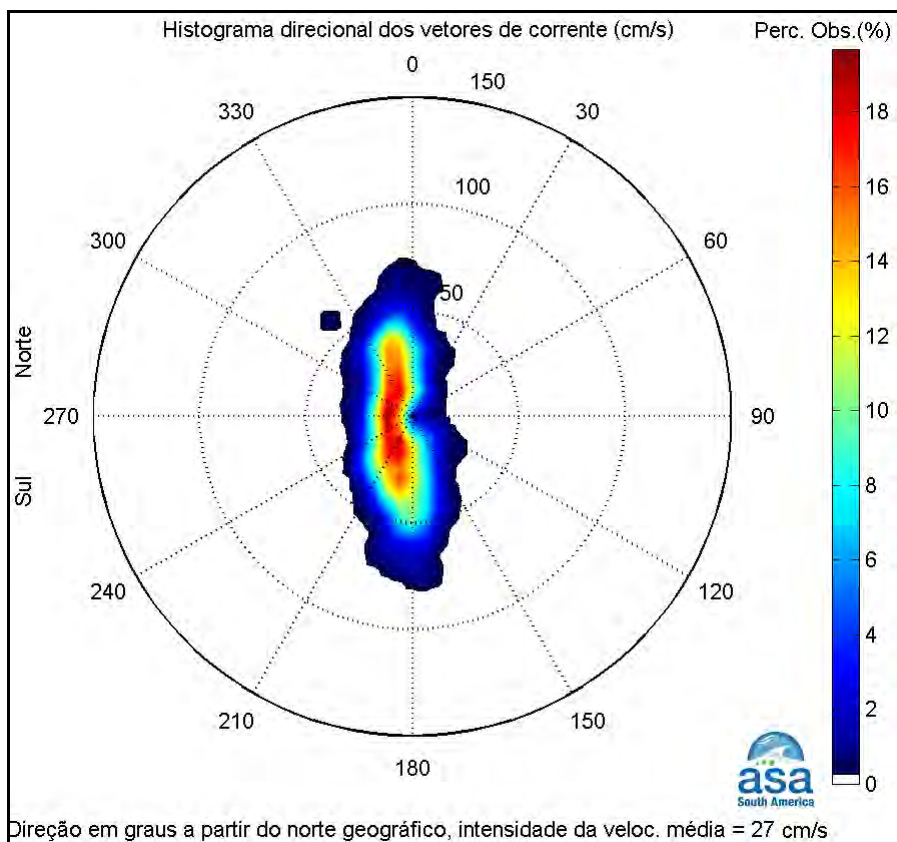


Figura II.5.1.3-76 - Histograma direcional referente ao período MAM, dos dados diários de correntes do HYCOM, nas coordenadas de 14,33° S e 38,64° W, entre os anos de 2004 e 2010.

Tabela II.5.1.3-5 - Tabela de ocorrência conjunta de intensidade e direção da corrente obtidos a partir dos dados do HYCOM para o período MAM entre os anos de 2004 a 2010, nas coordenadas de 14,33° S e 38,64° W.

Obs.: a direção é medida em graus a partir do Norte geográfico, convenção vetorial.

| | N | NNE | NE | ENE | E | ESE | SE | SSE | S | SSW | SW | WSW | W | WNW | NW | NNW | Total | Porc. | Dir. méd. |
|---------------|------|------|------|-----|-----|-----|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|-------|-----------|
| 0.0-10.0 | 5 | 1 | 0 | 2 | 0 | 0 | 3 | 2 | 4 | 7 | 5 | 13 | 9 | 8 | 8 | 5 | 72 | 11.3 | 266 |
| 10.0-20.0 | 14 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 5 | 5 | 10 | 21 | 27 | 10 | 16 | 21 | 21 | 20 | 172 | 26.9 | 266 |
| 20.0-30.0 | 17 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 9 | 22 | 29 | 19 | 5 | 3 | 3 | 8 | 35 | 153 | 23.9 | 253 |
| 30.0-40.0 | 19 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 7 | 30 | 29 | 3 | 0 | 0 | 0 | 2 | 34 | 125 | 19.5 | 243 |
| 40.0-50.0 | 12 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 7 | 33 | 10 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 9 | 73 | 11.4 | 194 |
| 50.0-60.0 | 6 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 17 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 3 | 28 | 4.4 | 195 |
| 60.0-70.0 | 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 6 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 13 | 2.0 | 190 |
| 70.0-80.0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4 | 0.6 | 177 |
| Total | 77 | 5 | 1 | 2 | 0 | 0 | 9 | 31 | 126 | 99 | 54 | 28 | 28 | 32 | 42 | 106 | 640 | | |
| Porc. | 12.0 | 0.8 | 0.2 | 0.3 | 0.0 | 0.0 | 1.4 | 4.8 | 19.7 | 15.5 | 8.4 | 4.4 | 4.4 | 5.0 | 6.6 | 16.6 | | | |
| Vel. méd. | 31.3 | 21.3 | 13.9 | 2.4 | NaN | NaN | 11.8 | 29.9 | 38.2 | 27.3 | 19.1 | 12.3 | 13.3 | 13.8 | 18.0 | 27.6 | | | |
| Vel. máx. | 67.8 | 33.0 | 13.9 | 2.6 | 0.0 | 0.0 | 25.4 | 53.1 | 75.8 | 67.0 | 33.1 | 26.1 | 26.8 | 25.2 | 57.5 | 54.6 | | | |
| Percts. (0,9) | 50.0 | 30.0 | 10.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 16.0 | 40.0 | 50.0 | 40.0 | 20.0 | 20.0 | 17.0 | 13.0 | 30.0 | 40.0 | | | |

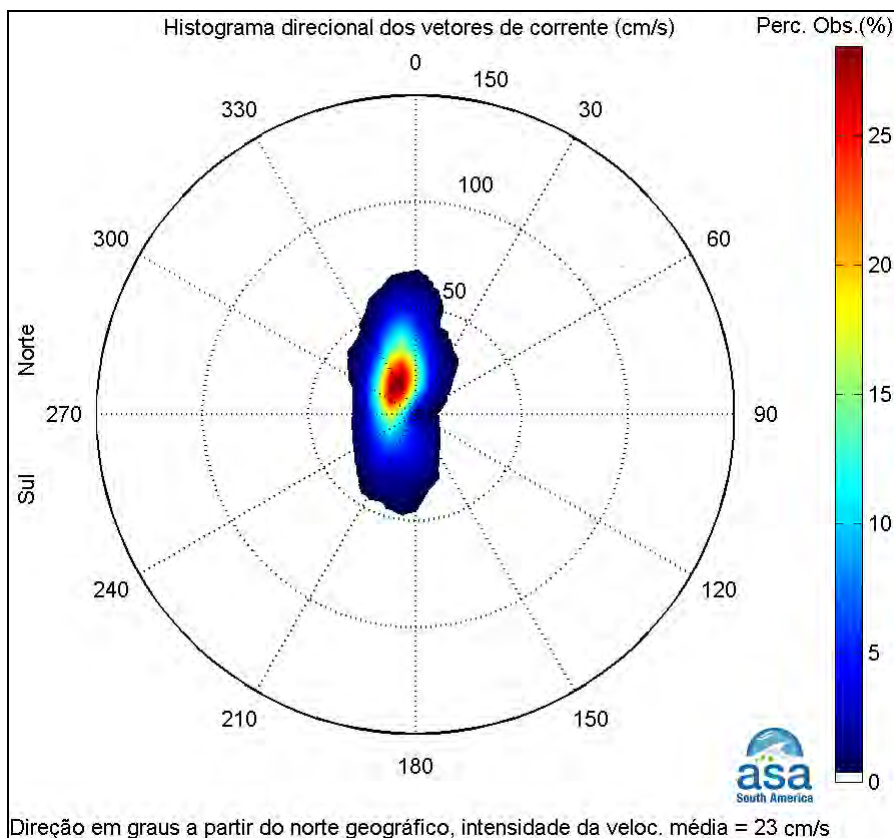


Figura II.5.1.3-77 - Histograma direcional referente ao período JJA, dos dados diários de correntes do HYCOM, nas coordenadas de 14,33° S e 38,64° W, entre os anos de 2004 e 2010.

Tabela II.5.1.3-6 - Tabela de ocorrência conjunta de intensidade e direção da corrente obtidos a partir dos dados do HYCOM para o período JJA entre os anos de 2004 a 2010, nas coordenadas de 14,33° S e 38,64° W.

Obs.: a direção é medida em graus a partir do Norte geográfico, convenção vetorial.

| | N | NNE | NE | ENE | E | ESE | SE | SSE | S | SSW | SW | WSW | W | WNW | NW | NNW | Total | Porc. | Dir. méd. |
|---------------|------|------|------|-----|-----|-----|-----|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|-------|-----------|
| 0.0-10.0 | 3 | 4 | 1 | 2 | 1 | 0 | 1 | 2 | 2 | 1 | 6 | 6 | 9 | 9 | 17 | 10 | 74 | 11.5 | 300 |
| 10.0-20.0 | 23 | 6 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 8 | 4 | 6 | 14 | 26 | 13 | 35 | 54 | 47 | 237 | 36.8 | 305 |
| 20.0-30.0 | 37 | 3 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 6 | 9 | 10 | 9 | 3 | 9 | 29 | 72 | 190 | 29.5 | 325 |
| 30.0-40.0 | 27 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 2 | 6 | 2 | 0 | 0 | 0 | 5 | 36 | 83 | 12.9 | 342 |
| 40.0-50.0 | 21 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 14 | 38 | 5.9 | 350 |
| 50.0-60.0 | 15 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4 | 19 | 3.0 | 352 |
| 60.0-70.0 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 | 0.5 | 356 |
| Total | 129 | 16 | 3 | 2 | 1 | 0 | 1 | 14 | 16 | 22 | 32 | 41 | 25 | 53 | 106 | 183 | 644 | | |
| Porc. | 20.0 | 2.5 | 0.5 | 0.3 | 0.2 | 0.0 | 0.2 | 2.2 | 2.5 | 3.4 | 5.0 | 6.4 | 3.9 | 8.2 | 16.5 | 28.4 | | | |
| Vel. méd. | 32.5 | 18.4 | 15.4 | 6.3 | 4.2 | NaN | 2.2 | 16.8 | 23.7 | 24.3 | 18.0 | 14.7 | 12.4 | 14.6 | 17.8 | 25.2 | | | |
| Vel. máx. | 67.8 | 35.7 | 23.6 | 9.1 | 4.2 | 0.0 | 2.2 | 36.4 | 43.9 | 39.3 | 39.0 | 26.6 | 26.4 | 24.4 | 41.0 | 54.8 | | | |
| Percts. (0,9) | 50.0 | 30.0 | 20.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 30.0 | 39.0 | 30.0 | 20.0 | 20.0 | 20.0 | 20.0 | 20.0 | 32.0 | | | |

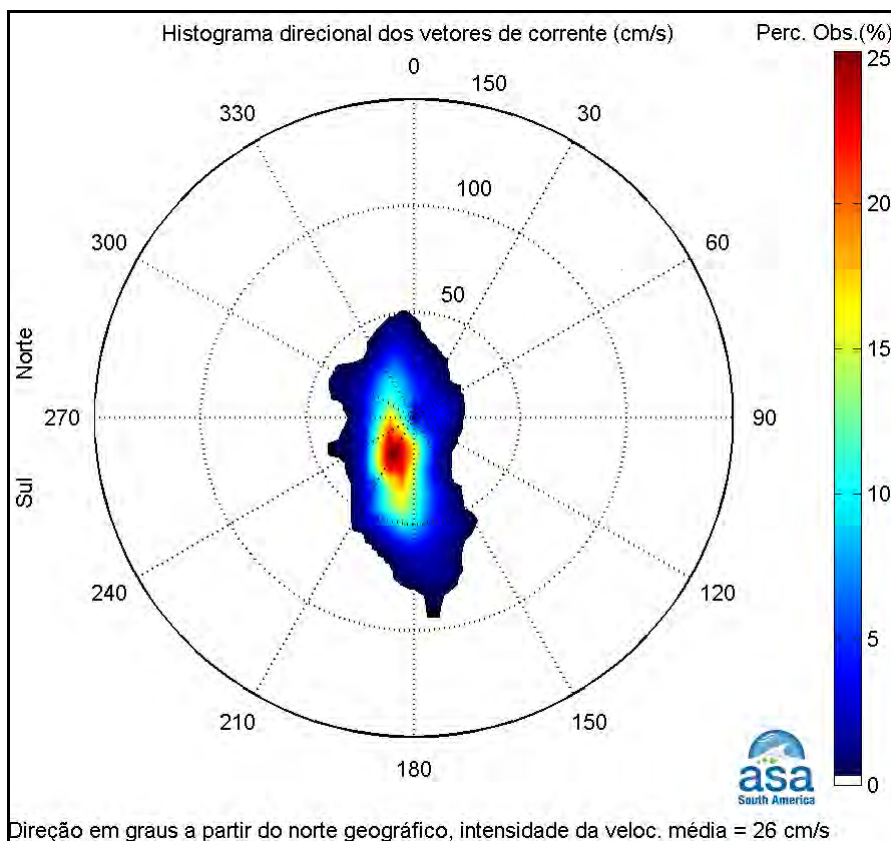


Figura II.5.1.3-78 - Histograma direcional referente ao período SON, dos dados diários de correntes do HYCOM, nas coordenadas de 14,33° S e 38,64° W, entre os anos de 2004 e 2010.

Tabela II.5.1.3-7 - Tabela de ocorrência conjunta de intensidade e direção da corrente obtidos a partir dos dados do HYCOM para o período SON entre os anos de 2004 a 2010, nas coordenadas de 14,33° S e 38,64° W.

Obs.: a direção é medida em graus a partir do Norte geográfico, convenção vetorial.

| | N | NNE | NE | ENE | E | ESE | SE | SSE | S | SSW | SW | WSW | W | WNW | NW | NNW | Total | Porc. | Dir. méd. |
|---------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|-------|-----------|
| 0.0-10.0 | 3 | 3 | 0 | 2 | 3 | 4 | 3 | 1 | 3 | 6 | 12 | 9 | 9 | 11 | 6 | 4 | 79 | 12.4 | 259 |
| 10.0-20.0 | 6 | 2 | 4 | 4 | 1 | 2 | 1 | 11 | 19 | 32 | 25 | 30 | 16 | 15 | 12 | 11 | 191 | 30.0 | 238 |
| 20.0-30.0 | 5 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 8 | 25 | 50 | 24 | 3 | 3 | 4 | 10 | 17 | 151 | 23.7 | 220 |
| 30.0-40.0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 6 | 36 | 30 | 5 | 1 | 0 | 2 | 0 | 8 | 90 | 14.1 | 197 |
| 40.0-50.0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 | 37 | 27 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 71 | 11.1 | 190 |
| 50.0-60.0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 7 | 27 | 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 38 | 6.0 | 179 |
| 60.0-70.0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 9 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 10 | 1.6 | 179 |
| 70.0-80.0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 5 | 0.8 | 173 |
| 80.0-90.0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0.2 | 175 |
| 90.0-100.0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0.2 | 174 |
| Total | 17 | 7 | 4 | 6 | 4 | 6 | 4 | 38 | 161 | 150 | 66 | 44 | 28 | 33 | 28 | 41 | 637 | | |
| Porc. | 2.7 | 1.1 | 0.6 | 0.9 | 0.6 | 0.9 | 0.6 | 6.0 | 25.3 | 23.5 | 10.4 | 6.9 | 4.4 | 5.2 | 4.4 | 6.4 | | | |
| Vel. méd. | 19.8 | 13.5 | 15.7 | 12.0 | 8.7 | 8.2 | 8.1 | 32.7 | 38.8 | 28.6 | 18.6 | 14.4 | 13.0 | 14.7 | 17.1 | 23.2 | | | |
| Vel. máx. | 42.4 | 26.5 | 18.4 | 15.7 | 12.9 | 15.1 | 11.5 | 75.7 | 93.3 | 61.1 | 39.5 | 40.9 | 21.3 | 42.1 | 29.4 | 42.9 | | | |
| Percts. (0,9) | 30.0 | 20.0 | 10.0 | 10.0 | 10.0 | 10.0 | 10.0 | 50.0 | 50.0 | 40.0 | 20.0 | 20.0 | 17.0 | 22.0 | 20.0 | 30.0 | | | |

Os dados apresentados indicam ao longo do ano uma variação sazonal significativa na direção norte-sul das correntes. Nos meses de verão (DJF), o fluxo predominante é na direção S e SSW. As maiores velocidades foram observadas nestas direções, atingindo 114,1 cm/s e 85,6 cm/s, respectivamente, e a velocidade média foi 41,1 cm/s.

No período de outono (MAM), as velocidades foram menores, comparadas com o período anterior. As direções predominantes foram N, NNW, S e SSW, caracterizando uma variação marcante no sentido N-S. Foram observadas velocidades máximas distribuídas nas direções N (67,8 cm/s), NNW (54,6 cm/s), NW (57,5 cm/s), SSE (53,1 m/s), S (75,8 cm/s) e SSW (67,0 cm/s). A velocidade média encontrada para este período foi 26,6 cm/s.

O inverno, JJA, é caracterizado pelas direções N (20%), NNW (28,4%) e NW (16,5%). A velocidade máxima observada é de 67,8 cm/s para a direção N seguida por 54,8 cm/s na direção NNW. Na direção S foi observada velocidade de 43,9 cm/s e a velocidade média neste período foi 22,6 cm/s.

O padrão de correntes durante a primavera, para os anos analisados, mostrou que as direções predominantes são S (25,3%) e SSW (23,5%). Nestas direções também foram observadas a primeira e a terceira maior intensidade de corrente, 93,3 cm/s e 61,1 cm/s, respectivamente, sendo que, a direção SSE apresentou a segunda maior velocidade, 75,7 cm/s. A velocidade média ficou em torno de 26,2 cm/s neste período.

Ainda no âmbito de caracterizar o padrão de correntes para a região, a seguir são apresentadas as análises de dados de corrente, coletados através de um ADCP de casco, fornecidos pela cliente.

Os pontos escolhidos para análise são aqueles referentes às posições dos pontos C3 e L1-10 do CTD coletado na mesma campanha, em agosto de 2011. A localização destes pontos está na **Figura II.5.1.3-69**.

No ponto C3, localizado dentro do bloco BM-CAL 12, as correntes mostraram duas direções predominantes: uma para sudeste, com maior intensidade e uma para sul, com menor intensidade (**Figura II.5.1.3-79**, à direita). Com relação à profundidade, a velocidade apresentou-se menor na superfície, com direção para sul, e também apresentou menores intensidades à aproximadamente 100 m de profundidade, quando a direção da corrente mudou. A partir desta cota, a velocidade aumentou conforme a profundidade, como observado na mesma figura, à esquerda.

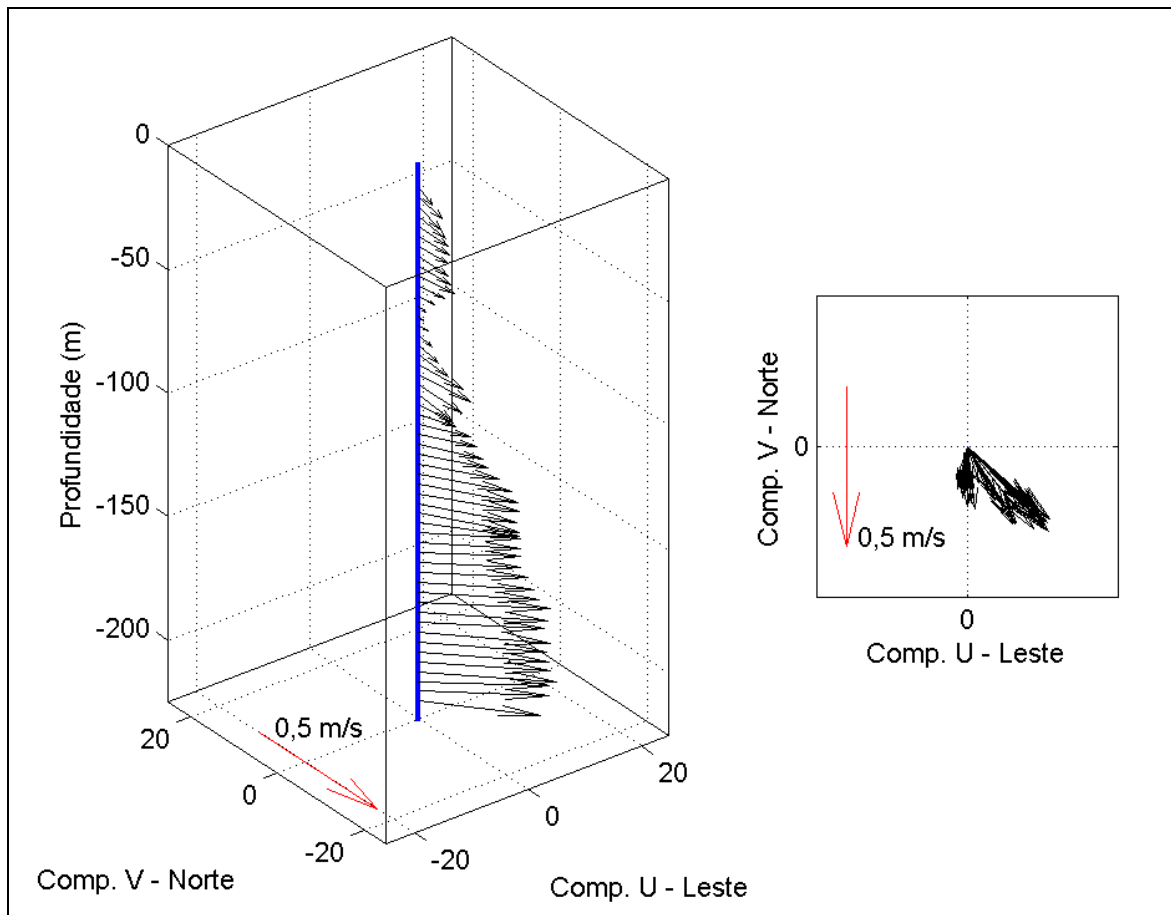


Figura II.5.1.3-79 – Diagrama stick-plot da corrente coletada no ponto C3, em 13 de agosto de 2011. A figura da direita mostra as direções predominantes da corrente e a figura da esquerda mostra a variação da corrente com a profundidade.

No ponto L1-10, mais afastado da costa, as correntes apresentaram diferentes direções, com relação ao ponto C3. Elas foram predominantemente para oeste-noroeste e oeste-sudoeste (**Figura II.5.1.3-80**, à direita). A intensidade da corrente apresentou-se menor comparada com o ponto descrito anteriormente. A variação batimétrica da velocidade da corrente mostrou que a mesma é menor na superfície e próxima aos 150 m, onde ocorre a mudança de direção (**Figura II.5.1.3-80**, à esquerda).

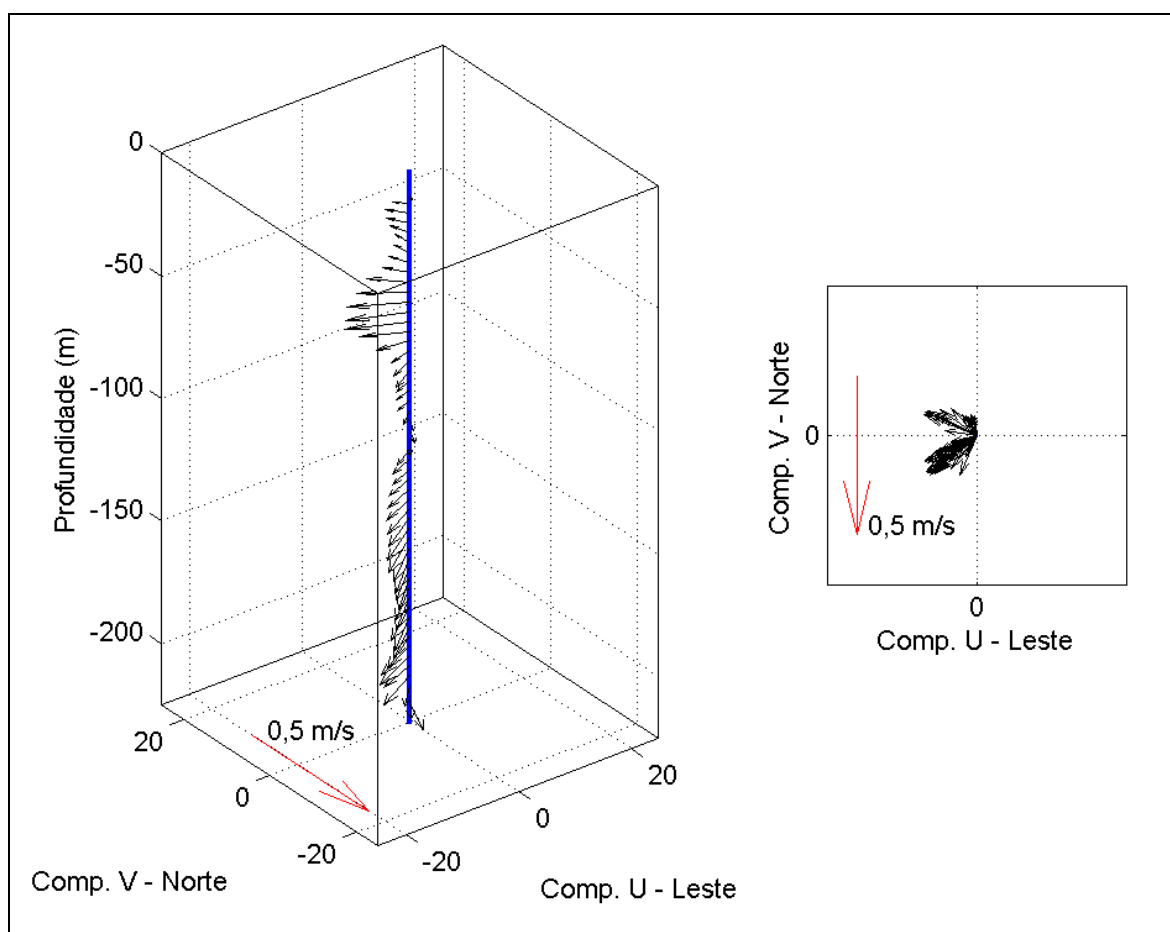


Figura II.5.1.3-80 – Diagrama stick-plot da corrente coletada no ponto L1-10, em 07 de agosto de 2011. A figura da direita mostra as direções predominantes da corrente e a figura da esquerda mostra a variação da corrente com a profundidade.

E. Regime de ondas (direção, período e altura significativa):

As ondas podem ser consideradas como perturbações na interface entre dois meios de densidades diferentes. Dentre os vários tipos de ondas que ocorrem no oceano estão as ondas superficiais de gravidade.

As ondas superficiais de gravidade são a principal e mais constante forma de transporte da energia no mar, exercendo papel preponderante na determinação das feições costeiras e constituindo-se na mais efetiva ameaça às obras costeiras, à segurança da navegação e às operações navais. Pode-se dizer, portanto, que o conhecimento do clima de ondas de uma região e a capacidade de previsão do estado de agitação marítima é de fundamental importância para todas as atividades ligadas ao oceano.

As ondas presentes em um determinado local, próximo à costa ou em mar aberto, podem ser classificadas como vagas e marulhos (ou ondulações). Vagas são ondas que ainda estão na zona de geração, sendo capazes de receber energia do vento. O marulho é composto por ondas que, ou se propagaram para fora da zona de geração original ou não são mais capazes de receber energia do vento. Os termos em inglês para vaga e marulho são *windsea* (ou *sea*) e *swell*, respectivamente, sendo amplamente utilizados.

A caracterização do estado do mar é feita em função de três parâmetros principais: altura significativa (H_s), direção e período de pico (T_p). A altura significativa é uma medida estatística e se refere ao valor da média do terço de ondas com maior altura, ou seja, para calculá-lo divide-se o registro de ondas, baseado nos valores de altura significativa, em três partes iguais e calcula-se a média do terço superior. Corresponde, aproximadamente, à altura relatada por um observador experiente, no caso de um marulho (WRIGHT, 2000).

Segundo CANDELLA (1997), as principais ondas presentes no Atlântico Sul são geradas nas médias e altas latitudes, por tempestades originadas nos centros de baixa pressão que vêm da Antártica, associados às frentes frias. As condições atmosféricas no Atlântico Sul, especialmente nas latitudes menores que 40° S, não são tão severas quanto no mar do Norte ou mesmo no Pacífico, onde ocorrem grandes tempestades e furacões.

O que caracteriza o clima de ondas em uma região são os ventos originados no oceano. No Atlântico Sul estes ventos são controlados por três sistemas atmosféricos: a Zona de Convergência Intertropical (ZCIT), localizada mais ao norte do Brasil; a Alta Subtropical do Atlântico Sul (ASAS), centro de alta pressão responsável pelos ventos alísios; e Anticiclones Polares Migratórios (APM), centros de alta pressão responsáveis pela passagem dos sistemas frontais (TESSLER & GOYA, 2005).

Além dos ventos, para caracterizar o clima de ondas na costa brasileira, deve-se levar em conta o seu desenho. Existem basicamente duas direções predominantes: nordeste/sudoeste do Chuí (RS) ao Cabo Calcanhar (RN), e noroeste/sudeste do Cabo Calcanhar (RN) até o Oiapoque (AP) (TESSLER & GOYA, op. cit.). Sendo assim, pode-se dividir a costa brasileira em setores, onde o comportamento das ondas incidentes apresenta características semelhantes.

O trabalho de PIANCA *et al.* (2010) divide a costa brasileira em seis setores ao longo da quebra da plataforma continental para caracterizar o clima de ondas incidentes. Foi utilizada uma série temporal de onze anos (1997 – 2007) obtida a partir de uma reanálise dos resultados de onda do modelo WAVEWATCH III (WW3) (TOLMAN, 1999).

A região de estudo se encontra no setor central da costa brasileira. Neste setor, as ondas são frequentemente provenientes de leste e sudeste, geradas principalmente pelos ventos alísios. A influência das ondas geradas por fortes ventos durante a passagem de frentes-frias, vindas de sul, pode atingir a região de estudo durante os meses de inverno, porém em condições menos energéticas.

O clima de ondas na região de estudo apresenta as seguintes características sazonais (PIANCA *et al.*, op. cit.), ilustradas na **Figura II.5.1.3-81**.

- Verão: ondas predominantemente de leste com alturas variando entre 1,0 m e 2,0 m, e períodos entre 6 s a 8 s;
- Outono: ondas predominantemente do setor sul, seguidas por ondas de leste. As ondas de sul apresentaram alturas entre 1,0 m e 3,0 m e ondas de lestes, entre 1,0 m e 2,0 m. Os períodos típicos para ondas

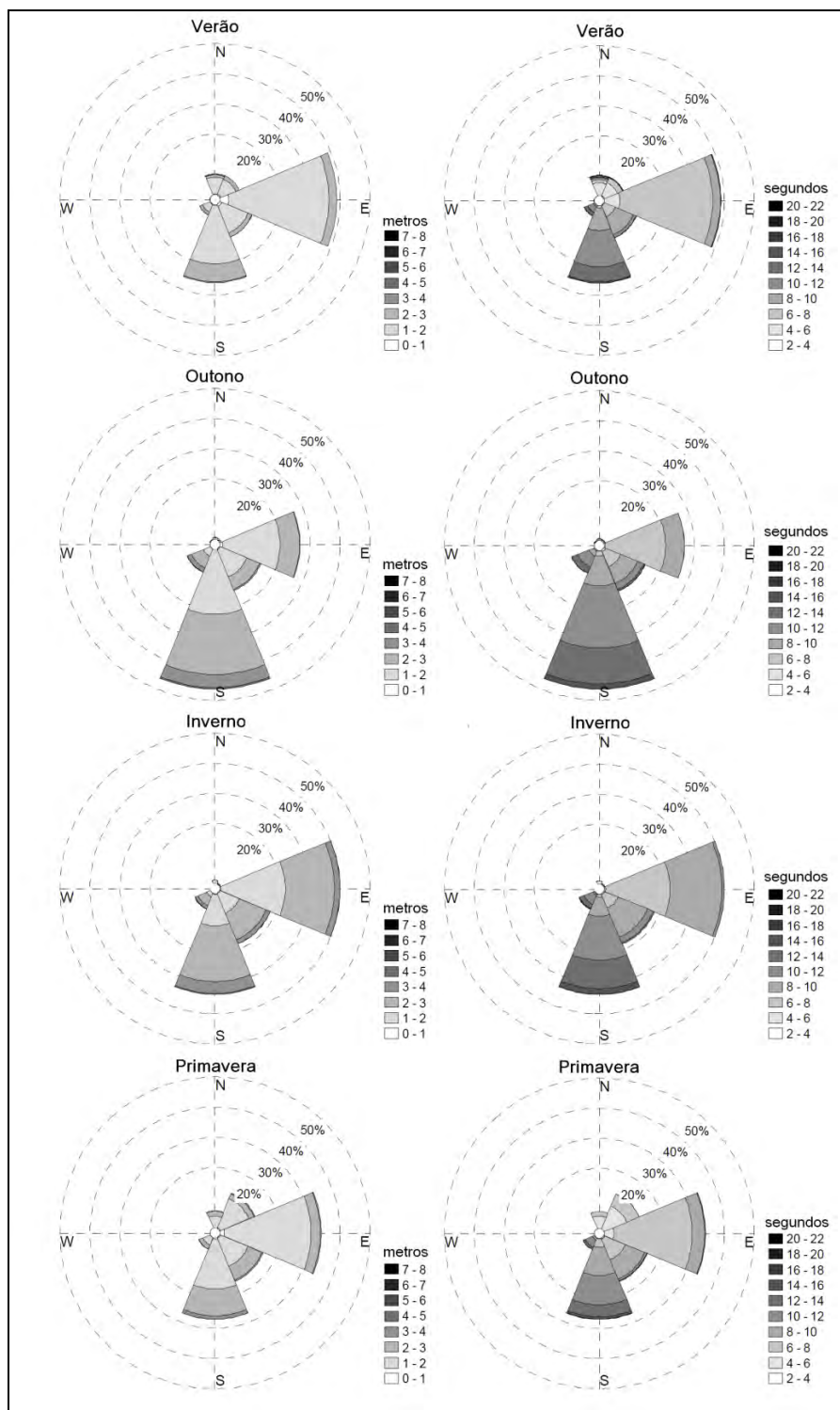
de sul foram de 10 s a 12 s, os de leste foram de 6 s a 8 s. As ondas mais altas são provenientes de sudoeste com 4,4 m;

- Inverno: as ondas nesse período são predominantes de leste. As ondas apresentaram alturas entre 1,0 m a 3,0 m e períodos mais frequentes entre 6 s a 10 s. Ondas de sul também foram observadas e apresentam altura de 2,0 m a 3,0 m. O período mais frequente das ondas de sul ficou entre 10 s e 12 s. Maiores ondas também são de sudeste, com altura de 4,9 m;
- Primavera: a direção dominante é de leste, com alturas entre 1,0 m a 2,0 m e períodos entre 6 s e 8 s. Existem também ondas de sul que apresentaram altura de 1 m a 2 m e período variando entre 8 s a 12 s. As maiores ondas são de sul, com 4 m de altura.

Conforme as ondas se propagam, de águas profundas para águas mais rasas, alguns de seus parâmetros podem ser alterados pela interação com o fundo oceânico e/ou com ilhas. Esse tipo de interação pode causar refração nas ondas e alterar a direção de propagação das mesmas em virtude de mudanças na velocidade. Tal mudança de direção de propagação das ondas atua focalizando ou espalhando a energia transportada pelo trem de ondas, conseqüentemente, podendo gerar aumento ou diminuição da altura significativa, respectivamente.

Medições diretas de longa duração do regime de ondas ao longo do costa da Bahia são praticamente inexistentes, sendo que para inferir o clima de ondas utilizam-se publicações estatísticas de ondas, como por exemplo, o trabalho de HOGBEN & LUMB (1967), o atlas marítimo climatológico da U.S. NAVY (1978). Paralelamente, existe a possibilidade de combinar essas informações estatísticas com técnicas clássicas para a construção de modelos gráficos genéricos do clima de ondas, como os empregados por BITTENCOURT *et al.* (2000).

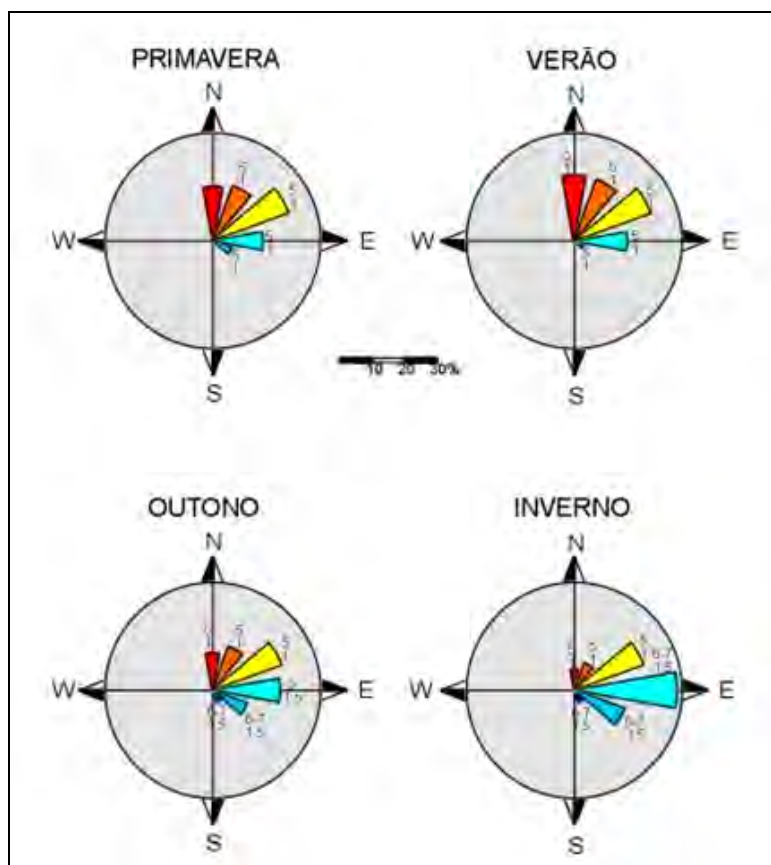
A estatística do clima de ondas disponível (HOGBEN & LUMB, *op. cit.*; U.S. NAVY, *op. cit.*) estabelece uma relação direta entre a direção e a velocidade dos ventos alísios, e a direção, altura e período das ondas incidentes na região costeira do Estado da Bahia.



Fonte: Adaptado de Pianca et al. (2010).

Figura II.5.1.3-81 - Histogramas direcionais das características sazonais das ondas para o trecho central da costa brasileira. As legendas dos histogramas à esquerda correspondem à altura de onda, em metros. As legendas dos histogramas à direita são referentes ao período de ondas, em segundos.

Um resumo dos dados existentes é apresentado na **Figura II.5.1.3-82**. A legenda colorida representa as direções (vermelho: N; laranja: N-NE; amarelo: NE-E; azul-esverdeado: E; azul claro: SE-S e azul escuro: S-SE) e os números representam a altura e o período. Por exemplo, o período de outono apresenta ondas de N (vermelho) com altura de 1 m e período de 5 s, a direção N-NE (laranja) com altura de 1 m e período de 5 s e assim por diante. Na primavera/verão (outubro a fevereiro), as ondas provêm de NE e E, e alcançam alturas de 1 m e períodos de 5 s, enquanto no outono/inverno (março a setembro), elas são dirigidas pelos ventos de SE, ocorrendo episodicamente ondas de S-SE associadas à Frente Polar Atlântica, alcançando 1,5 m de altura e períodos de 6,5 s (DOMINGUEZ *et al.* 1992; MARTIN *et al.* 1998; U.S. NAVY, 1978).



Fonte: Hogben & Lumb (1967 apud Bittencourt et al., 2005).

Figura II.5.1.3-82 - Estatística do clima de ondas ao longo da costa do estado da Bahia, com a freqüência de direção das ondas, alturas e períodos médios.

O clima de ondas varia ao longo do ano em resposta às variações da circulação atmosférica. Embora ondas de NE-E estejam presentes o ano todo, durante o outono e o inverno (março-agosto) as ondas de SE e S-SE têm um papel importante na dinâmica costeira. Segundo DOMINGUEZ *et al.* (2006), os trens de onda que se aproximam da costa são predominantemente de E e NE, com períodos T de 5 segundos e alturas H de 1,0 m durante a primavera e o verão, e de SE e SSE, com períodos T de 6,5 s e alturas H de 1,5 m durante o outono e o inverno, de acordo com as estatísticas de onda/vento disponíveis na literatura (e.g., HOGBEN & LUMB, 1967).

De acordo com o trabalho de BITTENCOURT *et al.* (2000), os padrões de vento predominante de NE no verão e de SE no inverno dão origem a ondas que atingem a linha de costa diagonalmente, promovendo a ação de correntes ao longo da linha de costa, as quais contribuem para a dispersão de sedimento. Esses trens de ondas promovem a divergência da deriva litorânea ao longo da linha de costa de forma que os sedimentos originários da descarga fluvial possam ser redistribuídos em ambas as margens da desembocadura do rio na planície costeira (DOMINGUEZ *et al.*, 2006).

Para caracterizar o regime de ondas na região foram utilizadas séries temporais de dados obtidos a partir de campos de onda pretéritos reconstituídos através de modelagem numérica (WW3) para o período de janeiro de 2004 a dezembro de 2010. Foi escolhido um ponto dentro do bloco de interesse, localizado em 35,5° W e 14,35° S (**Figura II.5.1.3-83**).

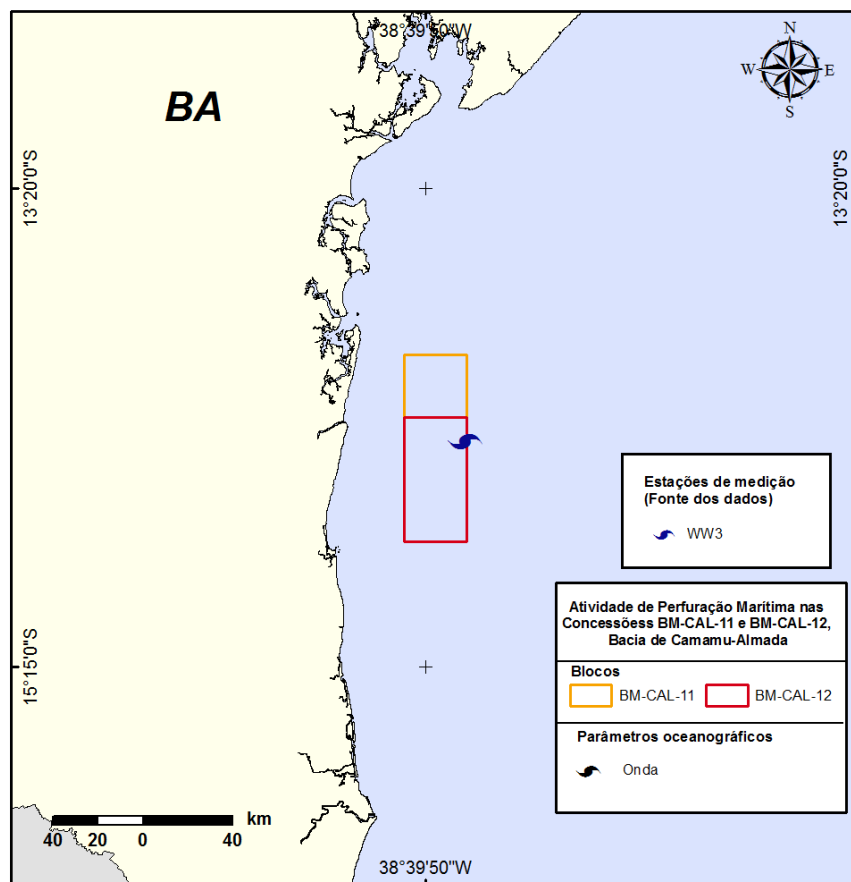


Figura II.5.1.3-83 - Localização da série de dados de onda do WW3.

Da **Figura II.5.1.3-84** até a **Figura II.5.1.3-87** são apresentados os histogramas direcionais para direção de propagação, altura significativa de onda e frequência de ocorrência, nos períodos de verão (dezembro a fevereiro - DJF), outono (março a maio - MAM), inverno (junho a agosto - JJA) e primavera (setembro a novembro - SON), respectivamente, entre 2004 e 2010, no ponto citado acima. A direção apresentada refere-se ao norte geográfico e segue a convenção meteorológica. A escala de cores representa a percentagem de observações, os círculos concêntricos referem-se à altura significativa (H_s – em metros).

Da **Tabela II.5.1.3-8** até a **Tabela II.5.1.3-11** são apresentadas as distribuições de ocorrência conjunta de intensidades (altura em metros) e direções de pico das ondas para os períodos citados.

Pode-se observar que, para todas as estações do ano, a maior incidência é de ondas de E/ESE (mais de 70% das ocorrências), com alturas médias variando entre 1,1 m e 1,6 m. As maiores alturas médias foram provenientes de ENE, (1,72 m), enquanto as alturas máximas observadas foram provenientes de ESE (3,5 m).

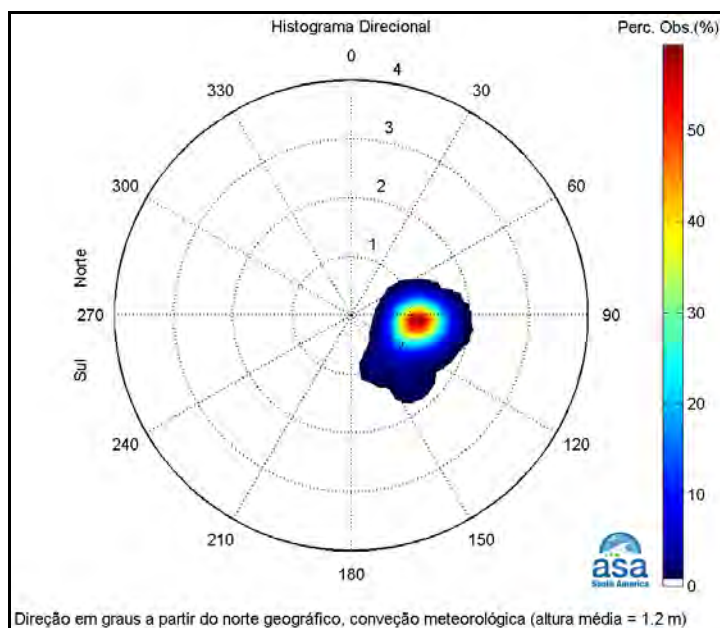


Figura II.5.1.3-84 - Histograma direcional para direção de propagação, altura significativa de onda e frequência de ocorrência à partir dos dados do WW3, para o período de verão, entre os anos 2004 e 2010 no ponto localizado em 35,5° W e 14,35° S.

Tabela II.5.1.3-8 - Diagrama de ocorrência conjunta de intensidade (altura) e direção das ondas obtidas à partir dos dados do WW3, para o período de verão, entre os anos 2004 e 2010 no ponto localizado em 35,5° W e 14,35° S.

| Ocorrência conjunta de altura (m) e direção de pico de onda. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|------|------|------|------|------|------|------|------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-------|-------|-----------|-----|--|
| Obs.: a direção é medida em graus a partir do Norte geográfico, convenção meteorológica. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | N | NNE | NE | ENE | E | ESE | SE | SSE | S | SSW | SW | WSW | W | WNW | NW | NNW | Total | Porc. | Dir. méd. | | |
| 0.0- 0.3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| 0.3- 0.6 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 | 0.1 | 111 | |
| 0.6- 0.9 | 0 | 0 | 0 | 18 | 163 | 120 | 29 | 12 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 342 | 13.8 | 102 | |
| 0.9- 1.2 | 0 | 0 | 0 | 53 | 621 | 326 | 48 | 22 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1070 | 43.3 | 99 | |
| 1.2- 1.5 | 0 | 0 | 0 | 17 | 547 | 222 | 34 | 6 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 826 | 33.4 | 98 | |
| 1.5- 1.8 | 0 | 0 | 0 | 0 | 126 | 51 | 25 | 5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 207 | 8.4 | 103 | |
| 1.8- 2.1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 13 | 8 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 24 | 1.0 | 101 | |
| 2.1- 2.4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| 2.4- 2.7 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| 2.7- 3.0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| 3.0- 3.3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| Total | 0 | 0 | 0 | 89 | 1470 | 727 | 141 | 45 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2472 | | | |
| Porc. | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 3.6 | 59.5 | 29.4 | 5.7 | 1.8 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | | | | |
| Alt. méd. | | | | 1.05 | 1.18 | 1.14 | 1.18 | 1.06 | | | | | | | | | | | | | |
| Alt. máx. | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 1.39 | 1.95 | 2.03 | 1.82 | 1.70 | | | | | | | | | | | | | |
| Percts. (0,9) | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 1.2 | 1.2 | 1.2 | 1.5 | 1.5 | | | | | | | | | | | | | |

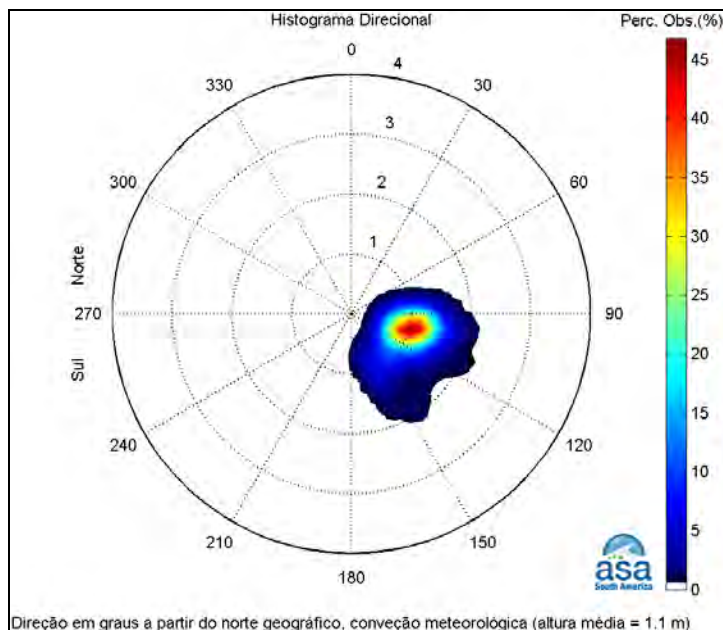


Figura II.5.1.3-85 - Histograma direcional para direção de propagação, altura **significativa** de onda e frequência de ocorrência à partir dos dados do WW3, para o período de outono, entre os anos 2004 e 2010 no ponto localizado em 35,5° W e 14,35° S.

Tabela II.5.1.3-9 - Diagrama de ocorrência conjunta de intensidade e direção das ondas obtidas à partir dos dados do WW3, para o período de outono, entre os anos 2004 e 2010 no ponto localizado em 35,5° W e 14,35° S.

| Ocorrência conjunta de altura (m) e direção de pico de onda. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|-------|-----------|---|
| Obs.: a direção é medida em graus a partir do Norte geográfico, convenção meteorológica. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | N | NNE | NE | ENE | E | ESE | SE | SSE | S | SSW | SW | WSW | W | WNW | NW | NNW | Total | Porc. | Dir. méd. | |
| 0.0- 0.3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0.3- 0.6 | 0 | 0 | 0 | 8 | 23 | 32 | 19 | 6 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 88 | 3.4 | 113 | |
| 0.6- 0.9 | 0 | 0 | 0 | 7 | 151 | 303 | 83 | 53 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 597 | 23.2 | 114 | |
| 0.9- 1.2 | 0 | 0 | 0 | 9 | 342 | 492 | 105 | 81 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1029 | 39.9 | 110 | |
| 1.2- 1.5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 238 | 277 | 44 | 39 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 598 | 23.2 | 108 | |
| 1.5- 1.8 | 0 | 0 | 0 | 0 | 74 | 76 | 18 | 22 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 190 | 7.4 | 111 | |
| 1.8- 2.1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 14 | 18 | 18 | 9 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 59 | 2.3 | 125 | |
| 2.1- 2.4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 8 | 5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 15 | 0.6 | 115 | |
| 2.4- 2.7 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| 2.7- 3.0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| 3.0- 3.3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| Total | 0 | 0 | 0 | 24 | 844 | 1206 | 292 | 210 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2576 | | | |
| Porc. | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.9 | 32.8 | 46.8 | 11.3 | 8.2 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | | | | |
| Alt. méd. | | | | 0.71 | 1.12 | 1.08 | 1.08 | 1.11 | | | | | | | | | | | | |
| Alt. máx. | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.96 | 2.12 | 2.38 | 2.28 | 2.01 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | | | | |
| Percts. (0,9) | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.9 | 1.5 | 1.2 | 1.5 | 1.5 | | | | | | | | | | | | |

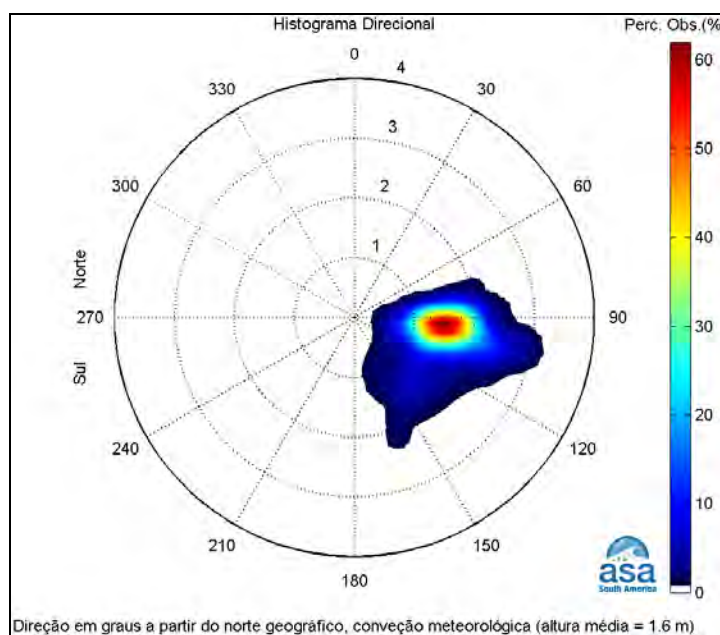


Figura II.5.1.3-86 - Histograma direcional para direção de propagação, altura significativa de onda e frequência de ocorrência de onda à partir dos dados do WW3, para o período de inverno, entre os anos 2004 e 2010 no ponto localizado em 35,5° W e 14,35° S.

Tabela II.5.1.3-10 - Diagrama de ocorrência conjunta de intensidade e direção das ondas obtidas à partir dos dados do WW3, para o período de inverno, entre os anos 2004 e 2010 no ponto localizado em 35,5° W e 14,35° S.

Ocorrência conjunta de altura (m) e direção de pico de onda.
Obs.: a direção é medida em graus a partir do Norte geográfico, convenção meteorológica.

| | N | NNE | NE | ENE | E | ESE | SE | SSE | S | SSW | SW | WSW | W | WNW | NW | NNW | Total | Porc. | Dir. méd. |
|---------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|-------|-----------|
| 0.0- 0.3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.0 | |
| 0.3- 0.6 | 0 | 0 | 0 | 0 | 13 | 7 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 22 | 0.9 | 106 |
| 0.6- 0.9 | 0 | 0 | 0 | 2 | 48 | 33 | 11 | 8 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 102 | 4.0 | 107 |
| 0.9- 1.2 | 0 | 0 | 0 | 1 | 194 | 94 | 15 | 15 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 319 | 12.4 | 102 |
| 1.2- 1.5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 416 | 177 | 50 | 28 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 671 | 26.0 | 102 |
| 1.5- 1.8 | 0 | 0 | 0 | 3 | 467 | 155 | 46 | 16 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 687 | 26.7 | 100 |
| 1.8- 2.1 | 0 | 0 | 0 | 5 | 294 | 116 | 26 | 16 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 457 | 17.7 | 101 |
| 2.1- 2.4 | 0 | 0 | 0 | 3 | 101 | 74 | 3 | 9 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 190 | 7.4 | 102 |
| 2.4- 2.7 | 0 | 0 | 0 | 0 | 38 | 43 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 81 | 3.1 | 102 |
| 2.7- 3.0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 24 | 13 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 37 | 1.4 | 101 |
| 3.0- 3.3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 5 | 0.2 | 103 |
| 3.3- 3.6 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 5 | 0.2 | 103 |
| 3.6- 3.9 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.0 | |
| 3.9- 4.2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.0 | |
| Total | 0 | 0 | 0 | 14 | 1596 | 721 | 152 | 93 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2576 | | |
| Porc. | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.5 | 62.0 | 28.0 | 5.9 | 3.6 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | | | |
| Alt. méd. | | | | 1.72 | 1.59 | 1.64 | 1.47 | 1.46 | | | | | | | | | | | |
| Alt. máx. | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 2.21 | 3.02 | 3.48 | 2.22 | 2.26 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | | | |
| Percts. (0,9) | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 2.1 | 2.1 | 2.1 | 1.8 | 1.9 | | | | | | | | | | | |

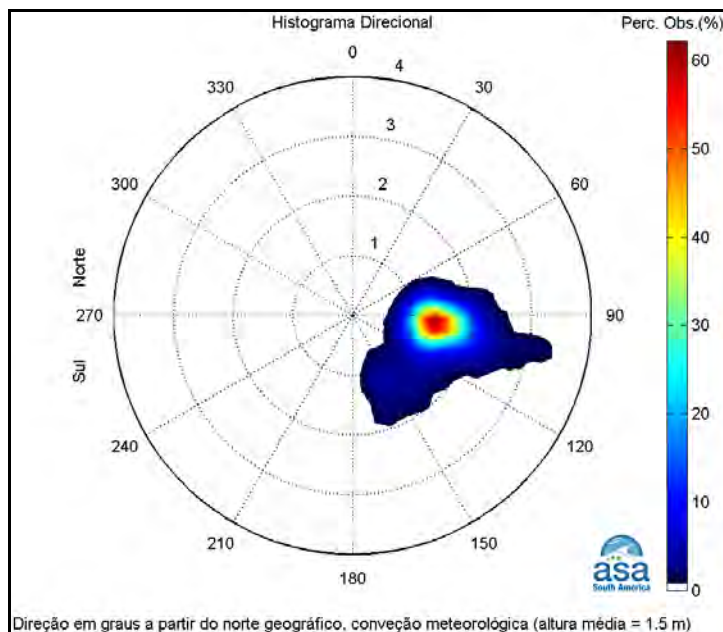


Figura II.5.1.3-87 - Histograma direcional para direção de propagação, altura **significativa** de onda e frequência de ocorrência à partir dos dados do WW3, para o período de primavera, entre os anos 2004 e 2010 no ponto localizado em 35,5° W e 14,35° S.

Tabela II.5.1.3-11 - Diagrama de ocorrência conjunta de intensidade e direção das ondas obtidas à partir dos dados do WW3, para o período de primavera, entre os anos 2004 e 2010 no ponto localizado em 35,5° W e 14,35° S.

Ocorrência conjunta de altura (m) e direção de pico de onda.
Obs.: a direção é medida em graus a partir do Norte geográfico, convenção meteorológica.

| | N | NNE | NE | ENE | E | ESE | SE | SSE | S | SSW | SW | WSW | W | WNW | NW | NNW | Total | Porc. | Dir. méd. |
|---------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|-------|-----------|
| 0.0- 0.3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.0 | 0.0 |
| 0.3- 0.6 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.0 | 0.0 |
| 0.6- 0.9 | 0 | 0 | 0 | 0 | 26 | 12 | 3 | 10 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 51 | 2.0 | 113 |
| 0.9- 1.2 | 0 | 0 | 0 | 20 | 249 | 105 | 20 | 36 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 430 | 16.9 | 102 |
| 1.2- 1.5 | 1 | 1 | 0 | 31 | 588 | 224 | 35 | 35 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 918 | 36.0 | 99 |
| 1.5- 1.8 | 0 | 0 | 0 | 0 | 421 | 150 | 33 | 28 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 633 | 24.8 | 102 |
| 1.8- 2.1 | 0 | 0 | 0 | 3 | 195 | 104 | 11 | 5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 318 | 12.5 | 100 |
| 2.1- 2.4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 60 | 53 | 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 117 | 4.6 | 101 |
| 2.4- 2.7 | 0 | 0 | 0 | 0 | 19 | 12 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 31 | 1.2 | 100 |
| 2.7- 3.0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 18 | 9 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 27 | 1.1 | 101 |
| 3.0- 3.3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 7 | 8 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 15 | 0.6 | 103 |
| 3.3- 3.6 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4 | 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 8 | 0.3 | 101 |
| 3.6- 3.9 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.0 | 0.0 |
| 3.9- 4.2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.0 | 0.0 |
| Total | 1 | 1 | 0 | 54 | 1587 | 681 | 106 | 114 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 2548 | | |
| Porc. | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 2.1 | 62.3 | 26.7 | 4.2 | 4.5 | 0.0 | 0.0 | 0.1 | 0.0 | 0.0 | 0.1 | 0.0 | 0.0 | | | |
| Alt. méd. | 1.48 | 1.20 | NaN | 1.28 | 1.52 | 1.59 | 1.45 | 1.30 | | | 1.42 | | | 1.38 | | | | | |
| Alt. máx. | 1.48 | 1.20 | 0.00 | 2.03 | 3.43 | 3.54 | 2.33 | 1.90 | 0.00 | 0.00 | 1.51 | 0.00 | 0.00 | 1.49 | 0.00 | 0.00 | | | |
| Percts. (0,9) | 1.2 | 1.2 | 0.0 | 1.2 | 1.8 | 2.1 | 1.8 | 1.5 | 0.0 | 0.0 | 1.5 | 0.0 | 0.0 | 1.2 | | | | | |

As figuras seguintes apresentam os histogramas direcionais para direção de propagação, período de pico e frequência de ocorrência, nos períodos de verão (dezembro a fevereiro - DJF), outono (março a maio - MAM), inverno (junho a agosto - JJA) e primavera (setembro a novembro - SON), respectivamente, entre 2004 e 2010, no ponto citado acima.

A direção apresentada refere-se ao norte geográfico e segue a convenção meteorológica. A escala de cores representa a porcentagem de observações, os círculos concêntricos referem-se ao período de pico (T_p – em segundos).

Para todos os períodos analisados observou-se que a maior incidência é de ondas de E/ESE com períodos entre 7,4 s (verão) e 8,2 s (primavera), apresentando valores intermediários entre estas duas estações.

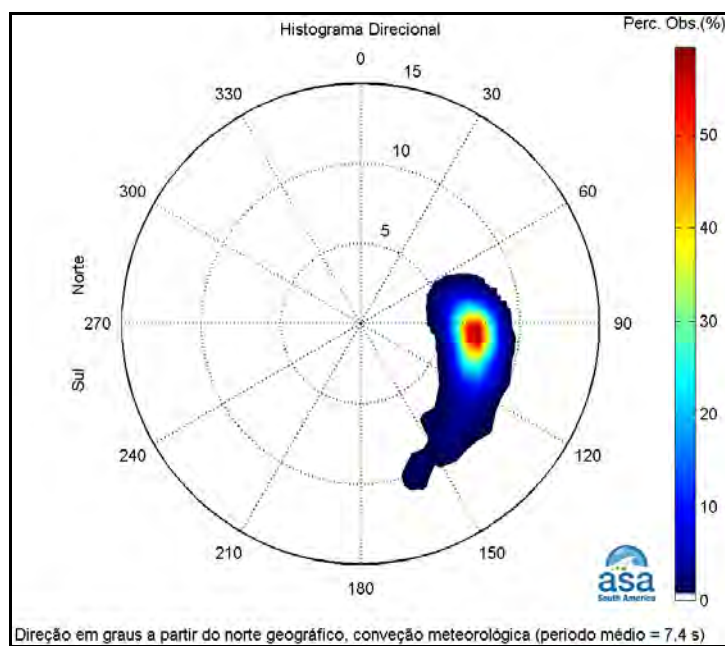


Figura II.5.1.3-88 - Histograma direcional para direção de propagação, período de pico e frequência de ocorrência à partir dos dados do WW3, para o período de verão, entre os anos 2004 e 2010 no ponto localizado em 35,5° W e 14,35° S.

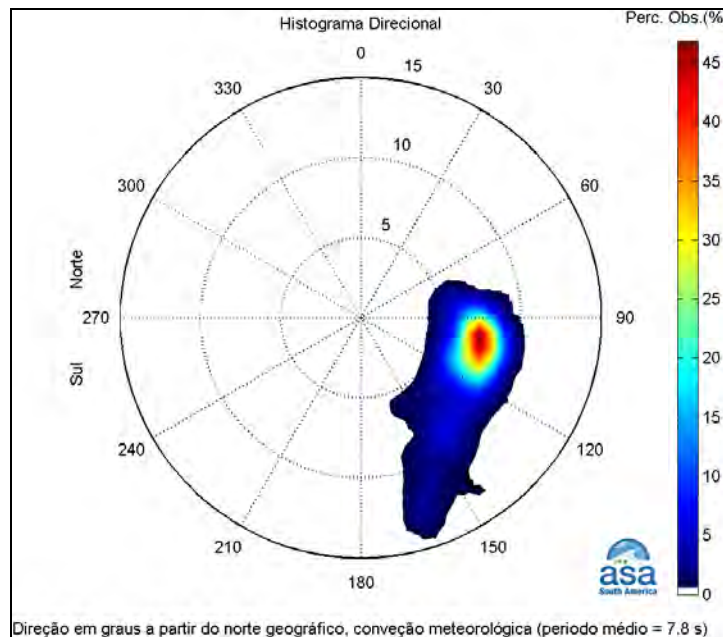


Figura II.5.1.3-89 - Histograma direcional para direção de propagação, período de pico e frequência de ocorrência à partir dos dados do WW3, para o período de outono, entre os anos 2004 e 2010 no ponto localizado em 35,5° W e 14,35° S.

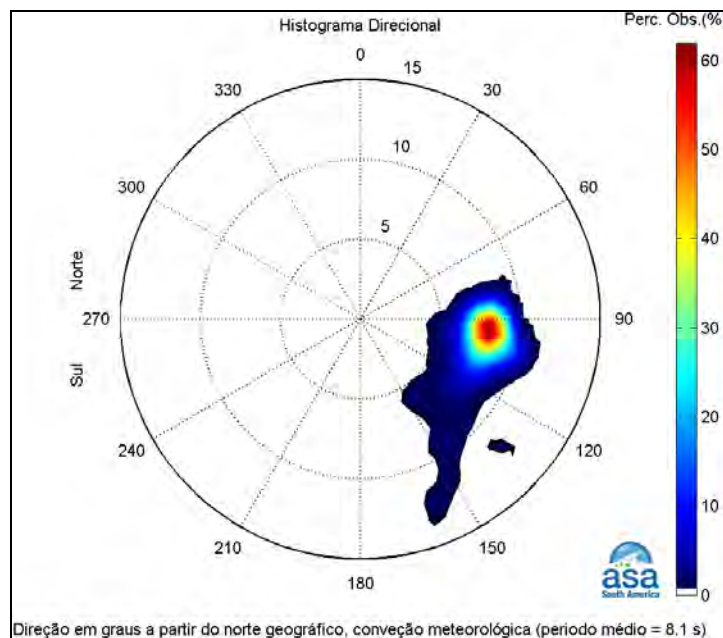


Figura II.5.1.3-90 - Histograma direcional para direção de propagação, período de pico e frequência de ocorrência à partir dos dados do WW3, para o período de inverno, entre os anos 2004 e 2010 no ponto localizado em 35,5° W e 14,35° S.

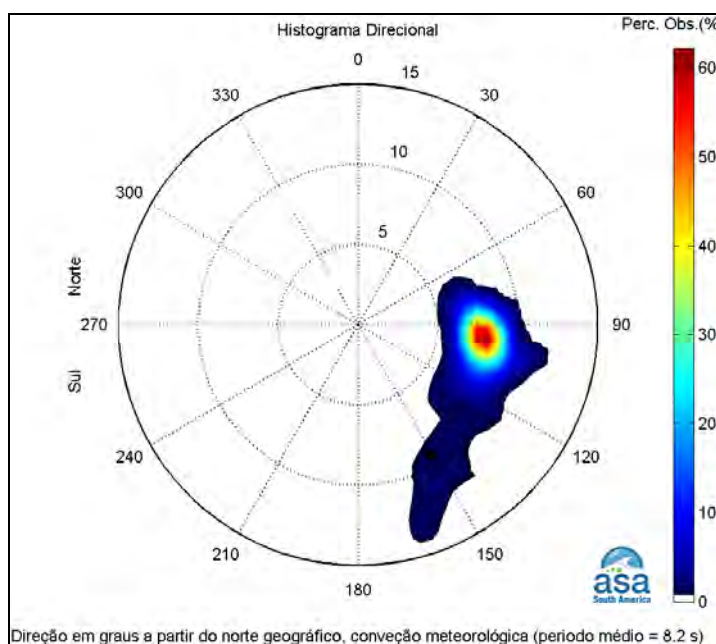


Figura II.5.1.3-91 - Histograma direcional para direção de propagação, período de pico e frequência de ocorrência à partir dos dados do WW3, para o período de primavera, entre os anos 2004 e 2010 no ponto localizado em 35,5° W e 14,35° S.

As próximas figuras apresentam os diagramas direcionais que correlacionam a altura significativa e o período de pico para os mesmos anos analisados anteriormente. A direção apresentada refere-se ao norte geográfico e segue a convenção meteorológica. Neste diagrama a altura significativa (H_s) das ondas está indicada em metros (barra lateral), os círculos concêntricos referem-se ao período de pico (T_p – em segundos), enquanto a direção de propagação (D_p) é fornecida em graus.

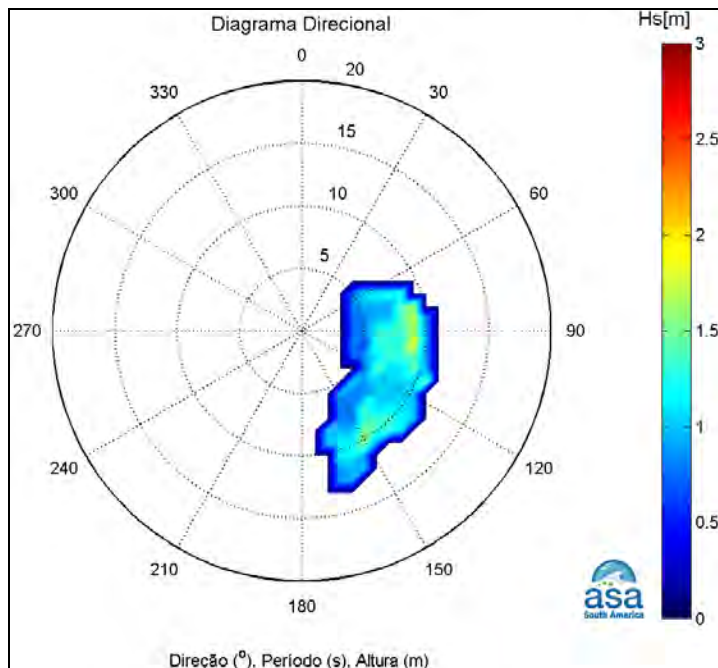


Figura II.5.1.3-92 - Histograma direcional (para direção de propagação, período de pico e altura significativa) à partir dos dados do WW3, para o período de verão, entre os anos 2004 e 2010 no ponto localizado em 35,5° W e 14,35° S.

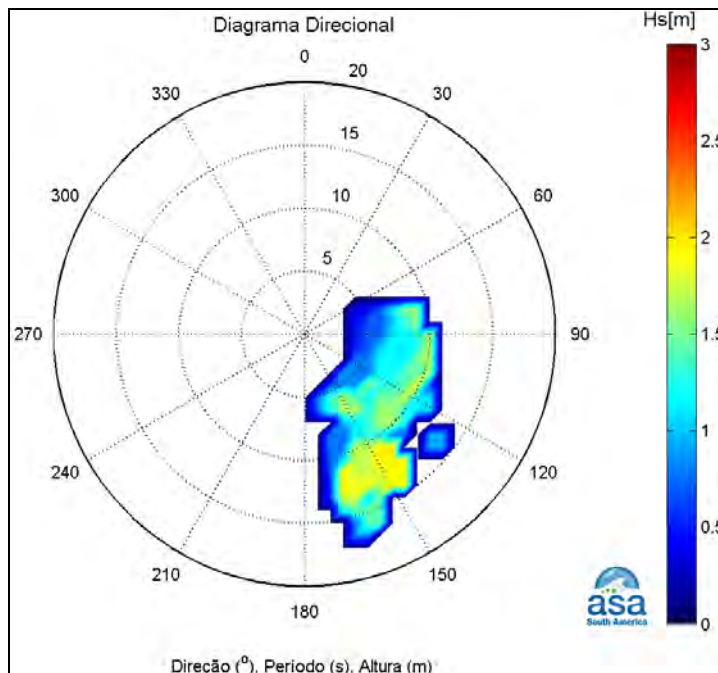


Figura II.5.1.3-93 - Histograma direcional (para direção de propagação, período de pico e altura significativa) à partir dos dados do WW3, para o período de outono, entre os anos 2004 e 2010 no ponto localizado em 35,5° W e 14,35° S.

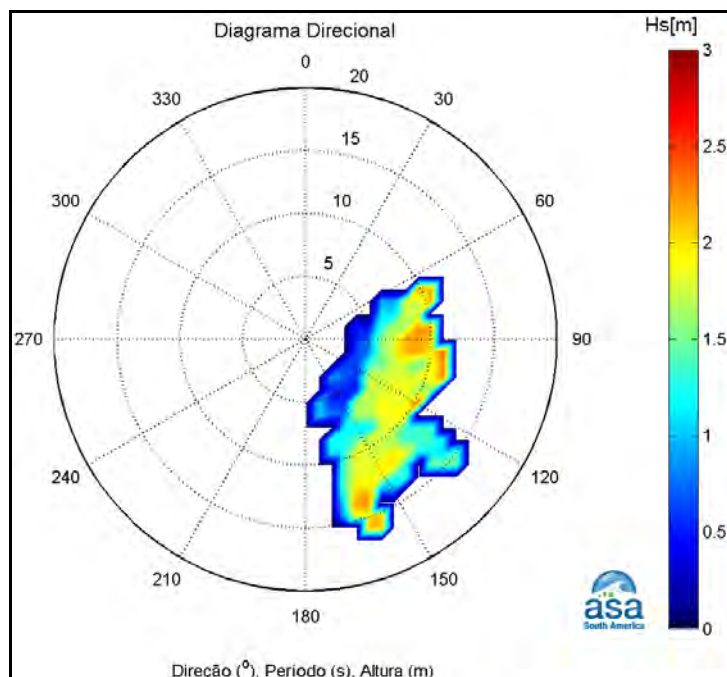


Figura II.5.1.3-94 - Histograma direcional (para direção de propagação, período de pico e altura significativa) à partir dos dados do WW3, para o período de inverno, entre os anos 2004 e 2010 no ponto localizado em 35,5° W e 14,35° S.

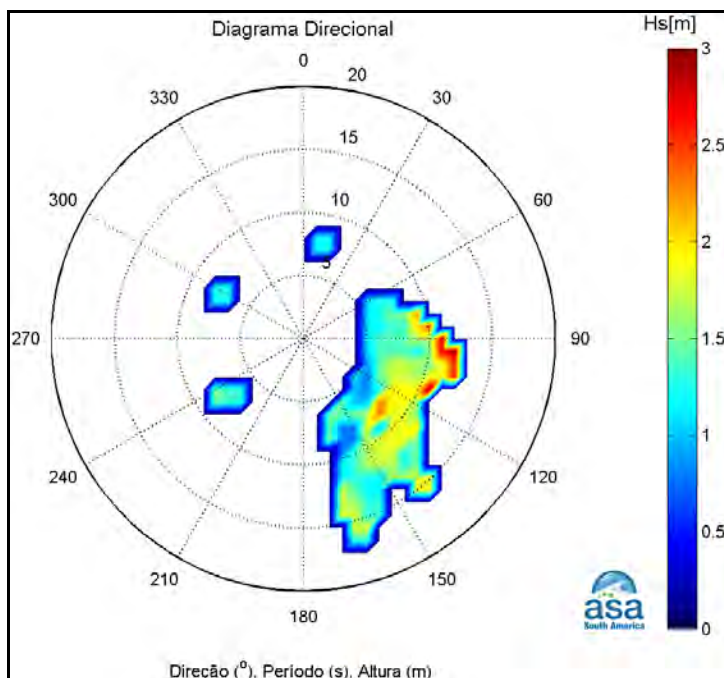


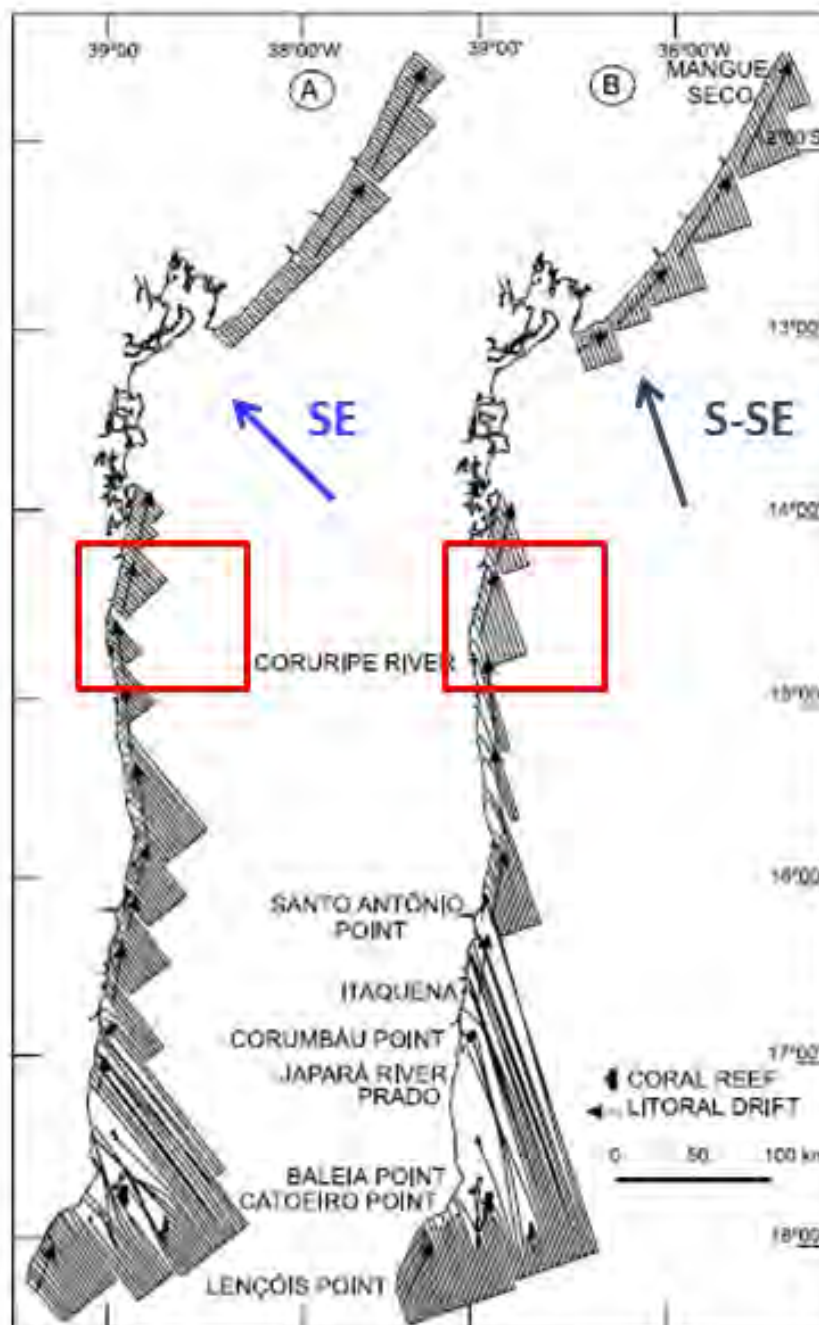
Figura II.5.1.3-95 - Histograma direcional (para direção de propagação, período de pico e altura significativa) à partir dos dados do WW3, para o período de primavera, entre os anos 2004 e 2010 no ponto localizado em 35,5° W e 14,35° S.

F. Mapa de refração de ondas para atividades realizadas próximo à costa:

Os diagramas apresentados na **Figura II.5.1.3-96** e **Figura II.5.1.3-97**, propostos por BITTENCOURT *et al.* (op. cit.), foram construídos de acordo com os períodos de ondas estatisticamente mais significativos e as alturas de onda associadas a eles: períodos de 5 s e altura de onda de 1,0 metro para as direções NE(N45°) e E(N90°), e períodos de 6,5 s e altura de onda de 1,5 m para as direções SE(N135°) e SSE(N157,5°) (U.S. NAVY, 1978). Nesses diagramas, ondas não se propagam em profundidades inferiores a 10 m, e a direção de propagação da frente de ondas é construída a partir dos diagramas de refração (Bittencourt *et al.*, op. cit.).

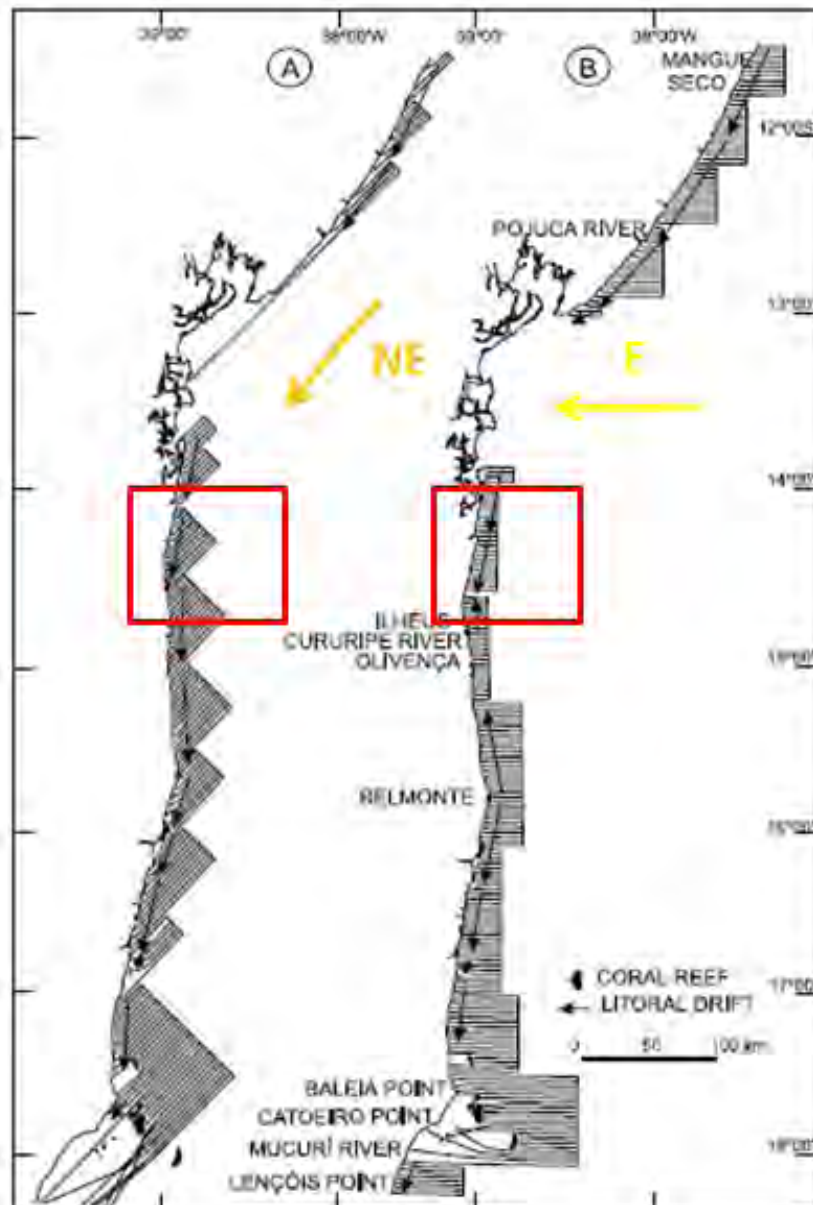
Os diagramas mostram que a frente de ondas resultante de SE e S-SE (**Figura II.5.1.3-96**, painéis A e B, respectivamente), refratam mais intensivamente do que aquelas provenientes de NE e E (**Figura II.5.1.3-97**, painéis A e B, respectivamente). A **Figura II.5.1.3-96** apresenta uma pequena divergência nos raios de onda ao norte da latitude de 16°S para as ondas de SE e S-SE. Essa região de divergência está associada a relativos baixos níveis de energia de onda comparativamente ao longo da costa da Bahia, o que, por sua vez, permite uma maior deposição de sedimentos em suspensão na coluna d'água (BITTENCOURT *et al.*, op. cit.; DOMINGUEZ *et al.*, op. cit.).

Os diagramas de refração de onda também indicam a tendência da deriva litorânea ao longo da costa da Bahia. Ao longo da costa da Bahia, a deriva litorânea líquida normalmente mostra uma direção preferencial de sul para norte, o que é caracteristicamente evidenciado para o regime de ondas SE e SSE (Bittencourt *et al.*, op. cit.).



Fonte: Adaptado de Bittencourt et al. (2000).

Figura II.5.1.3-96 - Diagrama de refração de ondas com períodos de 6,5 segundos e altura de 1,5 m provenientes dos quadrantes SE (A) e S-SE (B) ao longo da costa da Bahia. O retângulo vermelho envolve as Concessões BM-CAL-11 e BM-CAL-12, localizadas entre os municípios de Camamu e Ilhéus.



Fonte: Adaptado de Bittencourt et al. (2000).

Figura II.5.1.3-97 - Diagrama de refração de ondas com períodos de 5 segundos e altura de 1 m provenientes dos quadrantes NE (A) e E (B) ao longo da costa da Bahia. O retângulo vermelho envolve das Concessões BM-CAL-11 e BM-CAL-12, localizados entre os municípios de Camamu e Ilhéus.

Por outro lado, o regime de ondas de NE e E da **Figura II.5.1.3-97**, proposto por BITTENCOURT *et al.* (op. cit.), indica uma tendência para uma deriva litorânea de norte para sul ao longo da costa da Bahia, exceto para o regime de

ondas de E, que apresenta uma divergência bem marcante em Belmonte, sendo que a deriva litorânea ao norte do município ocorre de sul para norte até o município de Ilhéus (**Figura II.5.1.3-97**, painel A) e de norte para sul até a Ponta da Baleia (**Figura II.5.1.3-97**, painel B). De acordo com os autores, a reversão local na direção da deriva litorânea está relacionada à geomorfologia e orientação da linha de costa quando associada à direção preferencial das frentes de ondas incidentes na costa.

G. Regime de marés (altura e fase das principais constantes harmônicas), sendo que, para atividades realizadas próximas à costa, deverá haver a caracterização das marés de sizígia e quadratura e das correntes de marés;

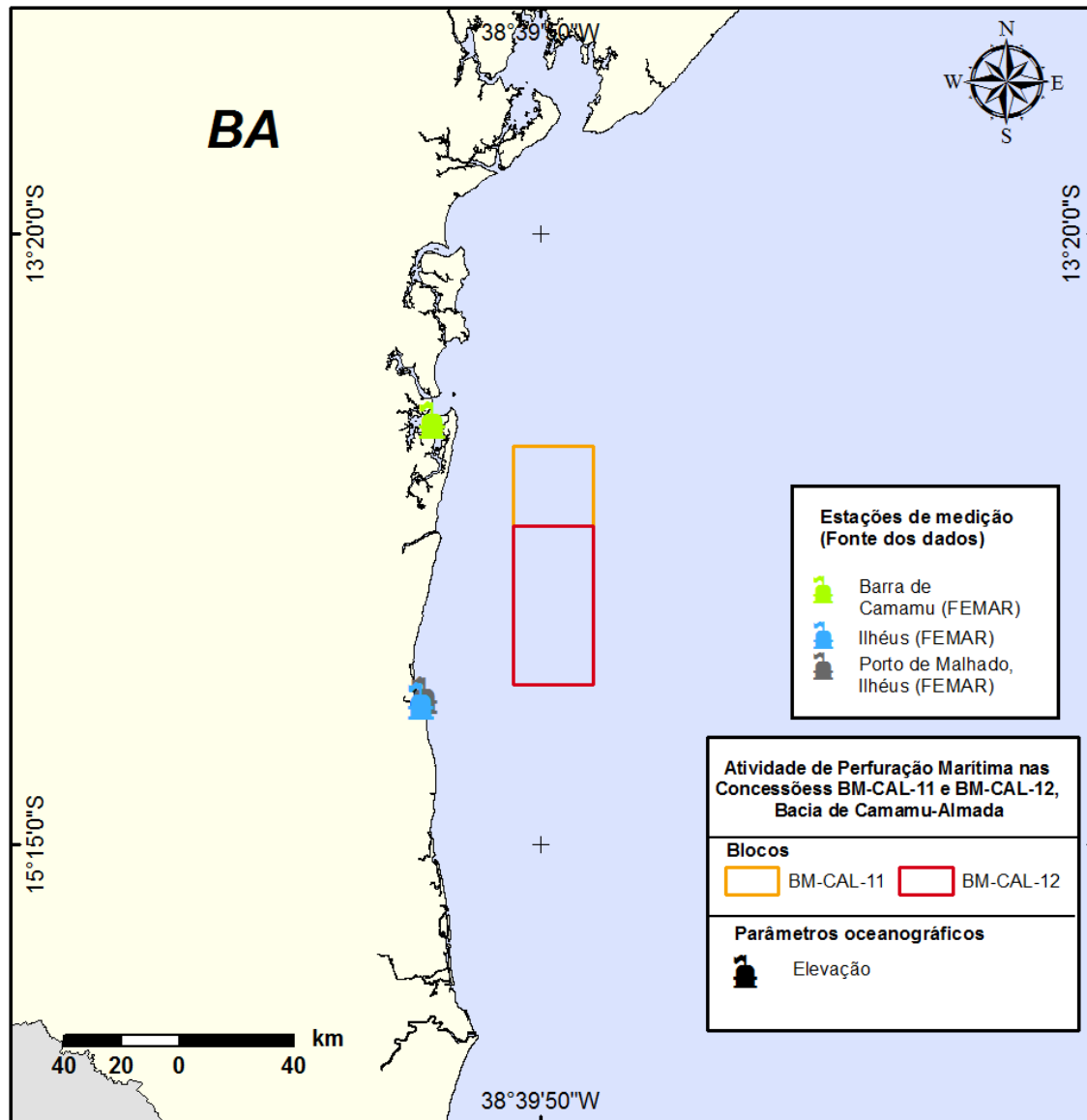
A caracterização das marés para a área de estudo foi feita a partir do Catálogo de Estações Maregráficas publicado pela FEMAR (FEMAR, 2000).

A **Tabela II.5.1.3-12** - Localização das estações maregráficas. Datum WGS84 apresenta a localização das estações maregráficas enquanto a **Figura II.5.1.3-98** apresenta a localização destas estações.

A **Figura II.5.1.3-99**, a **Figura II.5.1.3-100** e a **Figura II.5.1.3-101** apresentam as tabelas com as informações de cada uma destas estações, obtidas junto à FEMAR.

Tabela II.5.1.3-12 - Localização das estações maregráficas. Datum WGS84

| ESTAÇÃO | LATITUDE | LONGITUDE |
|---------------------------|-----------|------------|
| Barra de Camamu | 13°55,0'S | 39°00,1'W |
| Porto de Malhado - Ilhéus | 14°46,9'S | 39° 01,7'W |
| Ilhéus | 14°47,9'S | 39°02,3'W |



Fonte: FERTIMAR (2000)

Figura II.5.1.3-98 - Localização das estações maregráficas da FEMAR.

A **Figura II.5.1.3-99** apresenta as constantes harmônicas da maré referentes à Estação Barra de Camamu, localizada no litoral da Bahia. Estas constantes foram calculadas a partir de uma série temporal medida entre 13 de janeiro a 4 de fevereiro de 1959. A componente de maré principal lunar (M2) é a que apresenta maior amplitude, com 73,5 cm, seguida pela componente principal solar (S2), com 26,8 cm. A maré, em toda a região, apresenta características de maré semidiurna.

| FEMAR-FUNDAÇÃO DE ESTUDOS DO MAR <i>Catálogo de Estações Maregráficas Brasileiras</i> | | | | | |
|---|------------------------------|-------------------------|-----------------|---|-----------------------|
| Nome da Estação : BARRA DO CAMAMÚ – BA | | | | | |
| Localização : No trapiche da Cia. Pigminas | | | | | |
| Organ. Responsável : DHN | | | | | |
| Latitude : 13° 55,0' S | | Longitude : 39° 00,1' W | | | |
| Período Analisado : 13/01/59 a 04/02/59 | | Nº de Componentes : 9 | | | |
| Análise Harmônica : Método Doodson (15 dias) | | | | | |
| Classificação : Maré Semidiurna. | | | | | |
| Estabelecimento do Porto: (HWF&C) | | IV H 25 min | | Nível Médio (Z ₀): 110 cm acima do NR. | |
| Médias das Preamares de Sizígia (MHWS) : | | 210 cm acima do NR. | | Média das Preamares de Quadratura (MHWN) : 157 cm acima do NR | |
| Média das Baixa-mares de Sizígia (MLWS) : | | 10 cm acima do NR. | | Média das Baixa-mares de Quadratura (MLWN) : 40 cm acima do NR. | |
| CONSTANTES HARMÔNICAS SELECIONADAS | | | | | |
| Componentes | Semi- amplitude (H) cm | Fase (g) graus (°) | Componentes | Semi- amplitude (H) cm | Fase (g) graus (°) |
| Sa | - | - | MU ₂ | - | - |
| Ssa | - | - | N ₂ | 9,6 | 120 |
| Mm | - | - | NU ₂ | - | - |
| Mf | - | - | M ₂ | 73,5 | 114 |
| MTM | - | - | L ₂ | - | - |
| Msf | - | - | T ₂ | - | - |
| Q ₁ | - | - | S ₂ | 26,8 | 132 |
| O ₁ | 6,8 | 130 | K ₂ | 7,2 | 132 |
| M ₁ | - | - | MO ₃ | - | - |
| P ₁ | 1,1 | 214 | M ₃ | - | - |
| K ₁ | 3,2 | 214 | MK ₃ | - | - |
| J ₁ | - | - | MN ₄ | - | - |
| OO ₁ | - | - | M ₄ | 0,8 | 060 |
| MNS ₂ | - | - | SN ₄ | - | - |
| 2N ₂ | - | - | MS ₄ | 1,2 | 095 |
| Referências de Nível: RN-1 na extremidade do trapiche da Pigminas. RN-2 no escritório da Pinguinas que fica em frente à praia. | | | | | |
| Obs: Não há referências a outros períodos. | | | | | |

Código BNDO: 40142

- 148 -

Fonte: FEMAR (2000).

Figura II.5.1.3-99 - Amplitude (cm) e fase local (°) das principais componentes harmônicas para a estação maregráfica da FEMAR na Barra de Camamu (BA).

A **Figura II.5.1.3-100** apresenta as constantes harmônicas da maré referentes à Estação Porto de Ilhéus (Malhado), localizada no litoral da Bahia. Estas constantes foram calculadas a partir de uma série temporal medida entre 10 de novembro a 11 de dezembro de 1976. A componente de maré principal lunar (M₂) é a que apresenta a maior amplitude, com 65,6 cm, seguida pela componente

principal solar (S_2), com 26,0 cm. A maré local apresenta características de maré semidiurna.

| FEMAR-FUNDAÇÃO DE ESTUDOS DO MAR <i>Catálogo de Estações Maregráficas Brasileiras</i> | | | | | |
|--|------------------------------|--|---|------------------------------|------------------------|
| Nome da Estação : | | PORTO DE ILHÉUS (MALHADO) – BA | | | |
| Localização : | | Próximo ao início do Cais de Atracação | | | |
| Organ. Responsável : | | DHN / INPH | | | |
| Latitude : | | 14° 46,9' S | Longitude : | | 39° 01,7' W |
| Período Analisado : | | 10/11/76 a 11/12/76 | | Nº de Componentes : 40 | |
| Análise Harmônica : | | Método Almirante Santos Franco | | | |
| Classificação : | | Maré Semidiurna. | | | |
| Estabelecimento do Porto: (HWF&C) | | III H 55 min | Nível Médio (Zo): | | 112 cm acima do NR. |
| Médias das Preamares de Sizígia (MHWS) : | | 203 cm acima do NR. | Média das Preamares de Quadratura (MHWN) : | | 151 cm acima do NR |
| Média das Baixa-mares de Sizígia (MLWS) : | | 20 cm acima do NR. | Média das Baixa-mares de Quadratura (MLWN) : | | 72 cm acima do NR. |
| CONSTANTES HARMÔNICAS SELECIONADAS | | | | | |
| Componentes | Semi- amplitude (H) cm | Fase (g) graus (°) | Componentes | Semi- amplitude (H) cm | Fase (g) graus (°) |
| Sa | - | - | MU ₂ | 2,7 | 123 |
| Ssa | - | - | N ₂ | 12,5 | 092 |
| Mm | 3,2 | 255 | NU ₂ | 2,4 | 093 |
| Mf | - | - | M ₂ | 65,6 | 099 |
| MTM | - | - | L ₂ | 1,3 | 182 |
| Msf | 4,7 | 346 | T ₂ | 1,5 | 114 |
| Q ₁ | 2,4 | 097 | S ₂ | 26,0 | 114 |
| O ₁ | 5,4 | 127 | K ₂ | 7,1 | 115 |
| M ₁ | 0,9 | 092 | MO ₃ | 1,3 | 204 |
| P ₁ | 0,8 | 200 | M ₃ | 1,9 | 087 |
| K ₁ | 2,5 | 206 | MK ₃ | 0,3 | 314 |
| J ₁ | 1,3 | 142 | MN ₄ | 0,7 | 124 |
| OO ₁ | 1,1 | 280 | M ₄ | 1,0 | 198 |
| MNS ₂ | 0,9 | 133 | SN ₄ | 0,6 | 031 |
| 2N ₂ | 1,6 | 085 | MS ₄ | 0,4 | 131 |
| Referências de Nível: RN-1 localizada no lado esquerdo da guarita da entrada do Porto RN-2 na quina do cais de atracação, próximo a estação maregráfica | | | | | |
| Obs: Outros Períodos: 09/11/20 a 08/12/20; 24/04/59 a 25/05/59; 03/09/74 a 04/10/74; 10/11/76 a 24/11/76 Consta das Tábuas das Marés | | | | | |

Código BND0: 40145

- 149 -

Fonte: FEMAR (2000).

Figura II.5.1.3-100 - Amplitude (cm) e fase local (°) das principais componentes harmônicas para a estação maregráfica da FEMAR no Porto de Ilhéus – Malhado (BA).

A **Figura II.5.1.3-101** apresenta as constantes harmônicas da maré referentes à Estação Ilhéus, localizada no litoral da Bahia. Estas constantes foram calculadas a partir de uma série temporal medida entre 24 de abril a 25 de maio de 1959. A componente de maré principal lunar (M_2) é a que apresenta a maior

amplitude, com 65,5 cm, seguida pela componente principal solar (S_2), com 27,7 cm. A maré local apresenta características de maré semidiurna.

| FEMAR-FUNDAÇÃO DE ESTUDOS DO MAR <i>Catálogo de Estações Maregráficas Brasileiras</i> | | | | | | |
|---|------------------------------|----------------------------------|---|------------------------------|------------------------|----|
| Nome da Estação : | | ILHÉUS – BA | | | | |
| Localização : | | No Porto Velho – Rio Cachoeira | | | | |
| Organ. Responsável : | | INPH / DHN | | | | |
| Latitude : | | 14° 47,9' S | Longitude : | | 39° 02,3' W | |
| Período Analisado : | | 24/04/59 a 25/05/59 | | N° de Componentes : | | 36 |
| Análise Harmônica : | | Método Tidal Liverpool Institute | | | | |
| Classificação : | | Maré Semidiurna | | | | |
| Estabelecimento do Porto: (HWF&C) | | IV H 08 min | Nível Médio (Zo): | | 106 cm acima do NR. | |
| Médias das Preamares de Sizígia (MHWS) : | | 201 cm acima do NR. | Média das Preamares de Quadratura (MHWN) : | | 146 cm acima do NR. | |
| Média das Baixa-mares de Sizígia (MLWS) : | | 11 cm acima do NR. | Média das Baixa-mares de Quadratura (MLWN) : | | 66 cm acima do NR. | |
| CONSTANTES HARMÔNICAS SELECIONADAS | | | | | | |
| Componentes | Semi- amplitude (H) cm | Fase (g) graus (°) | Componentes | Semi- amplitude (H) cm | Fase (g) graus (°) | |
| Sa | - | - | MU ₂ | 3,3 | 048 | |
| Ssa | - | - | N ₂ | 13,5 | 101 | |
| Mm | 1,8 | 189 | NU ₂ | 2,6 | 101 | |
| Mf | - | - | M ₂ | 67,5 | 107 | |
| MTM | - | - | L ₂ | 3,2 | 150 | |
| Msf | 3,1 | 308 | T ₂ | 1,6 | 118 | |
| Q ₁ | 2,4 | 096 | S ₂ | 27,7 | 118 | |
| O ₁ | 6,8 | 126 | K ₂ | 7,5 | 118 | |
| M ₁ | 0,5 | 206 | MO ₃ | 0,1 | 099 | |
| P ₁ | 1,3 | 198 | M ₃ | 0,6 | 107 | |
| K ₁ | 4,0 | 198 | MK ₃ | 0,1 | 092 | |
| J ₁ | 0,5 | 293 | MN ₄ | 0,4 | 078 | |
| OO ₁ | 1,1 | 054 | M ₄ | 0,2 | 008 | |
| MNS ₂ | - | - | SN ₄ | 0,6 | 033 | |
| 2N ₂ | 1,8 | 095 | MS ₄ | 1,3 | 354 | |
| Referências de Nível: RN no capeamento do Cais em frente ao armazém 5 | | | | | | |
| Obs: Outros Períodos: 09/11/20 a 08/12/20; 01/09/74 a 02/10/74; 10/11/76 a 11/12/76. | | | | | | |
| Código BNDO: 40148 | | | | | | |

- 150 -

Fonte: FEMAR (2000).

Figura II.5.1.3-101 - Amplitude (cm) e fase local (°) das principais componentes harmônicas para a estação maregráfica da FEMAR em Ilhéus (BA).

Caracterização das Marés Oceânicas

Para classificar a maré, tem-se que calcular o número de forma $F = (K1+O1) / (M2+S2)$, que leva em consideração a amplitude das principais componentes diurnas e semi-diurnas. De acordo com o número de forma, as marés podem ser classificadas da seguinte maneira:

- $F = 0$ a $0,25$: Maré semi-diurna, ou seja, a maré cujo período é de aproximadamente 12 h. Neste caso, têm-se duas marés altas e duas marés baixas em 24 horas. A altura de uma preamar é praticamente igual à outra, o mesmo acontecendo com a baixamar;
- $F = 0,25$ a $1,5$: Maré mista, principalmente semi-diurna, ou seja, a maré com grandes diferenças de altura entre suas preamares e baixamares. Essa maré é na maioria das vezes semi-diurna, podendo ser diurna em algumas épocas do ano;
- $F = 1,5$ a $3,0$: Maré mista, principalmente diurna, ou seja, a maré com grandes diferenças de altura entre suas preamares e baixamares. Essa maré é, na maioria das vezes, diurna, podendo ser semi-diurna em algumas épocas do ano;
- $F > 3,0$: Maré diurna, ou seja, a maré cujo período é de 24h aproximadamente. Neste caso, têm-se apenas uma maré alta e uma maré baixa em 24 horas;

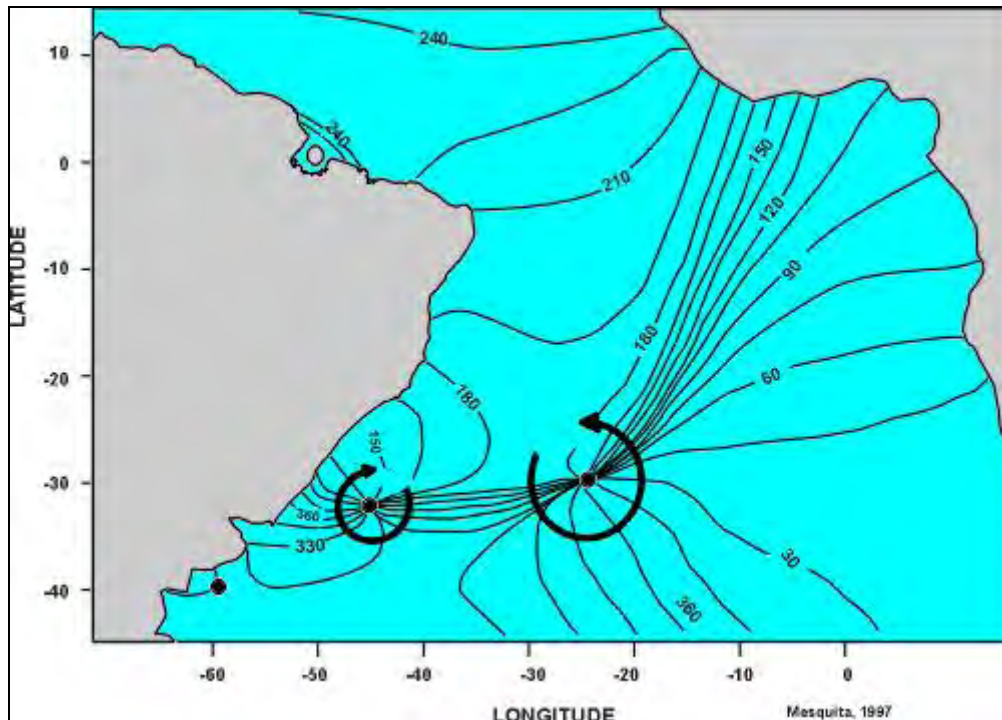
Pode-se calcular, também, segundo a formulação de Pond & Pickard (1978), a média da amplitude das marés de sizígia, quando a maré for semi-diurna ou mista com predomínio semi-diurno, através da relação $2(M2+S2)$.

As marés na área de estudo e vizinhanças podem ser classificadas como regime de micromaré semi-diurna sem desigualdades, com número de forma $F=(O1+K1)/(M2+S2)$ (Pond & Pickard, op. cit.) menor que 0,25, e uma amplitude média de sizígia em torno de 1,9 m (**Tabela II.5.1.3-13** - Valores médios de diferentes condições de maré, nível médio e amplitude de maré e altura e fase das principais constantes harmônicas para as marés na área de estudo.). A onda de maré trafega pela região de sul para norte, sendo aparentemente associada a

um ponto anfidrômico próximo ao Rio Grande do Sul (**Figura II.5.1.3-102**).

Tabela II.5.1.3-13 - Valores médios de diferentes condições de maré, nível médio e amplitude de maré e altura e fase das principais constantes harmônicas para as marés na área de estudo.

| ESTAÇÃO | BARRA DE CAMAMU | PORTO DE MALHADO | ILHÉUS |
|--------------------------------------|-----------------|------------------|----------|
| MHWS (CM) | 210 | 203 | 201 |
| MLWS (CM) | 10 | 20 | 11 |
| MHWN (CM) | 157 | 151 | 146 |
| MLWN (CM) | 40 | 72 | 66 |
| NÍVEL MÉDIO (CM) | 110 | 112 | 106 |
| AMPLITUDE (CM) | 200,6 | 183,2 | 190,4 |
| M2(SEMI-AMPLITUDE – CM/FASE – GRAUS) | 73,5/114 | 65,6/099 | 67,5/107 |
| S2(SEMI-AMPLITUDE – CM/FASE – GRAUS) | 26,8/132 | 26,0/114 | 27,7/118 |
| N2(SEMI-AMPLITUDE – CM/FASE – GRAUS) | 9,6/120 | 12,5/092 | 13,5/101 |
| K2(SEMI-AMPLITUDE – CM/FASE – GRAUS) | 7,2/132 | 7,1/115 | 7,5/118 |
| K1(SEMI-AMPLITUDE – CM/FASE – GRAUS) | 3,2/214 | 2,5/206 | 4,0/198 |
| O1(SEMI-AMPLITUDE – CM/FASE – GRAUS) | 6,8/130 | 5,4/127 | 6,8/126 |
| F (NÚMERO DE FORMA) | 0,099 | 0,086 | 0,11 |



Fonte: Mesquita & França (1997).

Figura II.5.1.3-102 - Isolinhas de fase e co-amplitude da onda de maré semi-diurna, M_2 , e os dois pontos anfidrômicos do giro subtropical do Atlântico Sul.

Foram realizadas análises de séries longas de maré obtidas a partir de previsão harmônica de maré (SCHUREMANN, 1958) para 10 anos. A **Tabela II.5.1.3-14** - Valores máximos da preamar e mínimos da baixamar, ambos de sizígia, além dos valores médios de ambas e seu desvio padrão, para as estações maregráficas da região de interesse, desconsiderando o nível médio. apresenta, para cada uma das estações maregráficas da FEMAR, os valores máximos da preamar e mínimos da baixamar, tanto de sizígia quanto de quadratura, além dos valores médios de ambas e seu desvio padrão. Estes valores não levam em consideração o nível médio de cada estação.

Tabela II.5.1.3-14 - Valores máximos da preamar e mínimos da baixamar, ambos de sizígia, além dos valores médios de ambas e seu desvio padrão, para as estações maregráficas da região de interesse, desconsiderando o nível médio.

| ESTAÇÃO | ELEVAÇÃO (cm) | | |
|------------------------------|---------------------|---------------|------|
| Barra de Camamu | Sizígia Preamar | Máxima | 119 |
| | | Media | 102 |
| | | Desvio Padrão | 9 |
| | Sizígia Baixamar | Mínima | -121 |
| | | Media | -108 |
| | | Desvio Padrão | 8 |
| | Quadratura Preamar | Máxima | 58 |
| | | Media | 44 |
| | | Desvio Padrão | 7 |
| | Quadratura Baixamar | Mínima | -56 |
| | | Média | -41 |
| | | Desvio Padrão | 8 |
| Porto de Ilhéus (Malhado) | Sizígia Preamar | Máxima | 118 |
| | | Media | 97 |
| | | Desvio Padrão | 10 |
| | Sizígia Baixamar | Mínima | -116 |
| | | Média | -96 |
| | | Desvio Padrão | 11 |
| | Quadratura Preamar | Máxima | 54 |
| | | Media | 38 |
| | | Desvio Padrão | 8 |
| | Quadratura Baixamar | Mínima | -53 |
| | | Média | -35 |
| | | Desvio Padrão | 8 |
| Ilhéus | Sizígia Preamar | Máxima | 120 |
| | | Media | 98 |
| | | Desvio Padrão | 11 |
| | Sizígia Baixamar | Mínima | -124 |
| | | Média | -104 |
| | | Desvio Padrão | 11 |
| | Quadratura Preamar | Máxima | 55 |
| | | Media | 39 |
| | | Desvio Padrão | 8 |
| | Quadratura Baixamar | Mínima | -54 |
| | | Média | -34 |
| | | Desvio Padrão | 10 |

A partir dessas informações, pode-se concluir que todas as estações apresentam elevações de maré bastante similares, com média da preamar de sizígia por volta de 119 cm e média de baixamar de sizígia por volta de 120 cm.

A **Figura II.5.1.3-103** e **Figura II.5.1.3-104** apresentam os mapas cotidais e as isolinhas de fase sobrepostas (curvas pretas), na região de interesse (dados obtidos de FES2004¹⁷) para as componentes M_2 e S_2 , respectivamente. A amplitude da M_2 varia de 65 a 70 cm na área de interesse. Já a amplitude da S_2 varia entre 26 e 28 cm na mesma região.

¹⁷ Finite Element Solution – modelo de maré desenvolvido pelo French Tidal Group (FTG) (Lyard et al., 2006). Obtido em: www.legos.obsmp.fr (data de último acesso: 24 de outubro de 2011).

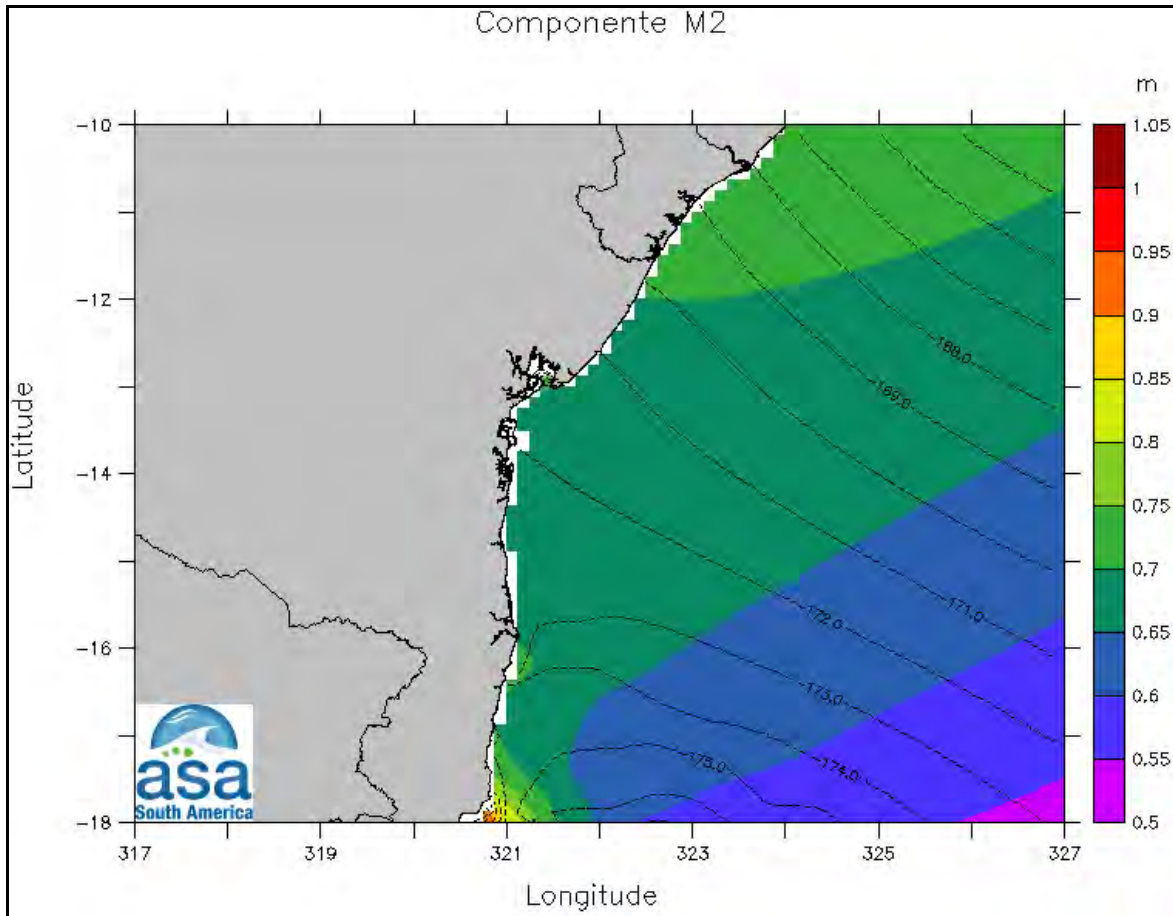


Figura II.5.1.3-103 - Mapas cotidianos de amplitude (cores – em metros) e fase (isolinhas – em graus) para a componente de maré M_2 na região de interesse.

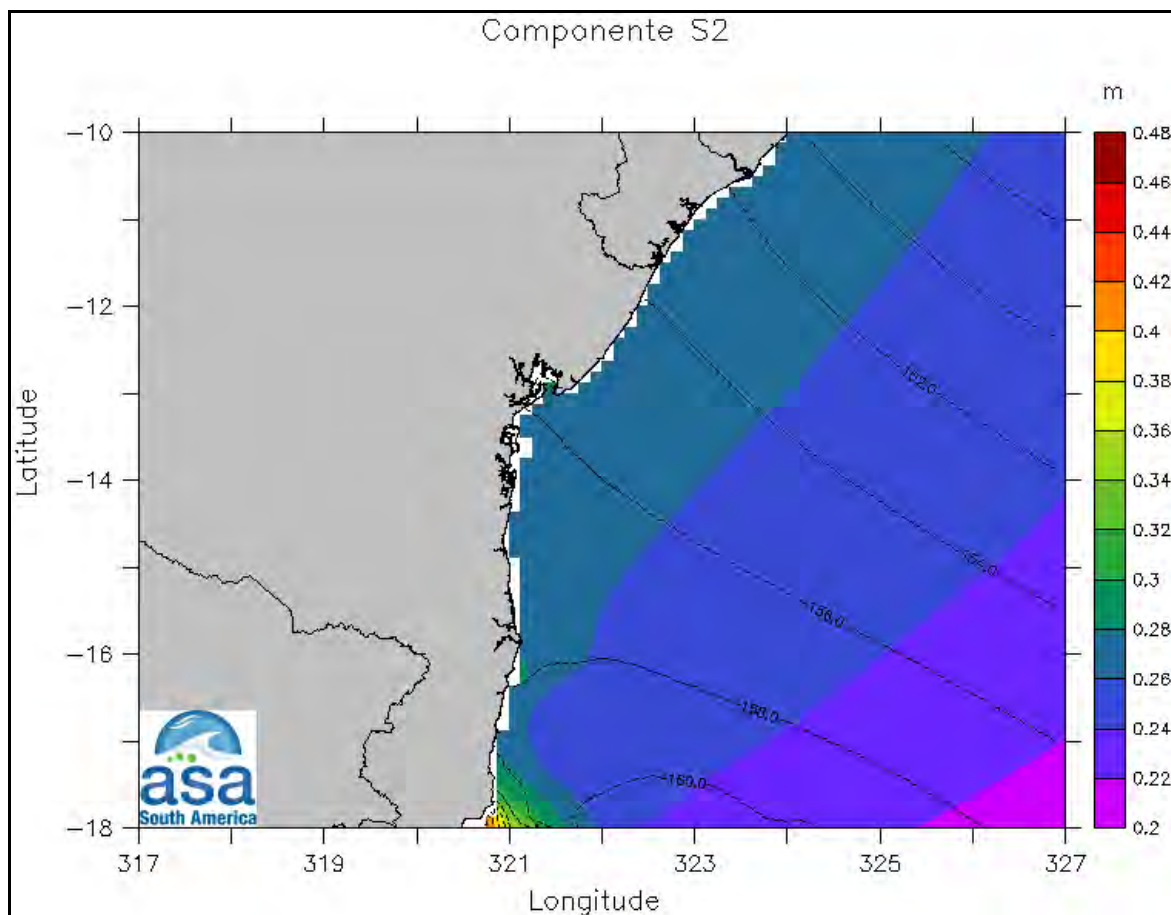


Figura II.5.1.3-104 - Mapas cotidianos de amplitude (cores – em metros) e fase (isolinhas – em graus) para a componente de maré M_2 na região de interesse.

H. Caracterização das condições extremas (tempestades) do regime hidrodinâmico (ventos, ondas e correntes).

Uma caracterização dos eventos extremos de corrente e ondas foi realizada de maneira similar à análise realizada para os dados de vento. Para caracterização de condições extremas foram considerados os maiores valores da altura significativa das ondas e da velocidade da corrente.

Os mesmos critérios foram utilizados para selecionar os eventos extremos:

- 1º) valor médio mais um desvio padrão (representando, aproximadamente, o percentil de 85%);
- 2º) valor médio mais dois desvios padrão (representando, aproximadamente, o percentil de 95%).

Correntes

Na análise de extremos da corrente de superfície foi considerada uma série da análise do modelo HYCOM (*HYCOM1*) (**Figura II.5.1.3-69**), a mesma analisada no subitem de Regime de Correntes do presente estudo. A série possui resolução temporal de um dia e considera o período de 2004 a 2010.

Na análise do HYCOM1 os valores de corte para o primeiro e segundo critério foram 46,7 cm/s e 64,3 cm/s, respectivamente. Do total de 2.542 observações, foram selecionadas 373 (aproximadamente 14,7%) pelo primeiro critério e 121 pelo segundo critério (aproximadamente 4,8%). A **Figura II.5.1.3-105**, a seguir, mostra a distribuição anual da quantidade de eventos extremos da velocidade da corrente.

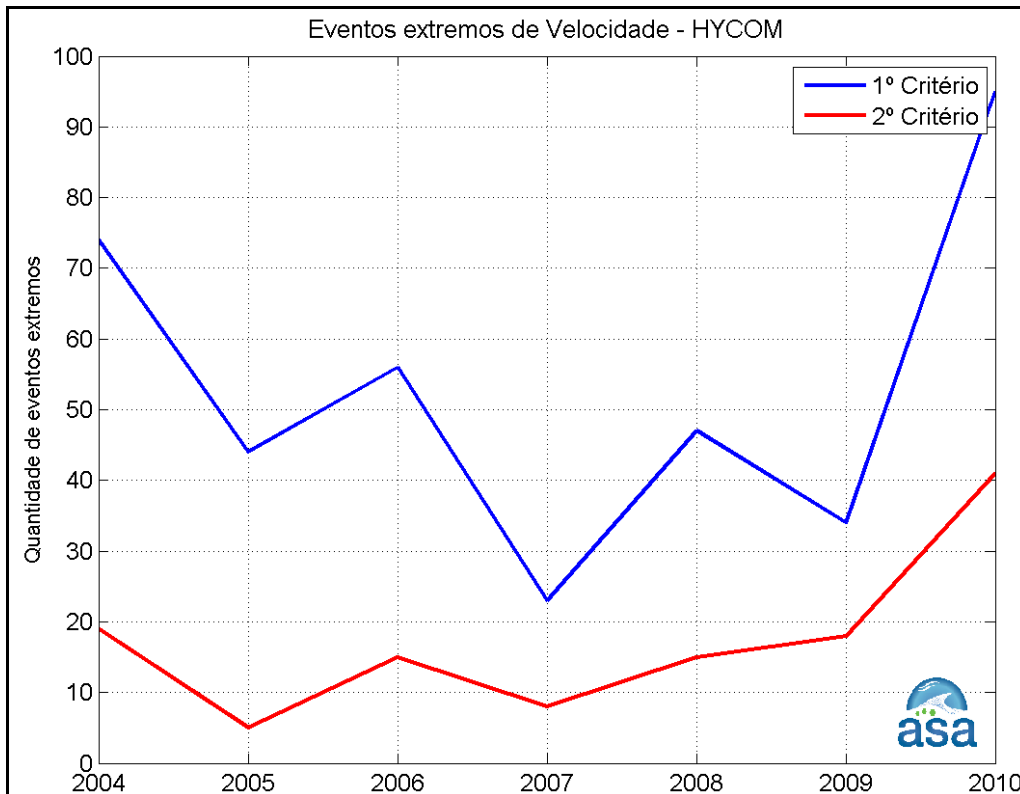


Figura II.5.1.3-105 - Variação anual da quantidade de eventos extremos de velocidade da corrente no período de 2004 a 2010, com relação ao primeiro e segundo critério.

Na **Figura II.5.1.3-106** e na **Figura II.5.1.3-107** podem ser observados os histogramas direcionais dos eventos extremos de corrente para o primeiro e o segundo critério para os dados do HYCOM1. A direção apresentada refere-se ao norte geográfico e segue a convenção oceanográfica. A intensidade é apresentada em (m/s) e a escala de cores representa a porcentagem de observações (Perc. Obs.).

Os eventos extremos selecionados do HYCOM1, mais próximo à costa, ocorrem nas direções N e S, com a maior frequência de eventos para S. Neste caso os eventos para S são mais intensos.

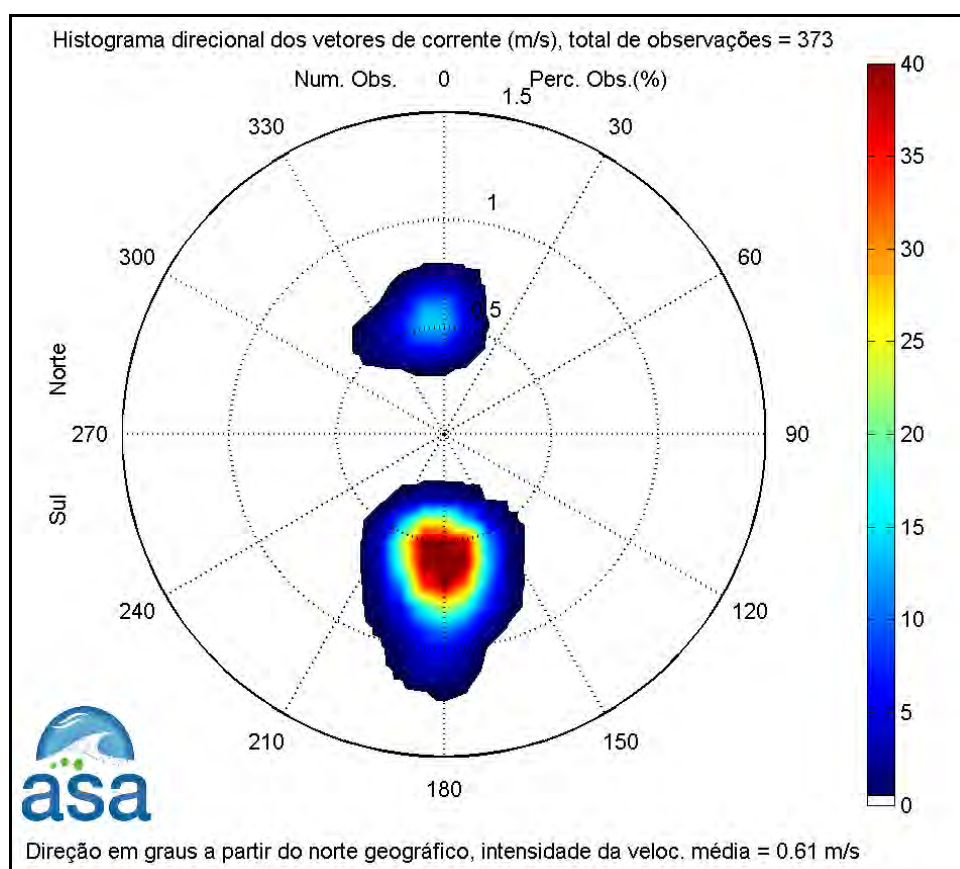


Figura II.5.1.3-106 - Histograma direcional dos eventos extremos de corrente do HYCOM1 selecionados pelo primeiro critério.

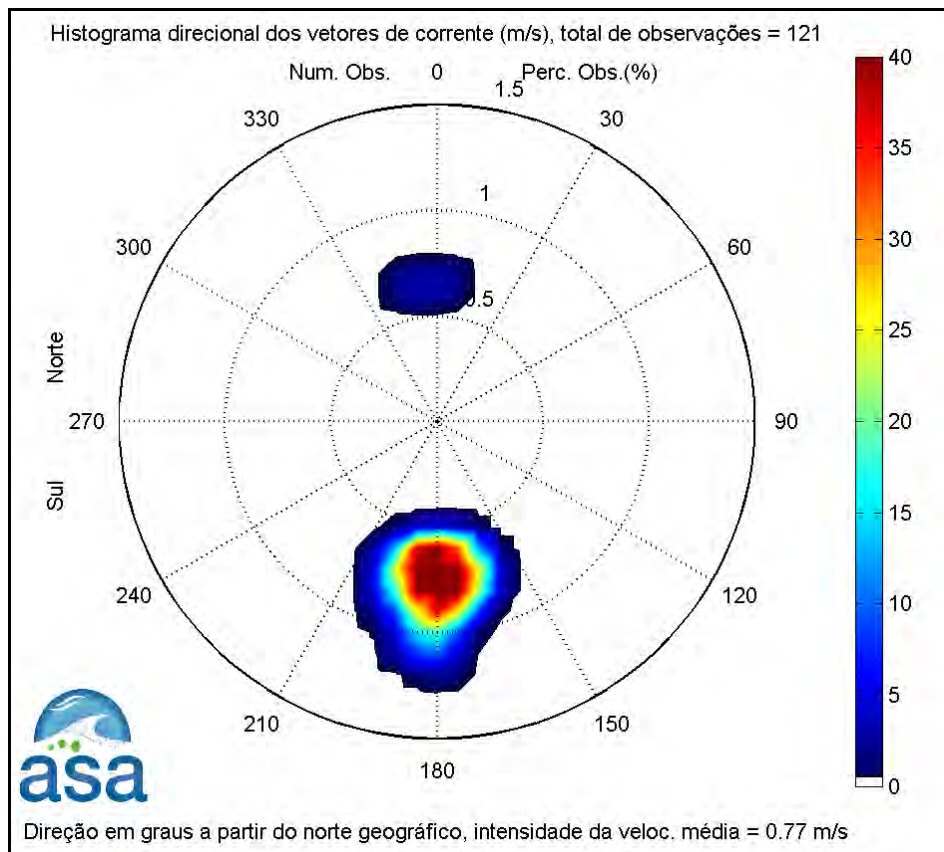


Figura II.5.1.3-107 - Histograma direcional dos eventos extremos de corrente do HYCOM1 selecionados pelo segundo critério.

A **Tabela II.5.1.3-15** apresenta a distribuição sazonal dos eventos extremos de corrente (número de observações) ocorridos entre 2004 e 2010. Para a série HYCOM1, os eventos extremos são mais frequentes no verão e na primavera.

Tabela II.5.1.3-15 - Número de eventos extremos de corrente no verão (janeiro a março), outono (abril a junho), inverno (julho a setembro) e primavera (outubro a dezembro).

| ESTAÇÃO | HYCOM1 | |
|-----------|-------------|-------------|
| | 1º Critério | 2º Critério |
| Verão | 207 | 98 |
| Outono | 67 | 10 |
| Inverno | 28 | 2 |
| Primavera | 71 | 11 |

Ondas

Na análise de extremos de ondas na região foi utilizada uma série temporal de dados obtidos a partir de campos de onda pretéritos reconstituídos através de modelagem numérica (WW3) para o período de janeiro de 2004 a dezembro de 2010. A análise foi feita para o mesmo ponto utilizado no item de Regime de Ondas; um ponto dentro do bloco de interesse, localizado em 35,5° W e 14,35° S (**Figura II.5.1.3-85**).

Na análise da série os valores de corte para o primeiro e segundo critério foram 1,8 m e 2,2 m, respectivamente. Do total de 10.172 observações, foram selecionadas 1.498 (aproximadamente 14,7%) pelo primeiro critério e 401 pelo segundo critério (aproximadamente 3,9%).

A **Figura II.5.1.3-108** a seguir mostra a distribuição anual da quantidade de eventos extremos da altura significativa de onda.

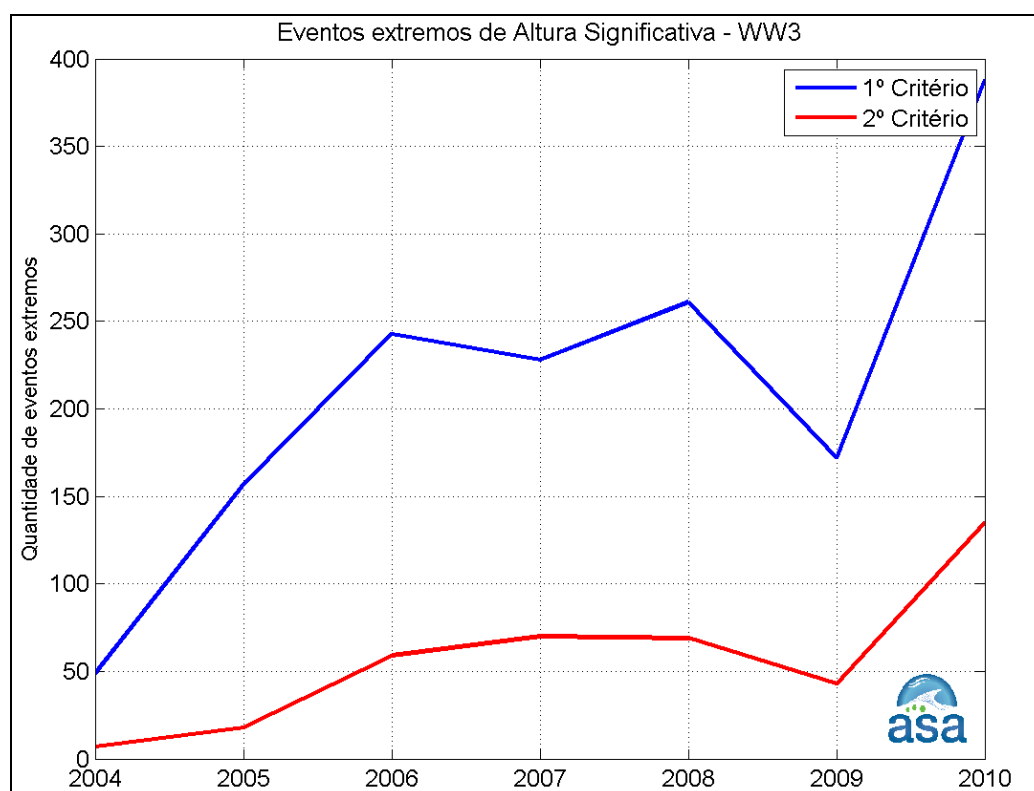


Figura II.5.1.3-108 - Variação anual da quantidade de eventos extremos de altura significativa de onda no período de 2004 a 2010, com relação ao primeiro e segundo critério.

Na **Figura II.5.1.3-109** e na **Figura II.5.1.3-110** podem ser observados os diagramas direcionais dos eventos extremos de onda (direção de propagação, período de pico e altura significativa) para o primeiro e o segundo critério. A direção apresentada refere-se ao norte geográfico e segue a convenção meteorológica. Nestes diagramas a altura significativa das ondas está indicada em metros (barra lateral), os círculos concêntricos referem-se ao período de pico (em segundos) e a direção de propagação é fornecida em graus.

No ponto analisado os eventos extremos de onda apresentam direção entre NE e S, com altura significativa acima de 1,5 m e período de pico superior a 5 segundos.

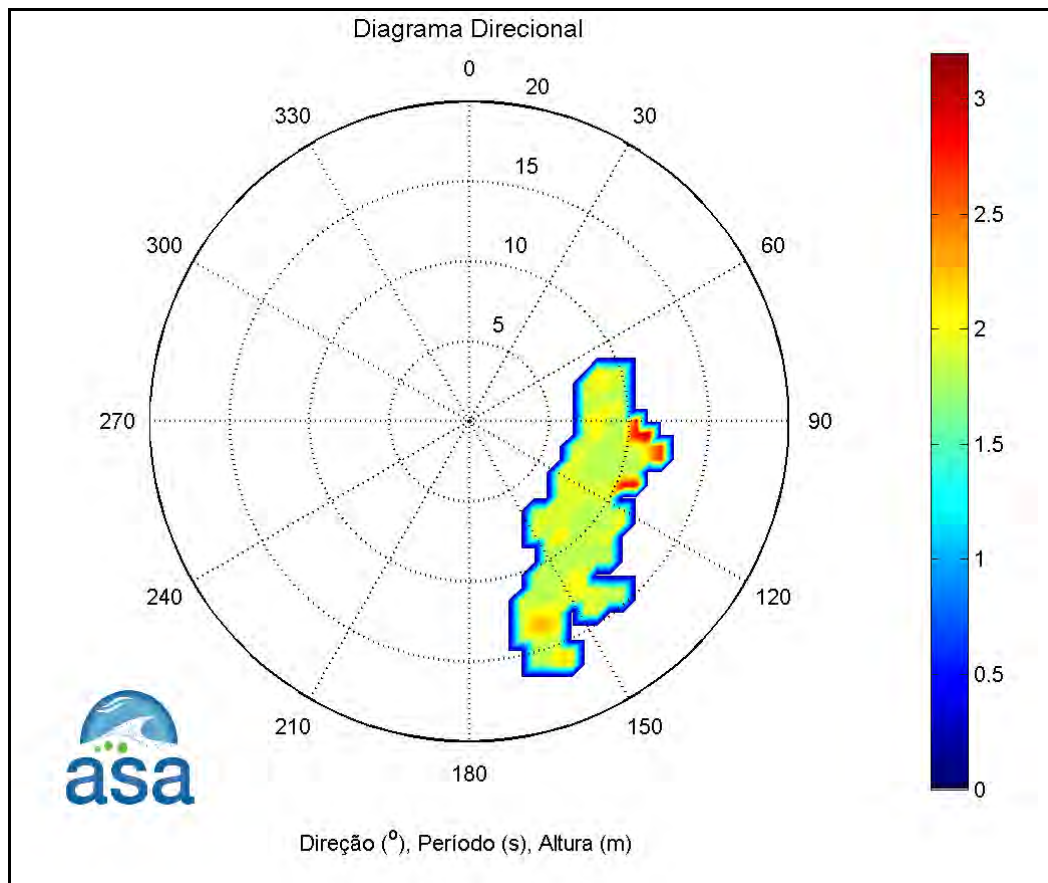


Figura II.5.1.3-109 - Diagrama direcional (direção de propagação, período de pico e altura significativa) dos eventos extremos de onda selecionados pelo primeiro critério.

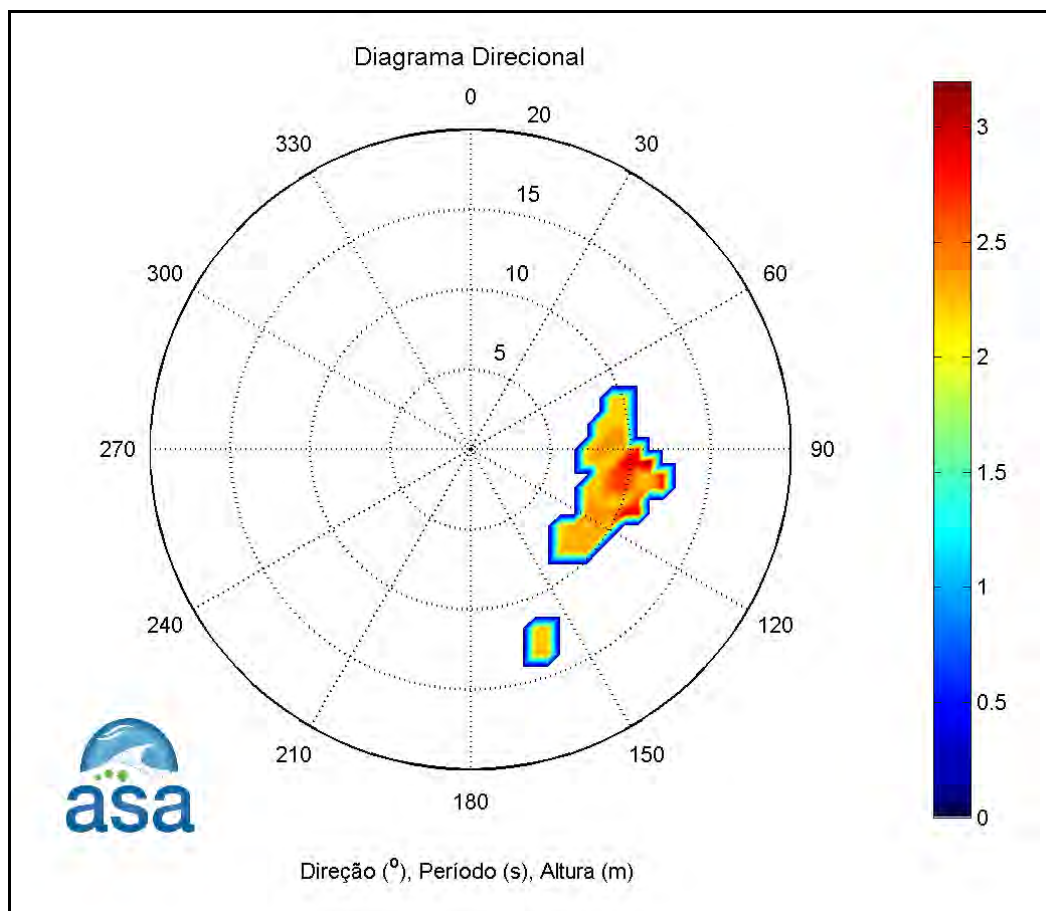


Figura II.5.1.3-110 - Diagrama direcional (direção de propagação, período de pico e altura significativa) dos eventos extremos de onda selecionados pelo segundo critério.

As tabelas a seguir apresentam a distribuição de ocorrência conjunta de altura significativa e direções de pico das ondas para o período de 2004 a 2010, para o primeiro critério e para o segundo critério. Nota-se que os eventos com altura acima de 3 m foram provenientes de E e ESE. As alturas médias mais elevadas foram de ondas de E e ESE (2,5 m). As alturas máximas (3,4 m) também foram provenientes de E e ESE. Assim, as ondas com maiores alturas significativas no ponto mais próximo à costa ocorreram dentro das direções mais frequentes.

Considerando o período de maior frequência e a direção dos eventos extremos, possivelmente eles estão associados à atuação de sistemas frontais que atingem a costa leste do Brasil. Apesar destes sistemas frontais normalmente não atingirem a costa E - NE, eles geram ondas que podem se propagar até esta região.

1. Resumo das Características Oceanográficas

A região do Atlântico Tropical Oeste é caracterizada por águas quentes e salinas de origem tropical, sendo as principais massas d'água presentes: a Água Tropical e Água Central do Atlântico Sul.

A circulação oceânica de grande escala da região é dominada pelo giro anticiclônico do Atlântico Sul, com destaque para a Corrente de Contorno Oeste fluindo para Sul, Corrente do Brasil, e pela bifurcação da Corrente Sul Equatorial, onde se originam a Corrente Norte do Brasil (para norte) e a Corrente do Brasil. Foram identificadas cinco massas de água na região: AT (Água Tropical), ACAS (Água Central do Atlântico Sul), AIA (Água Intermediária Antártica), ACS (Água Circumpolar Superior) e APAN (Água Profunda do Atlântico Norte).

A análise dos dados coletados através de CTD na região de estudo forneceu subsídios para identificar as massas de água típicas da região, e também mostrou que a distribuição vertical da temperatura, salinidade e densidade é semelhante para os dois pontos analisados (C3 e L1-10). A temperatura e a salinidade apresentam-se mais altas na superfície e diminuem conforme o aumento da profundidade. A alta taxa de evaporação encontrada na região no mês analisado (agosto) sugere que esta seja a responsável pelo comportamento das propriedades nas camadas superficiais.

Quanto ao conjunto de dados de correntes coletados e/ou extraídos de modelos, observou-se que as velocidades médias ficaram dentro do intervalo de 0,2 m/s a 0,4 m/s. As correntes apresentaram padrão sazonal, com as correntes predominantemente para o sul, durante o verão, e predominantemente para o norte, durante o inverno.

Os eventos extremos selecionados do conjunto de dados de corrente, extraídos do HYCOM1, mais próximo à costa, ocorrem nas direções norte e sul,

com a maior frequência de eventos para sul. Neste caso os eventos para sul são mais intensos.

A análise dos dados de onda obtidos através do WW3 mostrou que para a região, independente da estação do ano analisada, as ondas com maiores alturas possuem, preferencialmente, direções ESE e E, e as maiores alturas são encontradas na primavera e no inverno. Estas ondas apresentaram períodos entre 10 s e 11,5 s, mas nem sempre estão relacionadas aos maiores períodos de pico encontrados. A diferença sazonal está associada ao aumento de sistemas frontais, que mesmo sem atingir a região de interesse podem gerar ondas que causam aumento na agitação do mar. Já para os eventos extremos analisados do WW3, nota-se que os eventos com altura acima de 3 m foram provenientes de E e ESE.

Considerando o período de maior frequência e a direção dos eventos extremos, possivelmente eles estão associados à atuação de sistemas frontais que atingem a costa leste do Brasil. Apesar destes sistemas frontais normalmente não atingirem a costa E - NE, eles geram ondas que podem se propagar até esta região.

Sobre as marés, estas podem ser classificadas na área de estudo e vizinhanças como regime de micromaré semi-diurna sem desigualdades, com amplitude média de sizígia em torno de 1,9 m. A onda de maré trafega pela região de sul para norte, sendo aparentemente associada a um ponto anfidrômico próximo ao Rio Grande do Sul.

As análises de todos os conjuntos de dados mostraram que eles foram suficientes para caracterização oceanográfica da região de interesse. Foi possível identificar as principais correntes e as principais massas d'água associadas a elas. Tanto os dados coletados *in situ*, como os dados provenientes de modelos, auxiliaram na identificação dos padrões das massas de água supracitadas e também o comportamento vertical das propriedades na coluna d'água. Com os dados de correntes e ondas podemos observar padrões sazonais, principalmente quando ocorre a passagem de sistemas frontais, que podem estar associadas às inversões nas direções das correntes. Os eventos extremos, tanto de correntes como de ondas, mostram quando estas condições se apresentam mais severas.

II.5.1.4 - Qualidade de água e sedimento

A caracterização da qualidade da água e sedimento da área das Concessões BM-CAL-11/12 foi realizada por meio de uma primeira campanha oceanográfica entre os dias 05 e 13 de Agosto de 2011, correspondente ao período de inverno. Durante a campanha foram caracterizadas também as comunidades bentônicas e planctônicas (resultados apresentados no **Item II.5.2-D**). Está prevista a realização de mais uma campanha oceanográfica para o verão de 2011/2012. A seguir são descritos os métodos e resultados obtidos para água e sedimento.

Métodos

A campanha de inverno foi realizada a bordo do Navio Oceanográfico Seward Johnson/Harbor Branch, equipado com laboratórios de filtragem e estocagem das amostras, GPS, DGPS, sonda de profundidade, guincho, Box Corer, garrafas amostradoras Niskin e Go-Flo acopladas a um Rossete Carrossel SBE, (**Figura II.5.1.4-1**)

Malha de amostragem

As amostragens de sedimento foram realizadas nove estações no interior da poligonal das Concessões BM-CAL-11/12. Foram definidos três transectos perpendiculares à linha de costa, e em cada um foram posicionadas três estações, mais precisamente nas isóbatas de 1.400, 1.800 e 2.200 m. O mapa de localização das estações de amostragem (**Figura II.5.1.4-2**) apresenta também outras estações de amostragem avaliadas em projetos de monitoramento próximos à região, cujos resultados serão utilizados para comparação.

As amostragens de água foram realizadas nas 3 estações localizadas na isóbata de maior profundidade (2.200 m), para caracterizar as principais massas d'água que ocorrem naquela região.

O **Quadro II.5.1.4-1** apresenta a relação das estações selecionadas para a caracterização ambiental das matrizes água e sedimento na área das Concessões BM-CAL-11/12.

Quadro II.5.1.4-1 - Relação das estações de amostragem e coordenadas (Datum: SAD 69) contempladas na primeira campanha de caracterização ambiental dos blocos marítimos BM-CAL-11/12.

| Estação | Transecto | Isóbata | Long (X) | Lat (Y) | Água | Sedimento |
|---------|-----------|---------|----------|-----------|------|-----------|
| A1 | Norte | 1.400 m | 528.281 | 8.443.055 | - | X |
| A2 | Norte | 1.800 m | 535.807 | 8.442.537 | - | X |
| A3 | Norte | 2.200 m | 551.776 | 8.440.706 | X | X |
| B1 | Centro | 1.400 m | 527.046 | 8.412.591 | - | X |
| B2 | Centro | 1.800 m | 536.365 | 8.411.874 | - | X |
| B3 | Centro | 2.200 m | 549.347 | 8.415.777 | X | X |
| C1 | Sul | 1.400 m | 528.719 | 8.395.706 | - | X |
| C2 | Sul | 1.800 m | 543.373 | 8.391.087 | - | X |
| C3 | Sul | 2.200 m | 552.493 | 8.386.865 | X | X |



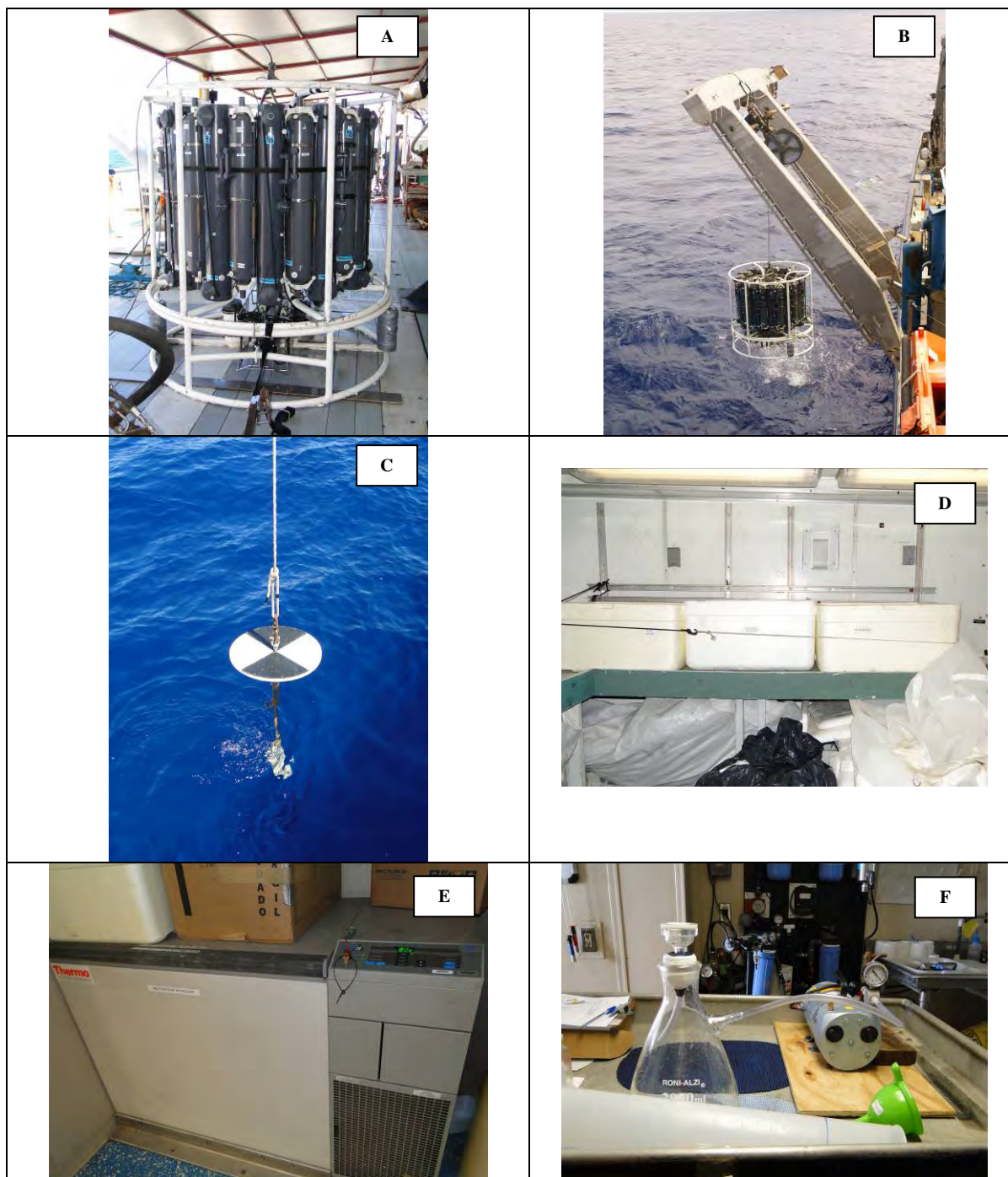


Figura II.5.1.4-1 - Logística da coleta de água: A – Rossete Carrossel com Garrafa Go-Flo, B- Lançamento do Rossete Carrossel; C- Disco de secchi; D - Armazenamento da água coletada; E- Freezer para armazenamento a -80°C e F –. Processo de filtração

Procedimentos de amostragem; preparo e análise de amostras

Amostras de água

Para a qualidade da água, foram avaliados os parâmetros indicados no Termo de Referência 02/2011, exceto Fenóis, BTEX e sulfetos, conforme entendimento obtido através de consulta a esta coordenação e registrado na carta UO-BA/SMS 0195/2011, de 21/07/2011. O Quadro II.5.1.4-3 apresenta a listagem de parâmetros e métodos de análise contemplados no presente estudo.

As coletas de água foram realizadas no período diurno, entre as 08 e as 16:00h. As profundidades para as amostragens de água foram definidas com base nas massas d'água identificadas pelo programa REVIZEE (COSTA *et al.*, 2005; 2007) e estão apresentadas no Quadro II.5.1.4-2. Para as análises de clorofila a e fitoplâncton as amostragens foram realizadas na superfície e na base da camada de mistura.

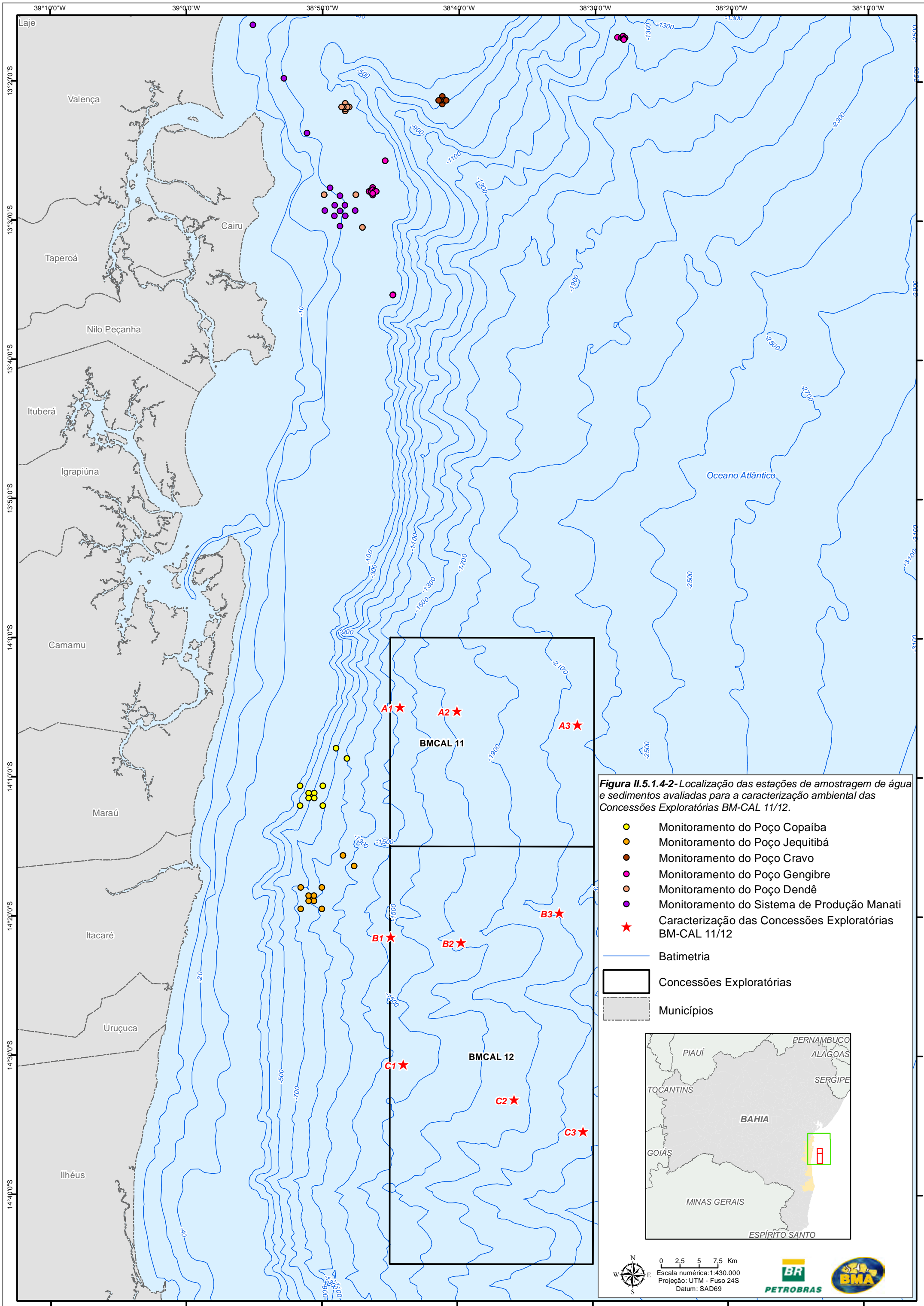
Quadro II.5.1.4-2 – Profundidade das amostragens de água realizadas nas Concessões BM-CAL-11/12 (campanha de inverno) e as massas d'água correspondentes.

| PROFUNDIDADE DAS AMOSTRAGENS | MASSAS D'ÁGUA CORRESPONDENTES | |
|------------------------------|-------------------------------|----------------------------------|
| | SIGLA | DENOMINAÇÃO |
| 1 m | AT | ÁGUA TROPICAL |
| 500 m | ACAS | ÁGUA CENTRAL DO ATLÂNTICO SUL |
| 800 m | AIA | ÁGUA INTERMEDIÁRIA ANTÁRTICA |
| 1200 m | ACS | ÁGUA CIRCUMPOLAR SUPERIOR |
| 2100 m | APAN | ÁGUA PROFUNDA DO ATLÂNTICO NORTE |

As amostras para análises de hidrocarbonetos (HPA, n-alcanos, Hidrocarbonetos Totais de Petróleo – TPH e Mistura Complexa Não Resolvida – MCNR) foram obtidas com o uso de garrafas Go-Flo, que são imersas completamente fechadas, evitando contato com possíveis resíduos oleosos presentes na superfície da água. Após a coleta, foram armazenadas em recipientes de vidro âmbar e acondicionadas em refrigeradores instalados na embarcação, mantidos à temperatura de 4,0°C.

As demais amostras foram obtidas com garrafas Niskin, armazenadas em recipientes plásticos e congeladas.





PÁGINA EM BRANCO



Coordenador da Equipe



Técnico Responsável

Revisão 00
12/2011

As amostras para análises de clorofila a (4L de amostra), sólidos suspensos (2L) e carbono orgânico particulado (2L) foram filtradas imediatamente após coletadas, e os filtros também congelados.

Foram realizadas análises de branco para avaliar a possibilidade de contaminação das amostras em campo e no laboratório, para as análises de hidrocarbonetos. O branco de campo foi preparado por meio da abertura de recipientes de coleta vazios, idênticos aos utilizados nas coletas das amostras, durante os trabalhos realizados na estação A3. O branco de frascaria foi feito por meio da seleção aleatória de recipientes reserva íntegros. Ambos os brancos foram encaminhados para análise laboratorial, seguindo os mesmos protocolos das demais amostras.

Quadro II.5.1.4-3 - Parâmetros para avaliação da qualidade da água avaliados nas Concessões BM-CAL-11/12.

| PARÂMETRO | UND | LD ¹ | LQ ² | MÉTODO |
|---|------|-----------------|-----------------|------------------------|
| Transparência | m | - | - | Disco de Secchi |
| pH | - | - | - | Sonda Multiparamétrica |
| Oxigênio dissolvido | mg/L | - | - | Winckler |
| Sólidos totais, dissolvidos | mg/L | 1 | 3 | SW 2540C |
| Sólidos em suspensão | mg/L | 1 | 3 | SW 2540D |
| Carbono orgânico total (TOC) | mg/L | 1 | 2 | MA-019-L2 |
| TPH (Hidrocarbonetos Totais de Petróleo e MCNR) | µg/L | 30 | 100 | ISO 9377-2:2000 |
| HPA (hidrocarbonetos policíclicos aromáticos) | µg/L | 0,01 | 0,03 | EPA 8270 (D):2007 |
| n-alcanos | µg/L | 1 | 2 | ISO 9377-2:2000 |
| Clorofila a | µg/L | 0,01 | - | SMEWW 10200 H |
| Amônia | mg/L | 0,02 | 0,03 | Destilação/MA-025-L2 |
| Nitrito | mg/L | 0,005 | 0,01 | MA-017-L2 |
| Nitrato | mg/L | 0,005 | 0,01 | MA-017-L2 |
| Fosfato | mg/L | 0,01 | 0,02 | MA-014-L2 |
| Turbidez | UNT | 1 | 3 | SW 2130B |
| Silicato; | mg/L | 0,005 | 0,015 | Grasshoff et al., 1983 |
| Razão C:N:P | - | - | - | MA-019-L2 |

1 – LD = Limite de Detecção do Método

2 – LQ = Limite de Quantificação do Método



Amostras de sedimento

As amostras de sedimentos foram obtidas por meio do lançamento de box-corer de 50 x 50 x 50 cm. As coletas foram realizadas nas nove estações indicadas no **Quadro II.5.1.4-1**, com três réplicas em cada. Para as análises de metais e hidrocarbonetos foi avaliada a camada de 0-2 cm da superfície do sedimento, que representa a zona de contato com a coluna d'água. Para as análises da granulometria, carbonatos, COT e nutrientes (amônia, nitrato, nitrito e fosfato), foram avaliados três estratos (0-2, 2-5, 5-10 cm).

Foram avaliados os parâmetros indicados no Termo de Referência 02/2011, com a substituição dos parâmetros Teor de Matéria Orgânica por Carbono Orgânico Total (COT) e Sulfetos por Metais Fracamente Associados, conforme entendimento obtido através de consulta à UALAE e registrado na carta UO-BA/SMS 0195/2011, de 21/07/2011. O **Quadro II.5.1.4-4** apresenta a relação de parâmetros avaliados nas amostras de sedimentos coletadas na área de influência das Concessões BM-CAL-11/12.

A estratificação do sedimento foi feita com o uso de extrusores de aço inoxidável instalados na embarcação (**Figura II.5.1.4-3**).

Quanto ao acondicionamento e preservação do material coletado, as amostras para análise de metais (totais e parciais) e granulometria foram acondicionadas em sacos plásticos hermeticamente fechados, e para as amostras de hidrocarbonetos foram utilizados recipientes de alumínio. Todo este material foi preservado por meio do congelamento em câmaras frias a bordo da embarcação.



Quadro II.5.1.4-4 - Parâmetros utilizados na avaliação da qualidade dos sedimentos monitorados nas nove estações situadas na área das Concessões BM-CAL-11/12.

| Parâmetros | | Estratos (cm) | Und. | LD | LQ | Método |
|------------------------------|------------------|------------------|-------|-------|-------|--|
| Granulometria | | 0-2 / 2-5 / 5-10 | % | 0,1 | - | ABNT NBR 6502/95 |
| Teor de carbonatos | | 0-2 / 2-5 / 5-10 | mg/Kg | 2000 | 6000 | *2320B |
| Carbono Orgânico Total | | 0-2 / 2-5 / 5-10 | mg/Kg | 40 | 80 | MA-026-L2 |
| Nutrientes | Amônia | 0-2 / 2-5 / 5-10 | mg/Kg | 0,2 | 0,3 | Destilação/MA-032-L2 |
| | Nitrato | 0-2 / 2-5 / 5-10 | mg/Kg | 0,2 | 0,5 | MA-020-L2 |
| | Nitrito | 0-2 / 2-5 / 5-10 | mg/Kg | 0,2 | 0,5 | MA-020-L2 |
| | Fosfato | 0-2 / 2-5 / 5-10 | mg/Kg | 0,5 | 0,7 | MA-031-L2 |
| Razão C:N:P | | 0-2 / 2-5 / 5-10 | mg/Kg | - | - | - |
| Hidrocarbonetos | TPH | 0-2 | mg/Kg | 1 | 2 | ISO 16703:2001 |
| | HPA | 0-2 | mg/Kg | 0,005 | 0,010 | EPA 8270 (D):2007 EPA 3550 (C):2007 |
| | n-alcanos e MCNR | 0-2 | µg/Kg | 10 | 64 | ISO 16703:2001 |
| Metais totais | Alumínio | 0-2 | mg/Kg | 1 | 2 | MA-070-L2 |
| | Ferro | 0-2 | mg/Kg | 2 | 3 | MA-070-L2 |
| | Bário | 0-2 | mg/Kg | 2 | 4 | MA-070-L2 |
| | Chumbo | 0-2 | mg/Kg | 0,4 | 1,0 | MA-070-L2 |
| | Cromo | 0-2 | mg/Kg | 0,1 | 0,3 | MA-070-L2 |
| | Cobre | 0-2 | mg/Kg | 0,1 | 0,2 | MA-070-L2 |
| | Zinco | 0-2 | mg/Kg | 0,4 | 1,0 | MA-070-L2 |
| | Níquel | 0-2 | mg/Kg | 0,4 | 1,0 | MA-070-L2 |
| | Cádmio | 0-2 | mg/Kg | 0,1 | 0,2 | MA-070-L2 |
| | Mercúrio | 0-2 | mg/Kg | 0,02 | 0,05 | MA-070-L2 |
| | Vanádio | 0-2 | mg/Kg | 1 | 2 | MA-070-L2 |
| Metais Fracamente Associados | Alumínio | 0-2 | mg/Kg | 1 | 2 | MA-070-L2 |
| | Ferro | 0-2 | mg/Kg | 2 | 3 | MA-070-L2 |
| | Bário | 0-2 | mg/Kg | 2 | 4 | MA-070-L2 |
| | Chumbo | 0-2 | mg/Kg | 0,4 | 1,0 | MA-070-L2 |
| | Cromo | 0-2 | mg/Kg | 0,1 | 0,3 | MA-070-L2 |
| | Cobre | 0-2 | mg/Kg | 0,1 | 0,2 | MA-070-L2 |
| | Zinco | 0-2 | mg/Kg | 0,4 | 1,0 | MA-070-L2 |
| | Níquel | 0-2 | mg/Kg | 0,4 | 1,0 | MA-070-L2 |
| | Cádmio | 0-2 | mg/Kg | 0,1 | 0,2 | MA-070-L2 |
| | Mercúrio | 0-2 | mg/Kg | 0,02 | 0,05 | MA-070-L2 |
| | Vanádio Parcial | 0-2 | mg/Kg | 1 | 2 | MA-070-L2 |

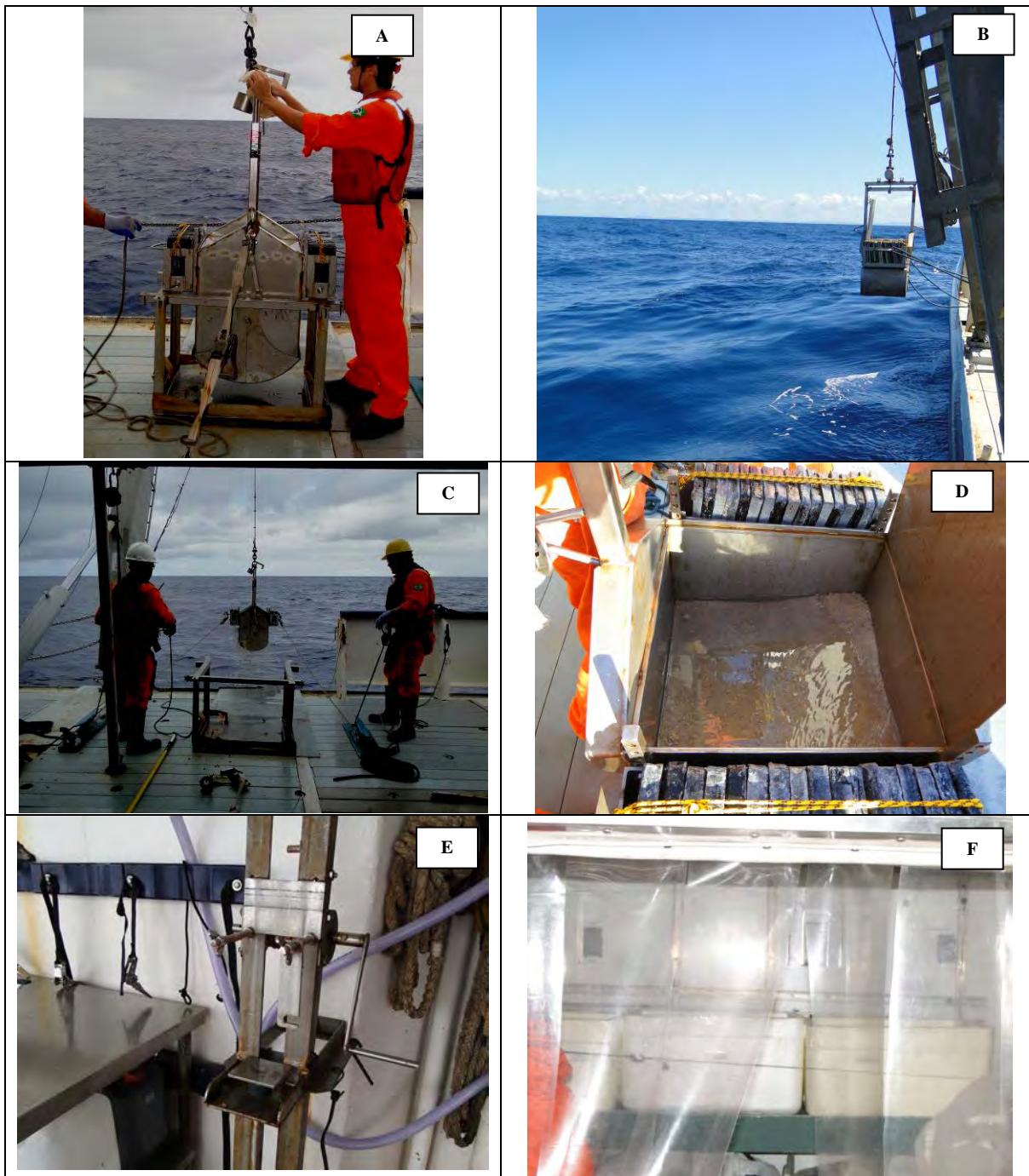


Figura II.5.1.4-3 - Logística da coleta de sedimento: A – Box-corer, B- Lançamento do Box Corer; C- Recolhimento do Box Corer; D- Área interna de uma amostra válida; E- Extrusor e F – Preservação das amostras em câmara fria.

Métodos estatísticos e padrões de referência utilizados para análise dos resultados

A abordagem dos resultados obtidos nesta campanha de inverno será descritiva, focando na caracterização da qualidade físico-química das massas d'água existentes e dos sedimentos na área das Concessões BM-CAL-11/12.

Os resultados publicados nos laudos de análise foram tabulados em planilhas, com apresentações peculiares a cada matriz avaliada, a saber:

- Dados de água – foram extraídos os valores máximos e mínimos de cada massa d'água avaliada (AT, ACAS, AIA, ACS e APAN), de onde foram calculados a média e o desvio padrão. Valores inferiores aos respectivos limites de detecção, foram considerados nos cálculos como equivalentes à metade do limite de detecção.
- Dados de sedimento – inicialmente foi calculada a média entre as réplicas de cada estação, a cada estrato. A partir dessas médias foram extraídos os valores máximos e mínimos obtidos em cada estrato, de cada uma das nove estações de amostragem avaliadas. Os dados foram discutidos levando em conta tanto o gradiente espacial (entre estações) como vertical (entre estratos).

Foram elaborados gráficos do tipo scatter-plot por meio do uso do Software Statistica 8.0 para Windows. Valores inferiores ao LD foram igualados à metade do mesmo para a representação gráfica.

Os valores de TEL (Threshold Effects Level) e PEL (Probable Effects Level) definidos pela NOAA (2008) para sedimentos marinhos, foram utilizados como referência para a avaliação da toxicidade dos metais e hidrocarbonetos no sedimento marinho, em sua condição natural. O TEL é o limite abaixo do qual a NOAA não encontrou registros de respostas tóxicas de organismos. Já o PEL é a concentração acima da qual é provável a ocorrência de efeitos tóxicos em organismos.

Dados complementares

Foram utilizados para comparação dados primários de campanhas oceanográficas de monitoramento do Sistema de Produção de Manati e do monitoramento da perfuração de poços exploratórios situados nos Blocos BCAM-40, BM-CAL-5, a norte e a oeste, respectivamente, da Concessões BM-CAL-11/12. A localização das estações de amostragem destes poços já foi apresentada na **Figura II.5.1.4-2**.

O **Quadro II.5.1.4-5** apresenta um resumo descritivo das avaliações ambientais realizadas nestas áreas.

É necessário porém ressaltar as diferenças acerca do desenho experimental e entre os ambientes amostrados nestes projetos de monitoramento. Nas campanhas de monitoramento de Manati e de poços exploratórios no bloco BCAM-40, a amostras de água foram obtidas a 1 m da superfície, portanto, contemplando a massa de Água Tropical. No monitoramento do Bloco BM-CAL-5 não houve amostragens de água. Quanto às amostras sedimento, apenas no Bloco BM-CAL-5 houve estratificação dessa matriz. Nos poços do Bloco BCAM-40 os sedimentos coletados correspondiam à camada de 0-10 cm de espessura. Como se pode ver no **Quadro II.5.1.4-5**, todos estes estudos que estão sendo usados como referência foram realizados em locais mais rasos que as Concessões BM-CAL-11/12. O Sistema de Produção de Manati, os poços Cravo, Gengibre e Dendê estão localizados sobre a Plataforma Continental. Os poços Canela, Copaíba e Jequitibá estão no talude, porém, em profundidades muito inferiores às avaliadas nas Concessões BM-CAL-11/12.



Quadro II.5.1.4-5 - Projetos de monitoramento cujos resultados serão usados como referência para a caracterização das Concessões BM-CAL-11/12.

| BLOCO | ÁREA | Lâmina D'água (Prof. Max.) | Nº de Estações | Análise em Água | Análise em Sedimentos | Sedimento Estratificado | Campanhas Realizadas | Períodos Avaliados |
|----------|----------------------------------|-------------------------------|----------------|-----------------------|-----------------------------|----------------------------|------------------------------|----------------------------------|
| BCAM-40 | CRAVO | 68 m | 10 | X | X | - | 02 (Pré e Pós Perfuração) | Jun/2006 Nov/2009 |
| | GENGIBRE | 90 m | 10 | X | X | - | 02 (Pré e Pós Perfuração) | Dez/2005 Fev/2006 Jan/2008 |
| | DENDÊ | 69 m | 12 | X | X | - | 02 (Pré e Pós Perfuração) | Jan/2006 Nov/2009 |
| | CANELA | 590 m | 10 | X | X | - | 01 (Pré-perfuração) | Abr/2007 |
| | Sistema de Produção Manati | 47 m | 16 | X | X | - | 12 (fase operação) | Jan/2007 a Abril/2011 |
| BM-CAL-5 | COPAIBA | 395 m | 14 | - | X | X | 02 (Pré e Pós Perfuração) | Jul/2006 Dez/2008 |
| | JEQUITIBÁ | 941 m | 14 | - | X | X | 02 (Pré e Pós Perfuração) | Jul/2006 Nov/2009 |

Resultados

A seguir são apresentados os principais resultados obtidos com relação à qualidade físico-química da água e dos sedimentos na área das Concessões BM-CAL-11/12. Os laudos de análise são apresentados no **Anexo II.5.1.4-1**.

Qualidade da água

A **Tabela II.5.1.4-1** apresenta os valores mínimos e máximos encontrados nas amostras de água dos diferentes estratos avaliados na coluna d'água. Os gráficos foram dimensionados de modo a apresentar os resultados isolados de cada estação em perfil vertical, ao longo de todas as massas d'água avaliadas (AT, ACAS, AIA, ACS e APAN). Para facilitar a identificação de qual estação determinado ponto no gráfico se refere (A3, B3 e C3), foram inseridos os rótulos das mesmas na área de plotagem.

Tabela II.5.1.4-1 - Máximos, mínimos, médias aritméticas e desvio-padrão dos indicadores físico-químicos avaliados nas diferentes massas d'água das Concessões BM-CAL-11/12, em agosto de 2011.

| Massa d'água | Profundidade | Cálculo | pH | Salinidade | Oxigênio (mg/L) | Sólidos Totais dissolvidos (mg/L) | Sólidos Suspensos (mg/L) | Turbidez (UNT) | COT (mg/L) | HPA (ug/L) | TPH (ug/L) | MCNR (ug/L) | n-Alcanos (ug/L) | Amônia (mg/L) | Nitrito (mg/L) | Nitrato (mg/L) | Fosfato (mg/L) | Silicato (mg/L) | | |
|---------------------------|--------------|-----------------|-------------|--------------|-----------------|-----------------------------------|--------------------------|----------------|-------------|-------------|------------|-------------|------------------|---------------|----------------|----------------|----------------|-----------------|--------------|----|
| AT | 1 m | Mínimo | 7,69 | 37,22 | 6,49 | 30.731 | 16,00 | nd | nd | nd | nd | nd | nd | nd | nd | nd | nd | nd | nd | |
| | | Máximo | 7,89 | 37,36 | 6,96 | 35.641 | 17,00 | nd | 2,0 | 0,03 | nd | nd | nd | nd | nd | nd | nd | nd | nd | nd |
| | | Média | 7,81 | 37,30 | 6,65 | 32.441 | 16,33 | — | 1,06 | 0,01 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| | | Desvio-P | 0,11 | 0,07 | 0,27 | 2.773 | 0,58 | — | 0,26 | 0,02 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| ACAS | 500 m | Mínimo | 7,28 | 34,66 | 6,11 | 23.131 | 19,00 | nd | nd | nd | nd | nd | nd | nd | nd | < 0,01 | 0,12 | 0,084 | | |
| | | Máximo | 7,56 | 34,76 | 6,15 | 33.641 | 24,00 | nd | nd | nd | nd | nd | nd | nd | nd | nd | 0,12 | 0,13 | 0,111 | |
| | | Média | 7,44 | 34,73 | 6,12 | 30.024 | 21,67 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | 0,08 | 0,13 | 0,101 | |
| | | Desvio-P | 0,14 | 0,05 | 0,02 | 5.972 | 2,52 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | 0,06 | 0,01 | 0,015 | |
| AIA | 800 m | Mínimo | 7,29 | 34,38 | 6,02 | 29.241 | 14,00 | nd | nd | nd | nd | nd | nd | nd | nd | 0,08 | 0,10 | 0,299 | | |
| | | Máximo | 7,46 | 34,40 | 6,23 | 30.631 | 16,00 | nd | nd | nd | nd | nd | nd | nd | nd | 0,30 | 0,19 | 0,454 | | |
| | | Média | 7,40 | 34,39 | 6,10 | 30.074 | 15,33 | — | — | — | — | — | — | — | — | 0,19 | 0,16 | 0,371 | | |
| | | Desvio-P | 0,10 | 0,01 | 0,11 | 735 | 1,15 | — | — | — | — | — | — | — | — | 0,11 | 0,05 | 0,078 | | |
| ACS | 1200 m | Mínimo | 7,42 | 34,68 | 5,68 | 31.211 | 16,00 | nd | nd | nd | nd | nd | nd | nd | nd | 0,04 | 0,17 | 0,326 | | |
| | | Máximo | 7,50 | 34,76 | 5,83 | 42.711 | 25,00 | nd | nd | nd | nd | nd | nd | nd | nd | 0,16 | 0,18 | 0,503 | | |
| | | Média | 7,46 | 34,70 | 5,77 | 36.871 | 19,33 | — | — | — | — | — | — | — | — | 0,11 | 0,18 | 0,404 | | |
| | | Desvio-P | 0,04 | 0,05 | 0,09 | 5.752 | 4,93 | — | — | — | — | — | — | — | — | 0,06 | 0,01 | 0,090 | | |
| APAN | 2100 m | Mínimo | 7,50 | 34,94 | 6,96 | 36.691 | 14,00 | nd | nd | nd | nd | nd | nd | nd | nd | 0,02 | 0,13 | 0,179 | | |
| | | Máximo | 7,62 | 34,96 | 8,03 | 41.651 | 21,00 | nd | nd | nd | nd | nd | nd | nd | nd | 0,12 | 0,13 | 0,326 | | |
| | | Média | 7,55 | 34,95 | 7,65 | 39.764 | 18,33 | — | — | — | — | — | — | — | — | 0,08 | 0,13 | 0,269 | | |
| | | Desvio-P | 0,06 | 0,01 | 0,60 | 2.684 | 3,79 | — | — | — | — | — | — | — | — | 0,06 | 0,00 | 0,079 | | |
| LIMITE DE DETECÇÃO | | - | - | - | - | 1 | 1,00 | 1 | 1,0 | 0,01 | 30 | 30 | 1 | 0,02 | 0,005 | 0,005 | 0,01 | 0,005 | | |



Transparência

A transparência variou entre 19 m na estação C3 e 30 m na estação A3 (**Figura II.5.1.4-4**). A estação B3 apresentou transparência de 25 m. Percebe-se que os dados da campanha de agosto apontaram um gradiente de transparência da água no sentido sul-norte, indicando maior concentração de material particulado na estação C3. De fato, a amostra de superfície desse ponto apresentou teor de sólidos suspensos 50% superior aos das estações A3 e B3, conforme será discutido em subitens abaixo.

Na área do Poço Gengibre, em julho de 2008, a transparência oscilou entre 9 e 11 m, em uma zona com um profundidade de 50 m. Na campanha de abril de 2010 no entorno da Plataforma de Produção de Gás PMNT-1, zona com profundidades entre 11 e 47 m, a transparência variou entre 4,0 e 18m. Já em novembro de 2010, os valores oscilaram entre 10 e 27 m na mesma região. Estes resultados indicam que os valores de transparência medidos nas áreas das Concessões BM-CAL-11/12, ponderadas as diferenças de profundidade de lâmina d'água, parecem ser compatíveis com a variação observada para outras áreas do litoral sul da Bahia.

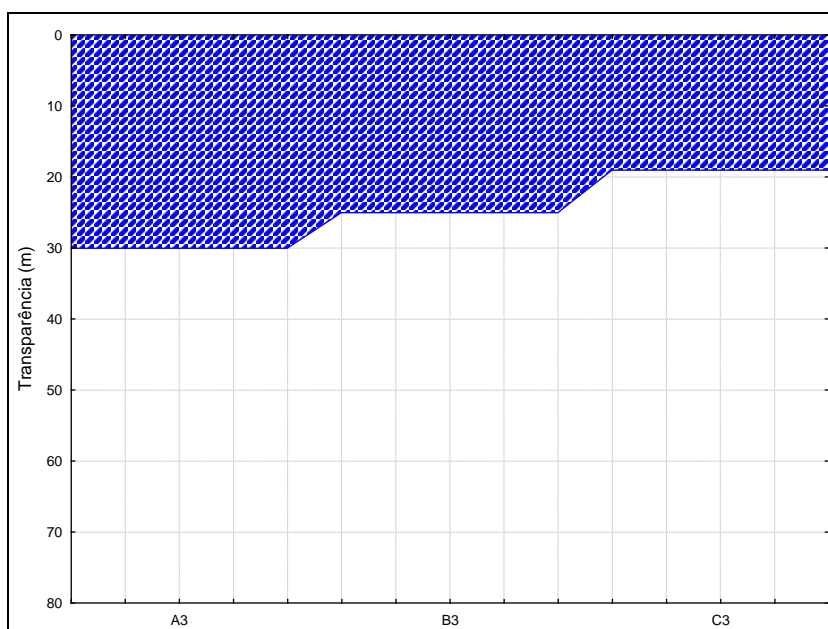


Figura II.5.1.4-4 - Transparência das estações avaliadas na área das Concessões BM-CAL-11/12 em agosto de 2011.

Indicadores de Suporte (pH, salinidade e Oxigênio Dissolvido)

Os teores de oxigênio dissolvido apresentaram uma oscilação global entre 5,68 mg/L na estação B3-ACS, e 8,03 mg/L na estação A3-APAN (**Figura II.5.1.4-5**). De modo geral, a massa de água ACS foi a que apresentou os teores mais reduzidos de oxigênio, e a APAN os mais elevados. A temperatura da água próxima a zero no APAN acaba por aumentar a solubilidade do oxigênio (PEREIRA & SOARES GOMES, 1999). O conteúdo relativamente alto de oxigênio dessas águas profundas com relação às águas mais rasas está associado à sua origem polar (CAMPOS, 1995). Quando são calculados os percentuais de saturação, nota-se que a saturação deste é mais elevada na superfície, entre 96 e 103%, enquanto que na ACS e APAN os percentuais decaem para 58 e 76%, respectivamente.

Os mínimos de oxigênio encontrados na ACS, entre 5,68 e 5,83 mg/L, confirmam que a profundidade de coleta das amostras (1.200m) correspondeu, de fato, a essa massa d'água. Segundo TSUCHIYA (1994) *apud* AGUIAR (2009), a ACS tem por característica a baixa concentração de oxigênio e salinidade, e teores de nutrientes mais elevados que a APAN, aspectos esses relacionados à massa d'água que a origina: a Água Circumpolar Profunda (ACP).

Em comparação com outras áreas, que estão em zona de menor profundidade (até 1000 m), os teores de oxigênio encontrados nas amostras de superfície das Concessões BM-CAL-11/12, média de 6,65 ±0,27 mg/L (**Tabela II.5.1.4-1**), ficaram próximos aos patamares máximos das demais avaliações, conforme pode ser observado na **Tabela II.5.1.4-2**. Estes resultados, aliados aos valores máximos de saturação próximos a 100%, evidenciam condição satisfatória de produtividade primária na superfície da água, sem evidência da presença de florações nocivas de fitoplâncton.



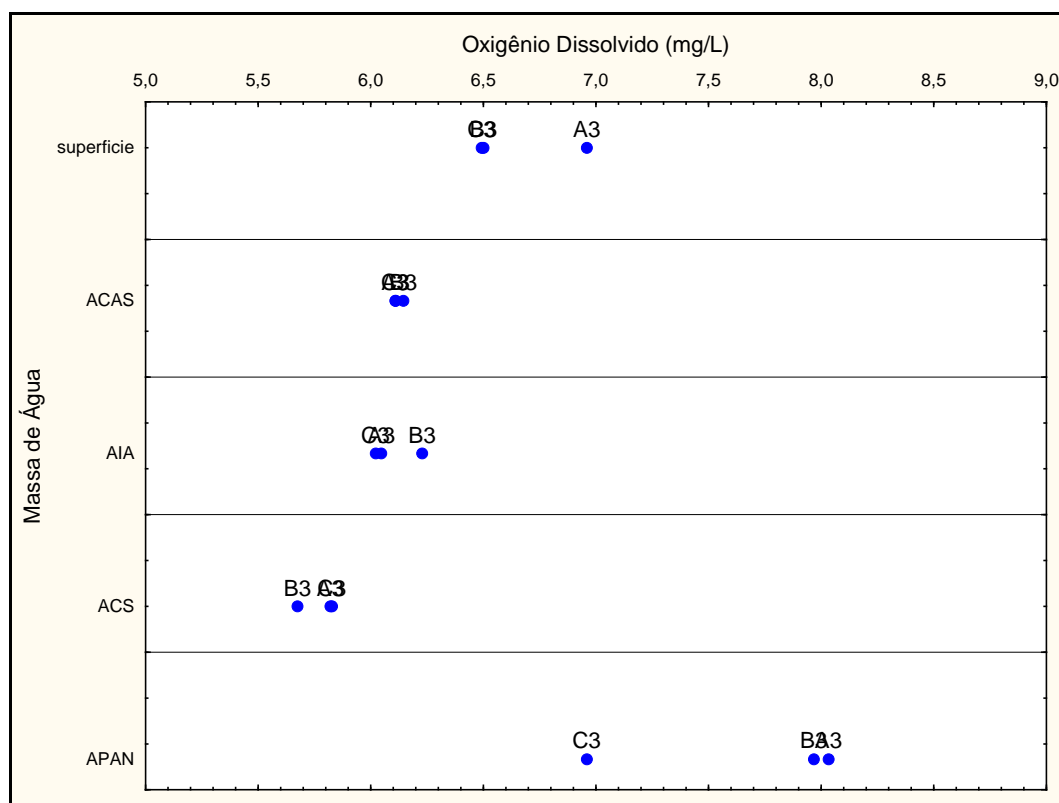


Figura II.5.1.4-5 - Valores de oxigênio dissolvido (mg/L) das diferentes massas d'água avaliadas na área das Concessões BM-CAL-11/12 em agosto de 2011.

A salinidade foi acentuadamente mais elevada na superfície da água (**Figura II.5.1.4-5**), variando entre 37,22 e 37,36, apresentando um comportamento mais linear abaixo da termoclina (60-80m). Os dados obtidos confirmaram a correspondência entre a profundidade de coleta e a massa de água desejada. Na ACAS, a salinidade oscilou entre 34,66 e 34,76, dentro da faixa de 34,6 e 36,2, citada na literatura (AGUIAR 2009, SILVEIRA, 2007 e MIRANDA, 1985). Na AIA, os valores oscilaram entre 34,38 e 34,40, menores que na ACAS, conforme também indicam os mesmos autores. AGUIAR (2009) cita que a AIA dispõe-se abaixo da termoclina em profundidades de 600 a 1200 m, onde esta contém a profundidade de coleta utilizada no presente estudo (800m). Por outro lado, CIRANO et al. (2006) adota a profundidade de 989m para investigar o comportamento da AIA em seu trajeto zonal para a costa do Brasil.

Tabela II.5.1.4-2 - Máximos, mínimos e médias dos indicadores de suporte avaliados nas Concessões BM-CAL-11/12 e em outros empreendimentos petrolíferos do litoral sul da Bahia.

| Área | Fase | Valor | Oxigênio Dissolvido | Salinidade | pH |
|--------------|----------------------|----------|---------------------|------------|------|
| BM-CAL-11/12 | EIA/Sup. 1ª camp. | Mínimo | 6,49 | 37,2 | 7,69 |
| | | Máximo | 6,96 | 37,4 | 7,89 |
| | | Média | 6,65 | 37,3 | 7,81 |
| | | Desvio-P | 0,27 | 0,10 | 0,11 |
| CRAVO | PRÉ | Mínimo | 6,00 | 32,0 | 6,43 |
| | | Máximo | 8,00 | 40,0 | 8,28 |
| | | Média | 7,34 | 34,1 | 6,71 |
| | | Desvio-P | 0,63 | 2,70 | 0,60 |
| | PÓS | Mínimo | 6,20 | 36,7 | 7,83 |
| | | Máximo | 7,27 | 37,0 | 8,01 |
| | | Média | 6,74 | 36,9 | 7,92 |
| | | Desvio-P | 0,31 | 0,10 | 0,05 |
| GENGIBRE | PRÉ | Mínimo | 6,00 | 31,0 | 6,38 |
| | | Máximo | 8,60 | 37,6 | 8,28 |
| | | Média | 7,40 | 33,8 | 7,12 |
| | | Desvio-P | 0,90 | 2,70 | 0,93 |
| | PÓS | Mínimo | 6,78 | 35,7 | 8,46 |
| | | Máximo | 7,06 | 36,8 | 8,62 |
| | | Média | 6,89 | 36,2 | 8,50 |
| | | Desvio-P | 0,09 | 0,4 | 0,06 |
| DENDÊ | PRÉ | Mínimo | 6,00 | 30,0 | 6,41 |
| | | Máximo | 8,20 | 40,0 | 8,28 |
| | | Média | 7,30 | 34,8 | 6,80 |
| | | Desvio-P | 0,73 | 3,20 | 0,77 |
| | PÓS | Mínimo | 5,46 | 33,5 | 8,41 |
| | | Máximo | 5,67 | 37,0 | 8,47 |
| | | Média | 5,59 | 35,6 | 8,44 |
| | | Desvio-P | 0,06 | 1,30 | 0,02 |
| CANELA | PRÉ | Mínimo | 5,78 | 35,4 | 8,13 |
| | | Máximo | 5,95 | 35,5 | 8,17 |
| | | Média | 5,88 | 35,5 | 8,15 |
| | | Desvio-P | 0,05 | 0,0 | 0,01 |
| MANATI | OPERAÇÃO | Mínimo | 3,97 | 24,0 | 8,08 |
| | | Máximo | 7,60 | 39,0 | 8,53 |
| | | Média | 5,75 | 35,6 | 8,32 |
| | | Desvio-P | 1,02 | 2,3 | 0,11 |

Na **Figura II.5.1.4-6** também é possível observar uma elevação da salinidade na camada logo abaixo, a APAN, com valores entre 34,94 e 34,96. Este comportamento está coerente com a afirmação de SILVEIRA *et. al.* (2000), o qual menciona salinidades entre 34,6 - 35 para as águas profundas do Atlântico Norte, ocupando níveis entre 1500 m e 3000 m de profundidade.

Na comparação com os dados secundários (**Tabela II.5.1.4-2**), a media da salinidade encontrada na superfície da água das Concessões BM-CAL-11/12, de

37,30±0,07, esteve dentro das oscilações obtidas nos demais poços, exceto para o Poço Canela, o qual apresentou salinidade mais reduzida (35,5) na campanha de Pré-perfuração, em abril de 2007 (**Tabela II.5.1.4-2**).

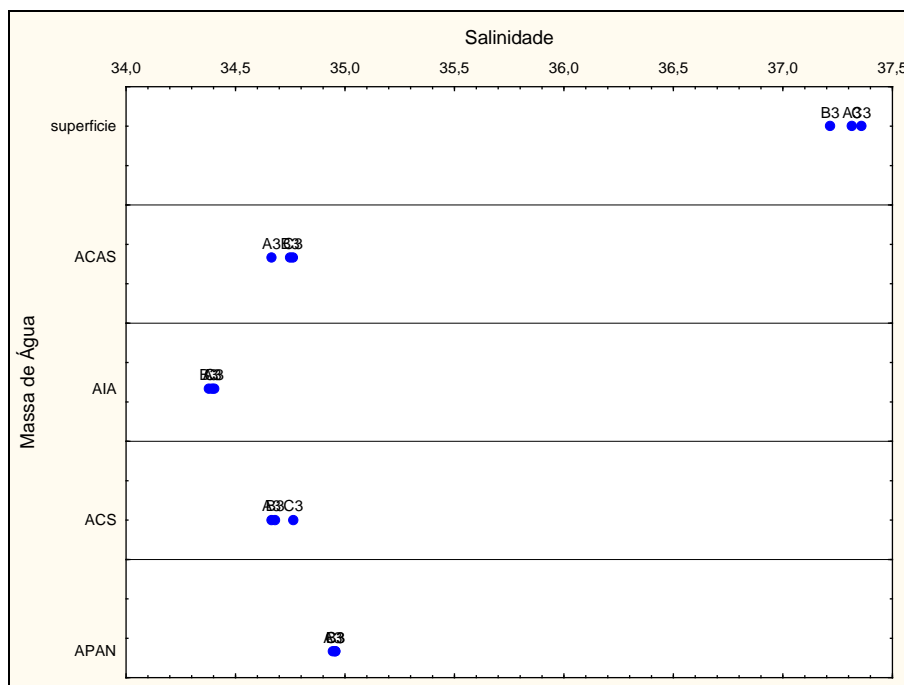


Figura II.5.1.4-6 - Valores de salinidade das diferentes massas d'água avaliadas na área das Concessões BM-CAL-11/12 em agosto de 2011.

Em relação ao pH os valores foram claramente mais elevados na superfície, entre 7,69 e 7,89 (**Figura II.5.1.4-7**). Nas demais camadas abaixo da termoclina, o pH exibiu padrões de variação similares entre as massas d'água, mas não entre as estações. Em comparação com outras áreas do litoral sul, o pH encontrado na água das Concessões BM-CAL-11/12, foi um pouco inferior, por exemplo, quando é confrontada a média do presente estudo, 7,81, com as de levantamentos feitos na área dos Poços Cravo (pós), Gengibre (pós), Dendê (pos), Canela e Manati.

De acordo com NIENCHESKI et. al. (1999) o pH da água do mar é fortemente influenciado pelo sistema carbônico, composto pelas concentrações de gás carbônico e carbonatos, formados durante os processos de fotossíntese, respiração, precipitação e trocas oceanos-atmosfera. Neste sentido, os valores mais reduzidos encontrados no presente estudo, em particular, nas camadas mais

profundas, podem estar associados a uma menor produtividade primária nas zonas de formação das massas de água abaixo da termoclina.

A tendência de diminuição do pH ilustrada na **Figura II.5.1.4-7** é esperada, pois se trata de uma característica do padrão de distribuição deste indicador no Oceano Atlântico sudoeste (ANDRADE et al., 1999 *apud* CEPEMAR, 2009).

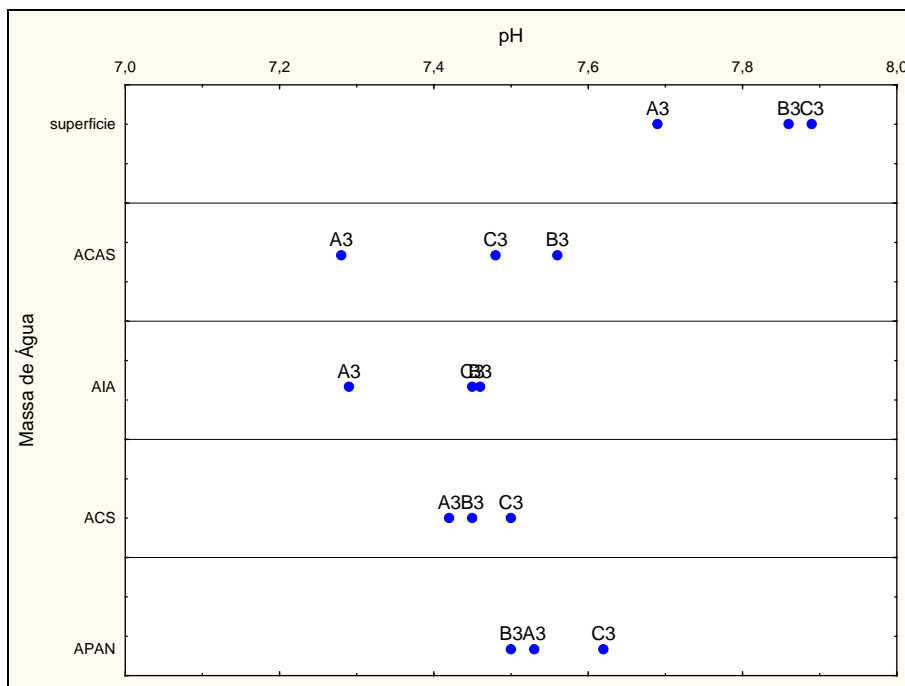


Figura II.5.1.4-7 - Valores de pH das diferentes massas d'água avaliadas na área das Concessões BM-CAL-11/12 em agosto de 2011.

Material Particulado (Sólidos Suspensos e Turbidez)

O teor de sólidos suspensos apresentou uma variação global de 14 e 25 mg/L. A **Figura II.5.1.4-8** ilustra que no perfil vertical o material particulado foi mais elevado nas massas ACAS e APAN, mas com o registro máximo obtido na ACS da estação C3. Os maiores valores encontrados nessa estação explicam a menor transparência registrada entre as três estações, uma vez que este parâmetro interfere na penetração da luz na coluna d'água (REZENDE *et. al.*, 2007).

Em comparação com os outros estudos realizados ao norte e oeste das Concessões BM-CAL-11/12 (**Tabela II.5.1.4-2**), nota-se que as médias de sólidos

suspensos obtidas em agosto de 2011 na área do empreendimento, estão dentro das variações máximas e mínimas encontradas na maioria dos outros poços já monitorados, exceto nas campanhas pós-perfuração de Gengibre e Dendê, que apresentaram teores mais reduzidos.

Nas avaliações hidroquímicas realizadas pelo Projeto REVIZEE (REZENDE, *et. al*, 2007), Operações Central III e IV, os valores máximos e mínimos de sólidos suspensos, entre 1,37 e 38,33 mg/L, foram similares aos encontrados no presente estudo, porém, as médias registradas foram menores (entre 6,09 e 9,77 mg/L).

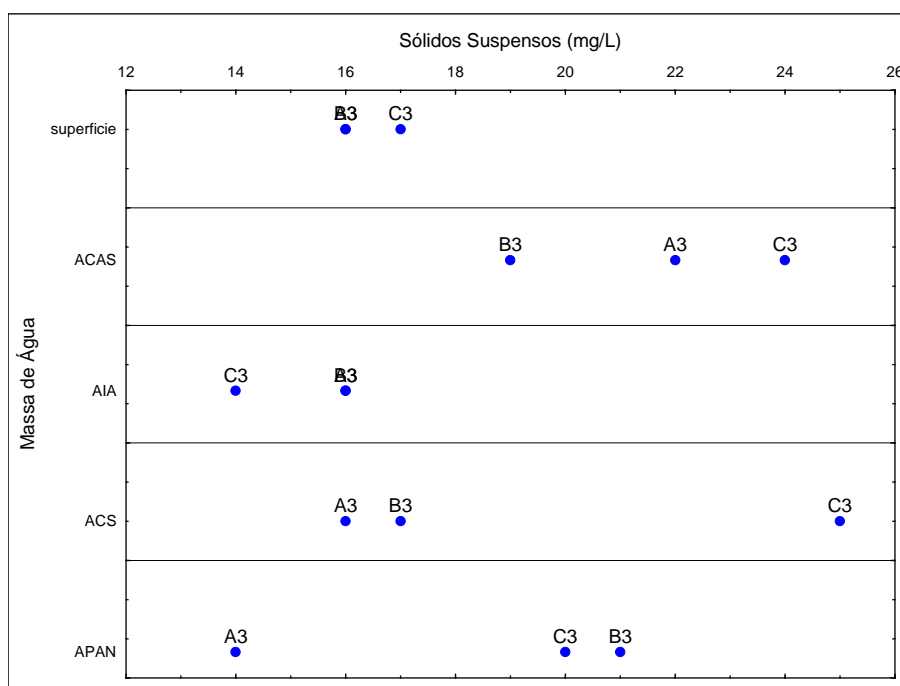


Figura II.5.1.4-8 - Valores de sólidos suspensos (mg/L) das diferentes massas d'água avaliadas na área das Concessões BM-CAL-11/12 em agosto de 2011.

Em relação à turbidez, os valores foram inferiores ao LD, de 1,0 UNT, em todas as amostras analisadas, indicando baixa concentração de partículas suspensas em todas as massas de água avaliadas. Os resultados encontrados estão coerentes com valores muito reduzidos também registrados nos estudos apresentados na **Tabela II.5.1.4-3**.

Tabela II.5.1.4-3 - Máximos, mínimos e médias dos indicadores material particulado na água das Concessões BM-CAL-11/12 e em outros empreendimentos petrolíferos do litoral sul da Bahia.

| Área | Fase | Valor | Sol. Suspensos (mg/L) | Turbidez (UNT) |
|--------------|----------------------|----------|-----------------------|----------------|
| BM-CAL-11/12 | EIA/Sup. 1ª camp. | Mínimo | 16 | < 1 |
| | | Máximo | 17 | < 1 |
| | | Média | 16 | - |
| | | Desvio-P | 1 | - |
| CRAVO | PRÉ | Mínimo | 58 | 0,02 |
| | | Máximo | 138 | 0,44 |
| | | Média | 74 | 0,32 |
| | | Desvio-P | 23 | 0,13 |
| | PÓS | Mínimo | 4 | 0,00 |
| | | Máximo | 8 | 0,84 |
| | | Média | 5 | 0,30 |
| | | Desvio-P | 1 | 0,32 |
| GENGIBRE | PRÉ | Mínimo | 51 | 0,02 |
| | | Máximo | 126 | 1,29 |
| | | Média | 74 | 0,44 |
| | | Desvio-P | 21 | 0,34 |
| | PÓS | Mínimo | 8 | 0,00 |
| | | Máximo | 18 | 1,00 |
| | | Média | 16 | 0,10 |
| | | Desvio-P | 3 | 0,32 |
| DENDÊ | PRÉ | Mínimo | 63 | na |
| | | Máximo | 138 | na |
| | | Média | 84 | - |
| | | Desvio-P | 26 | - |
| | PÓS | Mínimo | 5 | na |
| | | Máximo | 7 | na |
| | | Média | 5 | - |
| | | Desvio-P | 1 | - |
| CANELA | PRÉ | Mínimo | 71 | 0,25 |
| | | Máximo | 133 | 0,60 |
| | | Média | 104 | 0,39 |
| | | Desvio-P | 17 | 0,13 |
| MANATI | OPERAÇÃO | Mínimo | 1 | < 1 |
| | | Máximo | 88 | 2,62 |
| | | Média | 21 | - |
| | | Desvio-P | 25 | - |

Sólidos Totais Dissolvidos

Em relação aos sólidos totais dissolvidos, os dados indicaram grande variabilidade vertical (**Figura II.5.1.4-9**), com o registro de valores mais elevados nas camadas mais profundas (ACS e APAN), com médias de 36.871 ± 5.752 e 39.764 ± 2.684 mg/L, respectivamente. A menor variabilidade foi encontrada nas

amostras da massa AIA, com média de 30.074 ± 735 mg/L. Especialmente, a estação A3, situada na porção norte da poligonal do empreendimento, foi a que apresentou os valores mais elevados.

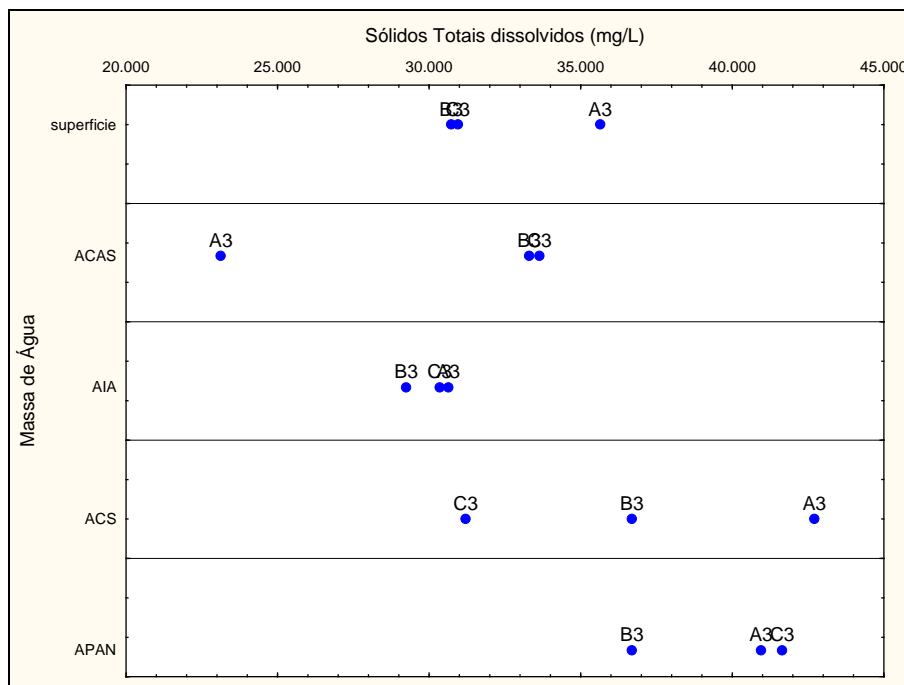


Figura II.5.1.4-9 - Valores de sólidos totais dissolvidos (mg/L) das diferentes massas d'água avaliadas na área das Concessões BM-CAL-11/12 em agosto de 2011.

Na comparação com os estudos realizados no litoral sul da Bahia pela PETROBRAS (**Tabela II.5.1.4-4**), percebe-se que a média encontrada nas amostras de superfície das Concessões BM-CAL-11/12 foram as menores em comparação com as outras áreas. No mais recente, que é o monitoramento da operação do Campo de Manati, a média das concentrações de sólidos totais dissolvidos em 12 campanhas de amostragem foi de 41.008,2 mg/L, contra 33.441,0 mg/L no presente estudo.

Tabela II.5.1.4-4 - Máximos, mínimos e médias dos sólidos totais dissolvidos nas Concessões BM-CAL-11/12 e em outros empreendimentos petrolíferos do litoral sul da Bahia.

| Área | Fase | Valor | Sol. Totais Dissolvidos (mg/L) |
|--------------|----------------------|----------|--------------------------------|
| BM-CAL-11/12 | EIA/Sup. 1ª camp. | Mínimo | 30.731,0 |
| | | Máximo | 35.641,0 |
| | | Média | 32.441,0 |
| | | Desvio-P | 2.773,5 |
| CRAVO | PRÉ | Mínimo | 41.130,0 |
| | | Máximo | 52.000,0 |
| | | Média | 43.343,0 |
| | | Desvio-P | 3.267,0 |
| | PÓS | Mínimo | 37.020,0 |
| | | Máximo | 42.070,0 |
| | | Média | 39.487,0 |
| | | Desvio-P | 1.438,8 |
| GENGIBRE | PRÉ | Mínimo | 39.590,0 |
| | | Máximo | 62.280,0 |
| | | Média | 46.570,0 |
| | | Desvio-P | 7.519,1 |
| | PÓS | Mínimo | 41.590,0 |
| | | Máximo | 47.750,0 |
| | | Média | 43.902,0 |
| | | Desvio-P | 1.721,1 |
| DENDÊ | PRÉ | Mínimo | 39.460,0 |
| | | Máximo | 52.000,0 |
| | | Média | 43.654,0 |
| | | Desvio-P | 3.775,3 |
| | PÓS | Mínimo | 39.080,0 |
| | | Máximo | 44.190,0 |
| | | Média | 42.283,0 |
| | | Desvio-P | 1.587,3 |
| CANELA | PRÉ | Mínimo | 37.400,0 |
| | | Máximo | 61.785,0 |
| | | Média | 57.658,5 |
| | | Desvio-P | 7.351,2 |
| MANATI | OPERAÇÃO | Mínimo | 24.600,0 |
| | | Máximo | 55.220,0 |
| | | Média | 41.008,6 |
| | | Desvio-P | 5.283,2 |

Matéria Orgânica (COT)

Das quinze amostras de Carbono Orgânico Total analisadas, apenas uma registrou valor acima do LD de 1,0 mg/L, que foi a de superfície da estação C3 (2,0 mg/L). Quando comparados as estudos citados na **Tabela II.5.1.4-5**, percebe-se que a região das Concessões BM-CAL-11/12 apresenta água oceânicas

pobres em carbono orgânico, muito em função da distância em relação à costa, onde nas zonas mais rasas, a maior disponibilidade de nutrientes possibilita a adição de carbono na água, por conta da elevada produtividade primária e dos detritos orgânicos lançados pelos aportes continentais. Na Operação Central III do Projeto REVIZEE (REZENDE *et. al*, 2007), os valores de médios de carbono orgânico dissolvido oscilaram entre 3,20 e 24,99 mg/L, em amostras coletadas entre 1 e 200 m de profundidade.

Tabela II.5.1.4-5 - Máximos, mínimos e médias do Carbono Orgânico Total (COT) avaliado nas Concessões BM-CAL-11/12 e em outros empreendimentos petrolíferos do litoral sul da Bahia.

| Área | Fase | Valor | COT (mg/L) |
|--------------|----------------------|----------|------------|
| BM-CAL-11/12 | EIA/Sup. 1ª camp. | Mínimo | < 1 |
| | | Máximo | 2,00 |
| | | Média | - |
| | | Desvio-P | - |
| CRAVO | PRÉ | Mínimo | 1,30 |
| | | Máximo | 28,20 |
| | | Média | 4,57 |
| | | Desvio-P | 8,38 |
| | PÓS | Mínimo | 5,00 |
| | | Máximo | 17,00 |
| | | Média | 8,30 |
| | | Desvio-P | 3,59 |
| GENGIBRE | PRÉ | Mínimo | 1,00 |
| | | Máximo | 5,00 |
| | | Média | 1,81 |
| | | Desvio-P | 1,36 |
| | PÓS | Mínimo | 5,00 |
| | | Máximo | 9,00 |
| | | Média | 6,20 |
| | | Desvio-P | 1,23 |
| DENDÊ | PRÉ | Mínimo | 1,30 |
| | | Máximo | 28,50 |
| | | Média | 17,99 |
| | | Desvio-P | 13,07 |
| | PÓS | Mínimo | 2,00 |
| | | Máximo | 5,67 |
| | | Média | 5,24 |
| | | Desvio-P | 1,14 |
| CANELA | PRÉ | Mínimo | < 1,0 |
| | | Máximo | 14,40 |
| | | Média | 5,88 |
| | | Desvio-P | 4,47 |
| MANATI | OPERAÇÃO | Mínimo | 1,00 |
| | | Máximo | 26,00 |
| | | Média | 9,09 |
| | | Desvio-P | 5,82 |

Hidrocarbonetos (TPHs, HPAs, n-alcanos e MCNR)

Entre os indicadores de contaminação por hidrocarbonetos avaliados, TPH, n-alcanos e MCNR não foram detectados nas quinze amostras analisadas. Esta mesma regra seria válida para os HPA, não fosse o registro de 0,03 µg/L de naftaleno na amostra de superfície da estação A3. Concentrações reduzidas deste mesmo composto têm sido observadas no Campo de Manati (**Tabela II.5.1.4-6**), inclusive nas estações controle, mais afastadas da costa.

Tabela II.5.1.4-6 - Máximos, mínimos e médias dos indicadores de hidrocarbonetos (µg/L) na água das Concessões BM-CAL-11/12 e em outros empreendimentos petrolíferos do litoral sul da Bahia.

| Área | Fase | Valor | TPHs | HPAs | n-Alcanos | MCNR |
|--------------|----------------------|----------|------|--------|-----------|------|
| BM-CAL-11/12 | EIA/Sup. 1ª camp. | Mínimo | < 30 | < 0,01 | < 1 | < 30 |
| | | Máximo | < 30 | 0,03 | < 1 | < 30 |
| | | Média | - | - | - | - |
| | | Desvio-P | - | - | - | - |
| MANATI | OPERAÇÃO | Mínimo | na | < 0,01 | < 1 | na |
| | | Máximo | na | 1,97 | 73 | na |
| | | Média | - | - | - | - |
| | | Desvio-P | - | - | - | - |

na: não analisado

Produtividade Primária (Clorofila a)

Com relação à clorofila a, apenas amostra da Base da Camada de Mistura registrou uma concentração de 0,13 µg/L, conforme indicado na **Tabela II.5.1.4-7**. As demais amostras apresentaram valores abaixo do LD, de 0,01 µg/L. Vale lembrar que as amostras foram coletadas em duas profundidades: superfície e Base da Camada de Mistura, a qual variou entre 70 e 80m na área de estudo.

De acordo com BRANDINI *et al.*, (1997) *apud* CIOTI *et. al* (2007), a zona economicamente exclusiva do trecho oceânico entre Salvador e o Cabo de São Tomé apresenta natureza oligotrófica, por conta da influência da Corrente do Brasil (CB). CIOTI *et. al.* (2007) identificou na zona supracitada valores médios de clorofila a variando entre 0,04 e 0,21 µg/L em 1998, e entre 0,02 e 0,15 µg/L no ano 2000. Em ambos os períodos os maiores valores de clorofila foram registrados entre as profundidades de 50 e 100 m, faixa onde foi obtida maior concentração de clorofila a no presente estudo.

De acordo com CIOTI *et. al.* (2007), as camadas superficiais do Oceano Atlântico Sudoeste apresentam pouca disponibilidade de nutrientes para produção de biomassa fitoplanctônica. Outro fator limitante citado pelo mesmo autor é a fotoinibição das taxas de crescimento celular do fitoplâncton, provocadas pela intensa radiação na superfície da água. Então ele conclui que as maiores concentrações de clorofila seriam encontradas nas regiões com melhores condições de intensidade luminosa e nutrientes.

Tabela II.5.1.4-7 - Concentrações de clorofila a nas amostras de água da superfície e Base da Camada de Mistura (BCM) das três estações avaliadas nas Concessões BM-CAL-11/12, em agosto de 2011.

| Profundidade | Estação | LQ | Clorofila a (µg/L) |
|--------------|---------|------|--------------------|
| Superfície | A3 | 0,01 | < 0,01 |
| | B3 | 0,01 | < 0,01 |
| | C3 | 0,01 | < 0,01 |
| BCM | A3 | 0,01 | < 0,01 |
| | B3 | 0,01 | 0,13 |
| | C3 | 0,01 | < 0,01 |

Nutrientes (Amônia, Nitrito, Nitrato e Fosfato)

Dos nutrientes avaliados, as formas reduzidas de compostos nitrogenados não foram detectadas em nenhuma das quinze amostras analisadas. Isso ocorre por que estes compostos, quando presentes na água, são rapidamente assimilados pelas bactérias e fitoplâncton (KIELING, 2004, NYBAKKEN, 2004).

O nitrato foi detectado apenas nas camadas abaixo da termoclina, não sendo detectado (< 0,005 mg/L) nas amostras de superfície (**Figura II.5.1.4-10**). Especialmente, nota-se que os valores foram menores na estação A3, situada na porção norte do empreendimento, e mais elevados nas amostra da estação C3, trecho sul da poligonal. Verticalizando os dados, nota-se que as maiores concentrações de nitrato foram registradas nas camadas AIA e ACS (média de 0,19±0,11 e 0,11±0,06 mg/L, respectivamente), e mais reduzidos na superfície e na APAN (média de 0,08±0,06 mg/L). Teores reduzidos de nitrato também são observados em áreas mais rasas, conforme indicado na **Tabela II.5.1.4-8**.

Em relação ao fosfato, este apresentou padrão similar ao nitrato, sendo as mínimas registradas na superfície (< 0,01 mg/L), e as máximas nas massas AIA e

ACS ($0,16 \pm 0,05$ e $0,18 \pm 0,01$ mg/L, respectivamente), conforme indicado na **Figura II.5.1.4-11**. Segundo REID (1989) *apud* AGUIAR (2009), a ACS possui um máximo de sílica e fosfato nas proximidades do equador.

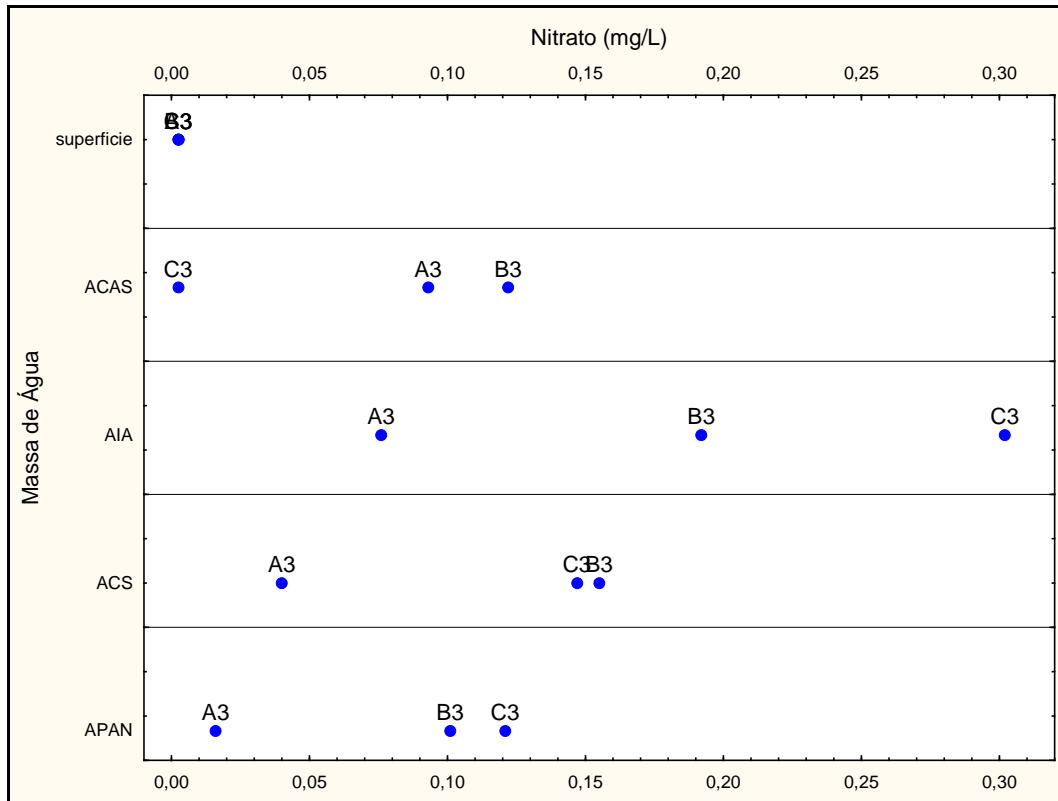


Figura II.5.1.4-10 - Valores de nitrato (mg/L) das diferentes massas d'água avaliadas na área das Concessões BM-CAL-11/12 em agosto de 2011.

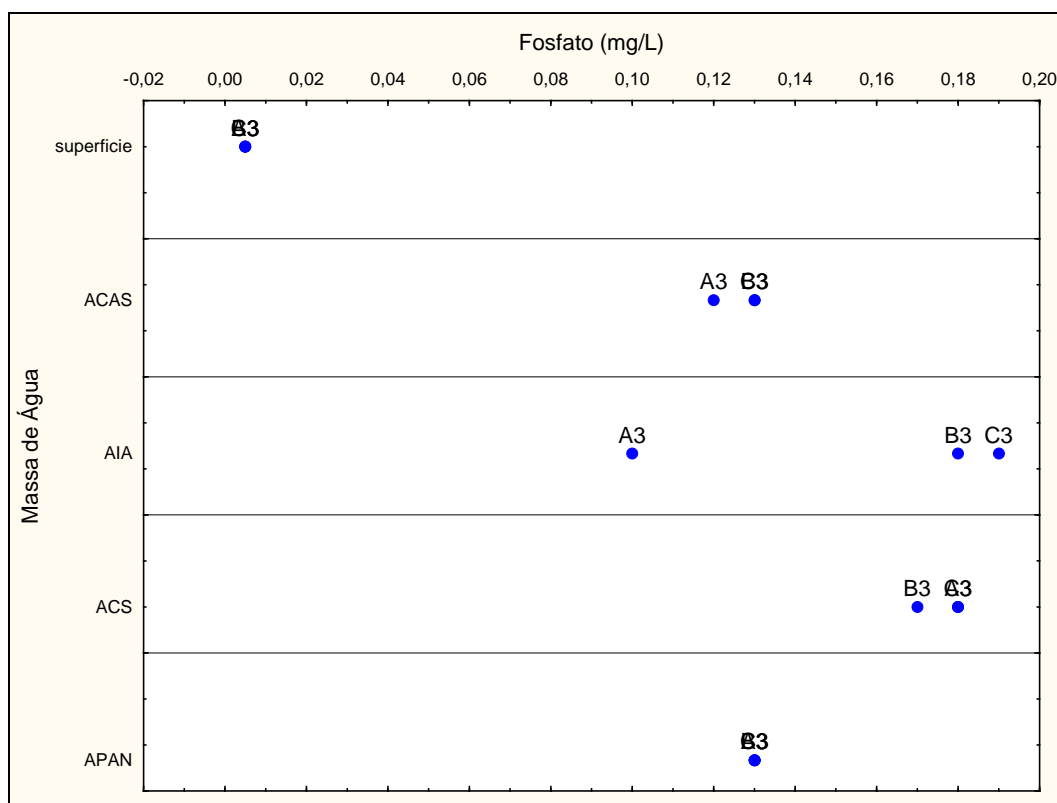


Figura II.5.1.4-11 - Valores de fosfato (mg/L) das diferentes massas d'água avaliadas na área das Concessões BM-CAL-11/12 em agosto de 2011.

Na comparação com os estudos apresentados na **Tabela II.5.1.4-8** percebe-se semelhança entre os teores apurados nas áreas mais rasas e a massa de água superficial das Concessões BM-CAL-11/12, confirmando as afirmações já mencionadas na análise da clorofila a, acerca da característica oligotrófica da massa de água superficial do Atlântico Sudoeste.

Tabela II.5.1.4-8 - Máximos, mínimos e médias dos nutrientes avaliados nas Concessões BM-CAL-11/12 e em outros empreendimentos petrolíferos do litoral sul da Bahia.

| Área | Fase | Valor | Amônia (mg/L) | N-Nitrito (mg/L) | N-Nitrato (mg/L) | Fosfato (mg/L) |
|--------------|----------------------|----------|---------------|------------------|------------------|----------------|
| BM-CAL-11/12 | EIA/Sup. 1ª camp. | Mínimo | < 0,02 | < 0,005 | < 0,005 | < 0,01 |
| | | Máximo | < 0,02 | < 0,005 | < 0,005 | < 0,01 |
| | | Média | - | - | - | - |
| | | Desvio-P | - | - | - | - |
| CRAVO | PRÉ | Mínimo | 0,020 | < 0,005 | < 0,005 | < 0,01 |
| | | Máximo | 0,060 | < 0,005 | < 0,005 | < 0,01 |
| | | Média | 0,029 | - | - | - |
| | | Desvio-P | 0,026 | - | - | - |
| | PÓS | Mínimo | < 0,02 | < 0,005 | 0,005 | < 0,01 |
| | | Máximo | < 0,02 | < 0,005 | 0,007 | < 0,01 |
| | | Média | - | - | 0,002 | - |
| | | Desvio-P | - | - | 0,003 | - |
| GENGIBRE | PRÉ | Mínimo | 0,020 | < 0,005 | < 0,005 | < 0,01 |
| | | Máximo | 0,060 | < 0,005 | < 0,005 | < 0,01 |
| | | Média | 0,037 | - | - | - |
| | | Desvio-P | 0,012 | - | - | - |
| | PÓS | Mínimo | 0,010 | < 0,005 | 0,006 | 0,010 |
| | | Máximo | 0,060 | < 0,005 | 0,025 | 0,020 |
| | | Média | 0,035 | - | 0,014 | 0,008 |
| | | Desvio-P | 0,014 | - | 0,006 | 0,008 |
| DENDÊ | PRÉ | Mínimo | na | na | na | na |
| | | Máximo | na | na | na | na |
| | | Média | na | - | na | - |
| | | Desvio-P | na | - | na | - |
| | PÓS | Mínimo | na | na | na | na |
| | | Máximo | na | na | na | na |
| | | Média | na | - | na | - |
| | | Desvio-P | na | - | na | - |
| CANELA | PRÉ | Mínimo | 0,020 | < 0,01 | < 0,3 | < 0,07 |
| | | Máximo | 0,440 | < 0,01 | < 0,3 | < 0,07 |
| | | Média | 0,077 | - | 0 | - |
| | | Desvio-P | 0,164 | - | 0 | - |
| MANATI | OPERAÇÃO | Mínimo | 0,001 | < 0,005 | 0,001 | 0,001 |
| | | Máximo | 0,054 | < 0,005 | 0,094 | 0,040 |
| | | Média | 0,010 | - | 0,015 | 0,009 |
| | | Desvio-P | 0,011 | - | 0,017 | 0,007 |

Silicatos

A distribuição vertical dos silicatos nas diferentes massas d'água avaliadas na área das Concessões BM-CAL-11/12 foi similar ao comportamento dos nitratos e fosfatos. Na superfície, estes compostos não foram detectados, e nas massas AIA e ACS foram registrados os teores mais elevados, entre 0,3 e 0,5 mg/L (**Figura II.5.1.4-12**). Esse padrão está em concordância com as afirmações de TSUCHIYA

(1994), sobre o registro de teores mais elevados de nutrientes nessa camada. MEMERY et al. (2000) *apud* SILVEIRA (2007) afirma que o núcleo da ACS é identificado pela aproximada coincidência entre as profundidades dos máximos de oxigênio e silicato e mínimo de temperatura.

Na avaliação hidroquímica das massas de água costeiras e oceânicas do trecho entre Salvador e o Cabo de São Tome (RJ), pelo Projeto REVIZEE, foram registradas concentrações de silicato oscilando entre 0,006 e 2,0 mg/L (REZENDE *et. al.* 2007), faixa onde estão inseridos todos os teores de silicatos encontrados no presente estudo.

No EIA de atividade sísmica na Bacia do Espírito Santo (CEPEMAR, 2000), são citados como valores típicos de silicatos para a Bacia de Campos entre 0,2 e 1,9 mg/L, para águas entre 1 e 200 m. A lâmina d'água avaliada na área das Concessões BM-CAL-11/12 revelou valores inferiores a essa faixa, evidenciando a pobreza de silicatos dissolvidos no trecho oceânico avaliado.

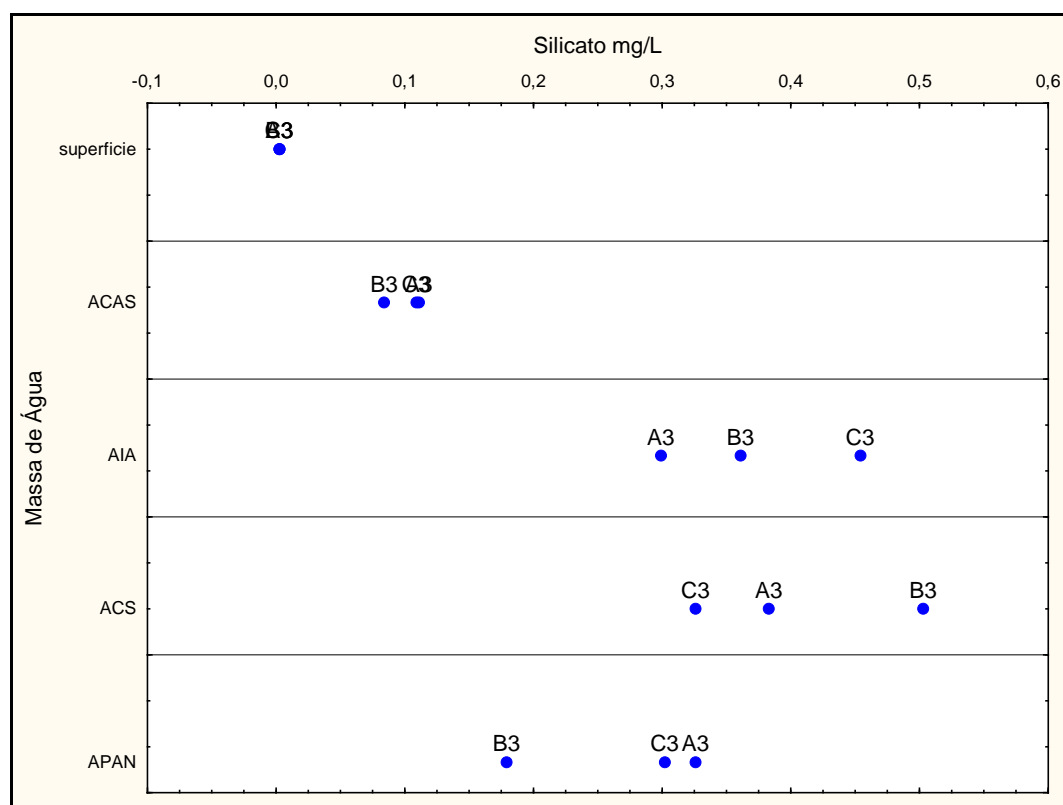


Figura II.5.1.4-12 - Valores de silicatos (mg/L) das diferentes massas d'água avaliadas na área das Concessões BM-CAL-11/12 em agosto de 2011.

Razão CNP

As razões estequiométricas entre as concentrações de carbono, nitrogênio e fósforo nas amostras de água são apresentadas na **Tabela II.5.1.4-9**. Em relação ao carbono e nitrogênio, a razão C/N se manteve fixa na proporção 1:20 em quase todas as amostras, em grande parte devido aos teores reduzidos destes nutrientes nas amostras de água. A única exceção foi a amostra de superfície da estação C3, que também foi a única a apresentar um valor de carbono acima do LD. Em relação aos teores de fósforo, as proporções mais elevadas foram encontradas nas amostras de superfície e da ACS, em grande parte em função do maior teor de nitratos e fosfatos nessa zona.

Não foram encontradas referências na literatura sobre valores de background de razão C:N:P para amostras oceânicas do trecho onde está inserida a poligonal das Concessões BM-CAL-11/12. Este tipo de análise também não foi realizada nas amostras dos estudos considerados como fontes de dados secundários.

Tabela II.5.1.4-9 - Máximos, mínimos e médias dos nutrientes avaliados nas Concessões BM-CAL-11/12 e em outros empreendimentos petrolíferos do litoral sul da Bahia.

| MASSA D'ÁGUA | AMOSTRA | RAZÃO C:N:P |
|--------------|---------|--------------------|
| Superfície | A3 | 1,0 : 20,0 : 2,46 |
| | B3 | 1,0 : 20,0 : 10,00 |
| | C3 | 1,0 : 43,5 : 10,00 |
| ACAS | A3 | 1,0 : 20,0 : 0,61 |
| | B3 | 1,0 : 20,0 : 0,02 |
| | C3 S | 1,0 : 20,0 : 0,51 |
| AIA | A3 | 1,0 : 20,0 : 0,74 |
| | B3 | 1,0 : 20,0 : 0,70 |
| | C3 | 1,0 : 20,0 : 0,78 |
| ACS | A3 | 1,0 : 20,0 : 10,00 |
| | B3 | 1,0 : 20,0 : 2,46 |
| | C3 | 1,0 : 20,0 : 1,13 |
| APAN | A3 | 1,0 : 20,0 : 10,00 |
| | B3 | 1,0 : 20,0 : 1,23 |
| | C3 | 1,0 : 20,0 : 0,53 |

Considerações finais sobre a avaliação da qualidade das águas

Os dados obtidos na avaliação da qualidade das águas nas três estações de amostragem das Concessões BM-CAL-11/12, realizada em agosto de 2011, permitiram concluir, preliminarmente, que:

- Os dados de salinidade e oxigênio confirmaram que as profundidades de coleta das amostras corresponderam às respectivas massas d'água existentes na área. Os valores encontrados foram considerados satisfatórios e sem indicativos de produtividade primária excessiva.
- Os valores de pH apresentaram valores mais elevados na superfície e maior variabilidade nas camadas abaixo do termoclina (ACAS, AIA, ACS e APAN).
- Os dados de hidrocarbonetos indicam que as águas da faixa oceânica avaliada estão isentas de contaminação por estes compostos.
- Já os tores de sólidos suspensos foram mais abundantes nas camadas subsuperficiais, assim como os teores de nutrientes (fosfatos, nitratos e silicatos). Mesmo assim, todo o perfil vertical da coluna d'água avaliada na área das Concessões BM-CAL-11/12 revelou a predominância da condição oligotrófica.
- Em relação à clorofila a, os dados apontaram para baixa produtividade primária na maioria das amostras, exceto na camada BCM da estação B3, que indicou a existência de um maior adensamento de fitoplâncton naquela zona, fato relatado como normal em águas superficiais do Atlântico Sudoeste.

Qualidade do sedimento

A seguir são apresentados os principais resultados obtidos com relação à qualidade físico-química dos sedimentos na área das Concessões BM-CAL-11/12. Os dados serão apresentados e discutidos por parâmetro avaliado. Os laudos de análise são apresentados em **Anexo II.5.1.4-2**.

A discussão envolverá primeiro uma abordagem da variação observada nos diferentes estratos (0-2, 2-5 e 5-10 cm) presentes na área das Concessões BM-CAL-11/12, vale lembrar que os metais e hidrocarbonetos foram analisados apenas na camada 0-2 cm. Em seguida serão feitas comparações entre estes resultados e outros estudos ambientais realizados em empreendimentos petrolíferos do litoral sul da Bahia. No entanto, apenas os resultados obtidos nas amostras de superfície das Concessões BM-CAL-11/12 foram considerados, já que nos demais estudos não houve coletas ao longo do perfil vertical do sedimento.

Granulometria

A **Figura II.5.1.4-13** apresenta os gráficos das médias granulométricas nos diferentes estratos (0-2, 2-5 e 5-10 cm) das estações avaliadas. Analisando os dados de maneira comparativa, é possível notar que percentuais de argila foram predominantes sobre as demais texturas, sendo as estações B2, C1 e C2, as que apresentaram menor percentual de finos, fato esperado, visto que estas estações estão próximas a cânions do leito marinho, onde a hidrodinâmica é mais forte que nas demais áreas avaliadas. Os resultados evidenciam a predominância de sedimentos lamosos na área de estudo (silte + argila), com percentuais superiores a 70% em quase todas as amostras. Os teores de cascalho foram inferiores a 0,9 %, e os de areia foram mais elevados apenas nas amostras da estação C2 (cerca de 40%).

A **Tabela II.5.1.4-10** apresenta os percentuais médios obtidos nas análises granulométricas nos diferentes estratos (0-2, 2-5 e 5-10 cm) das amostras de



sedimento obtidos no presente monitoramento. Não foi observado gradiente vertical quanto à textura dos sedimentos entre os estratos analisados.

O predomínio de argila e silte em todas as amostras indicam que a área apresenta hidrodinamismo baixo, possibilitando a deposição de partículas finas no fundo.

A textura do sedimento observada na área das Concessões BM-CAL-11/12 se assemelha aos dados da plataforma continental sudeste, onde os teores de silte e argila são, via de regra, superiores a 50%. (CENPES, 2008). No entanto, há diferenças marcantes no que diz respeito à origem dessas partículas, conforme será explicado no subitem seguinte.

Na comparação com os estudos realizados no litoral sul da Bahia pela PETROBRAS (**Tabela II.5.1.4-11**) observa-se que houve predomínio das frações lamosas (silte e argila) nas áreas mais profundas, como nos poços Copaíba, Jequitibá e Canela, padrão também encontrado na área das Concessões BM-CAL-11/12. Nas zonas mais rasas, como no entorno da PMNT e Poço Gengibre, os sedimentos possuem textura mais arenosa. Outro aspecto a ser destacado nesses estudos é a mudança de textura do sedimento entre as fases pré e pós perfuração.

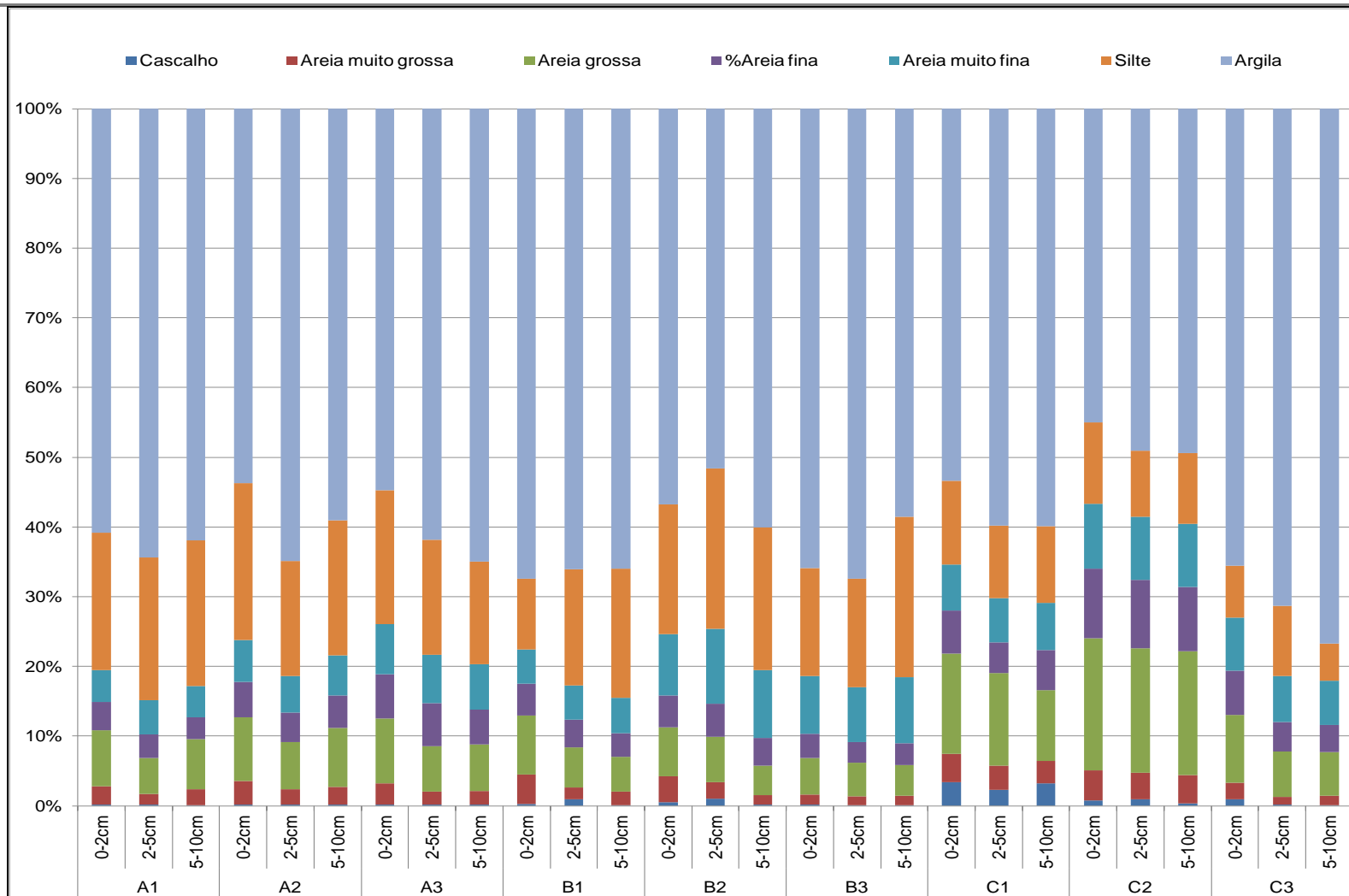


Figura II.5.1.4-13 - Médias da granulometria nos diferentes estratos avaliados na área das Concessões BM-CAL-11/12 em agosto de 2011.

Tabela II.5.1.4-10 - Percentuais médias (%) obtidos nas análises granulométricas das amostras de sedimento avaliados nas Concessões BM-CAL-11/12 em agosto de 2011.

| Estação | Estrato | Casc. | AMG | AG | AF | AMF | Silte | Argila |
|--------------|---------|-------|------|-------|-------|-------|-------|--------|
| L.D. (mg/Kg) | — | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 |
| A1 | 0-2cm | 0,17 | 2,60 | 8,07 | 4,03 | 4,57 | 19,73 | 60,83 |
| | 2-5cm | 0,17 | 1,57 | 5,17 | 3,33 | 4,90 | 20,47 | 64,40 |
| | 5-10cm | 0,10 | 2,30 | 7,17 | 3,13 | 4,47 | 20,90 | 62,00 |
| A2 | 0-2cm | 0,17 | 3,37 | 9,13 | 5,07 | 6,03 | 22,50 | 53,73 |
| | 2-5cm | 0,17 | 2,17 | 6,80 | 4,27 | 5,23 | 16,53 | 64,87 |
| | 5-10cm | 0,20 | 2,53 | 8,47 | 4,63 | 5,73 | 19,33 | 59,07 |
| A3 | 0-2cm | 0,17 | 3,07 | 9,27 | 6,33 | 7,27 | 19,17 | 54,73 |
| | 2-5cm | 0,13 | 1,87 | 6,53 | 6,17 | 6,97 | 16,50 | 61,83 |
| | 5-10cm | 0,17 | 1,93 | 6,73 | 4,97 | 6,53 | 14,67 | 64,97 |
| B1 | 0-2cm | 0,30 | 4,17 | 8,47 | 4,60 | 4,87 | 10,17 | 67,40 |
| | 2-5cm | 0,90 | 1,73 | 5,77 | 3,93 | 4,90 | 16,70 | 66,03 |
| | 5-10cm | 0,10 | 1,90 | 5,00 | 3,43 | 5,03 | 18,63 | 66,03 |
| B2 | 0-2cm | 0,50 | 3,77 | 6,97 | 4,60 | 8,77 | 18,60 | 56,80 |
| | 2-5cm | 1,07 | 2,37 | 6,53 | 4,80 | 10,83 | 23,23 | 52,07 |
| | 5-10cm | 0,17 | 1,40 | 4,17 | 4,03 | 9,70 | 20,43 | 60,10 |
| B3 | 0-2cm | 0,17 | 1,47 | 5,20 | 3,53 | 8,27 | 15,47 | 65,93 |
| | 2-5cm | 0,10 | 1,27 | 4,80 | 2,97 | 7,87 | 15,60 | 67,53 |
| | 5-10cm | 0,10 | 1,37 | 4,37 | 3,17 | 9,43 | 23,10 | 58,60 |
| C1 | 0-2cm | 3,40 | 4,07 | 14,37 | 6,17 | 6,57 | 12,03 | 53,33 |
| | 2-5cm | 2,27 | 3,50 | 13,23 | 4,47 | 6,30 | 10,43 | 59,77 |
| | 5-10cm | 3,20 | 3,27 | 10,13 | 5,70 | 6,80 | 10,93 | 59,87 |
| C2 | 0-2cm | 0,73 | 4,37 | 18,90 | 10,03 | 9,30 | 11,63 | 44,97 |
| | 2-5cm | 0,90 | 3,83 | 17,83 | 9,80 | 9,07 | 9,47 | 49,07 |
| | 5-10cm | 0,37 | 4,03 | 17,73 | 9,27 | 9,00 | 10,17 | 49,40 |
| C3 | 0-2cm | 0,93 | 2,40 | 9,67 | 6,33 | 7,63 | 7,43 | 65,50 |
| | 2-5cm | 0,13 | 1,10 | 6,53 | 4,23 | 6,63 | 10,07 | 71,40 |
| | 5-10cm | 0,10 | 1,27 | 6,07 | 3,77 | 6,13 | 5,20 | 74,23 |

Casc – Cascalho AMG – Areia Muito Grossa AG – Areia Grossa AF – Areia Fina AMF – Areia Muito Fina

Tabela II.5.1.4-11 - Máximos, mínimos e médias aritméticas da granulometria (%) dos sedimentos avaliados nas Concessões BM-CAL-11/12 e em outros empreendimentos petrolíferos do litoral sul da Bahia.

| Área | Fase | Valor | Cascalho | Areia muito grossa | Areia grossa | Areia média | Areia fina | Areia muito fina | Silte | Argila |
|---------------|-------------------|----------|----------|--------------------|--------------|-------------|------------|------------------|-------|--------|
| BMCAL 11 e 12 | EIA Transecto - A | Mínimo | < 0,1 | 1,00 | 4,1 | na | 3,50 | 3,70 | 15,80 | 46,40 |
| | | Máximo | 0,30 | 5,20 | 13,1 | na | 7,70 | 8,30 | 26,50 | 65,20 |
| | | Média | 0,16 | 2,38 | 7,48 | - | 4,66 | 5,74 | 18,87 | 60,71 |
| | | Desvio-P | 0,07 | 1,08 | 2,63 | - | 1,33 | 1,18 | 4,88 | 6,78 |
| | EIA Transecto - A | Mínimo | < 0,1 | 0,90 | 3,60 | na | 2,60 | 4,30 | 9,10 | 48,40 |
| | | Máximo | 1,20 | 7,40 | 11,20 | na | 6,40 | 14,60 | 23,00 | 74,00 |
| | | Média | 0,38 | 2,16 | 5,70 | | 3,90 | 7,74 | 17,99 | 62,28 |
| | | Desvio-P | 0,70 | 0,28 | 1,27 | | 0,28 | 0,78 | 2,33 | 2,33 |
| | EIA Transecto - C | Mínimo | < 0,1 | 1,80 | 7,90 | na | 5,00 | 6,30 | 4,90 | 40,40 |
| | | Máximo | 8,80 | 6,00 | 22,60 | na | 10,90 | 9,60 | 16,60 | 73,20 |
| | | Média | 1,34 | 3,09 | 12,72 | | 6,64 | 7,49 | 9,71 | 58,61 |
| | | Desvio-P | 2,12 | 0,42 | 1,27 | | 1,13 | 0,99 | 1,27 | 0,85 |
| CRAVO | Pré | Mínimo | 0,53 | 1,42 | 1,83 | 1,45 | 1,61 | 1,46 | 57,34 | 3,94 |
| | | Máximo | 5,50 | 6,61 | 3,84 | 2,56 | 3,16 | 5,46 | 79,59 | 30,86 |
| | | Média | 2,30 | 3,81 | 2,65 | 1,95 | 2,17 | 3,13 | 68,55 | 14,19 |
| | | Desvio-P | 1,74 | 1,61 | 0,68 | 0,36 | 0,50 | 1,30 | 8,40 | 9,10 |
| | Pós | Mínimo | < 0,1 | — | 0,10 | 0,60 | 2,20 | — | 3,50 | 10,40 |
| | | Máximo | 38,00 | — | 25,50 | 23,50 | 27,50 | — | 8,90 | 91,50 |
| | | Média | 4,02 | — | 4,37 | 4,92 | 7,10 | — | 6,71 | 72,89 |
| | | Desvio-P | 11,96 | — | 8,58 | 7,37 | 7,40 | — | 1,73 | 29,70 |
| GENGIBRE | Pré | Mínimo | 2,70 | — | 13,30 | 16,60 | 12,20 | — | 5,90 | 8,00 |
| | | Máximo | 22,60 | — | 30,20 | 31,20 | 21,80 | — | 14,70 | 17,70 |
| | | Média | 10,65 | — | 24,46 | 24,96 | 17,57 | — | 9,68 | 12,66 |
| | | Desvio-P | 7,62 | — | 4,74 | 4,89 | 3,05 | — | 2,47 | 3,05 |
| | Pós | Mínimo | 0,40 | — | 13,34 | 7,41 | 5,50 | — | 6,54 | < 0,1 |
| | | Máximo | 16,28 | — | 34,10 | 42,80 | 27,73 | — | 34,26 | 31,80 |
| | | Média | 6,31 | — | 23,85 | 21,11 | 19,40 | — | 18,68 | 10,36 |
| | | Desvio-P | 5,04 | — | 5,60 | 7,76 | 6,19 | — | 8,34 | 7,26 |
| DENDÊ | Pré | Mínimo | < 0,1 | — | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 | — | 30,64 | 2,09 |
| | | Máximo | 16,28 | — | 34,10 | 17,91 | 15,12 | — | 72,00 | 36,42 |
| | | Média | 4,55 | — | 9,91 | 3,64 | 6,88 | — | 58,77 | 15,45 |
| | | Desvio-P | 5,19 | — | 12,11 | 5,47 | 5,41 | — | 14,75 | 11,53 |
| | Pós | Mínimo | 0,10 | — | 0,10 | 0,10 | 2,00 | — | 3,20 | 7,10 |
| | | Máximo | 19,80 | — | 25,30 | 44,70 | 23,40 | — | 35,30 | 71,30 |

Continua



Continuação da Tabela II.5.1.4-11

| Área | Fase | Valor | Cascalho | Areia muito grossa | Areia grossa | Areia média | Areia fina | Areia muito fina | Silte | Argila |
|-----------|----------|----------|----------|--------------------|--------------|-------------|------------|------------------|-------|--------|
| DENDÊ | Pós | Média | 2,65 | — | 5,39 | 6,90 | 10,78 | — | 25,37 | 48,96 |
| | | Desvio-P | 6,12 | — | 9,95 | 14,23 | 8,06 | — | 10,24 | 23,15 |
| JEQUITIBÁ | Pré | Mínimo | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 | — | 11,50 | 1,00 |
| | | Máximo | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 | 9,80 | 77,60 | — | 90,00 | 21,10 |
| | | Média | na | na | na | 0,12 | 4,82 | — | 81,07 | 13,98 |
| | | Desvio-P | na | na | na | 0,97 | 8,92 | — | 8,27 | 3,96 |
| | Pós | Mínimo | < 0,1 | < 0,1 | 0,10 | 2,00 | 9,00 | — | 13,90 | 20,00 |
| | | Máximo | 0,50 | 0,50 | 3,90 | 12,20 | 44,40 | — | 57,30 | 65,90 |
| | | Média | 0,07 | 0,07 | 1,54 | 5,36 | 19,68 | — | 25,47 | 47,85 |
| | | Desvio-P | 0,11 | 0,11 | 0,77 | 2,03 | 7,45 | — | 6,94 | 9,40 |
| COPAÍBA | Pré | Mínimo | na | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 |
| | | Máximo | na | < 0,1 | < 0,1 | 15,10 | 69,40 | 20,80 | 99,30 | 17,40 |
| | | Média | na | na | na | 3,68 | 14,64 | 11,09 | 64,79 | 5,78 |
| | | Desvio-P | na | na | na | 4,82 | 18,13 | 6,37 | 26,26 | 3,72 |
| | Pós | Mínimo | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 | 0,10 | 1,60 | 2,30 | 1,30 | 6,70 |
| | | Máximo | < 0,1 | 0,90 | 13,50 | 25,80 | 51,00 | 34,40 | 26,70 | 73,60 |
| | | Média | na | 0,10 | 2,21 | 8,90 | 22,20 | 17,57 | 10,90 | 38,09 |
| | | Desvio-P | na | 0,23 | 2,95 | 6,95 | 14,48 | 8,27 | 6,60 | 19,15 |
| CANELA | Pré | Mínimo | < 0,1 | 0,20 | — | 1,50 | 6,50 | — | 11,40 | 10,90 |
| | | Máximo | 0,90 | 3,60 | — | 10,80 | 19,10 | — | 64,20 | 62,00 |
| | | Média | 0,18 | 1,93 | — | 6,44 | 13,69 | — | 47,53 | 30,20 |
| | | Desvio-P | 0,30 | 1,14 | — | 3,21 | 3,95 | — | 20,30 | 18,65 |
| MANATI | Operação | Mínimo | 2,10 | 1,20 | — | 0,40 | 0,70 | — | 1,50 | 3,70 |
| | | Máximo | 33,00 | 36,60 | — | 29,00 | 28,80 | — | 71,50 | 34,20 |
| | | Média | 8,43 | 22,40 | — | 22,31 | 15,86 | — | 19,01 | 13,76 |
| | | Desvio-P | 8,57 | 27,55 | — | 10,61 | 9,59 | — | 16,72 | 13,84 |

*na = Não Avaliado

Teor de carbonatos

A **Tabela II.5.1.4-12** apresenta as medianas dos resultados do teor de carbonatos para as amostras obtidas na presente campanha, quando contrapondo com os resultados da com os estudos realizados no litoral sul da Bahia pela PETROBRAS. Os percentuais de carbonatos oscilaram entre 9,6 e 33% na área das Concessões BM-CAL-11/12, muito acima dos percentuais



encontrados nos poços jequitibá e copaíba, situados em uma zona com lâmina d'água próxima de 1000m, que apresentaram percentuais entre 1,80 e 5,4 %.

O teor de carbonatos encontrados, contudo, está contido dentro da variação observada em outras bacias do nordeste. Estudos realizados na plataforma continental do nordeste em estações posicionadas até cerca de 70m de profundidade, registraram percentuais de carbonato variando entre 0,2 e 95% (FREIRE, et. al 2004, PETROBRAS, 2006e, MAIA, 2004 e Marins *et. al*, 2004). Na área da Bacia do Potiguá, com lâmina d'água variando entre 50 e 2500m, foram apurados percentuais de carbonatos entre 5 e 99%.

A maior concentração de carbonatos nos sedimentos da área indica que a zona avaliada, de fato, apresenta característica de ambiente deposicional. A plataforma continental na região nordeste apresenta sedimentos ricos em material carbonático, aspecto diretamente associado ao menor aporte fluvial nessa região. No sudeste a plataforma continental apresenta sedimentos ricos em material clástico, por conta da maior contribuição da facie terrígena para plataforma continental (ELABORE, 2008).

Analisando a **Figura II.5.1.4-14** percebe-se uma certa homogeneidade entre as amostras, exceto pelos valores mais reduzidos encontrados nos estratos das estações B2 e B3, localizadas em um canion. Nota-se também que não há formação de gradientes verticais (por estrato) ou horizontais (por estação) quanto aos teores de carbonatos na zona avaliada.



Tabela II.5.1.4-12 - Máximos, mínimos e médias aritméticas dos teores de carbonatos (mg/Kg) avaliados na superfície do sedimento (0-2cm) das Concessões BM-CAL-11/12 e em outros empreendimentos petrolíferos do litoral sul da Bahia.

| Área | Fase | Valor | Carbonato (mg/Kg) |
|---------------|----------------------|----------|-------------------|
| BMCAL 11 e 12 | EIA Transecto - A | Mínimo | 317.778,0 |
| | | Máximo | 321.670,67 |
| | | Média | 320.950,9 |
| | | Desvio-P | 1.903,8 |
| | EIA Transecto - B | Mínimo | 163.995,0 |
| | | Máximo | 326.729,0 |
| | | Média | 288.242,9 |
| | | Desvio-P | 50.808,6 |
| | EIA Transecto - C | Mínimo | 302.973,0 |
| | | Máximo | 326.551,0 |
| | | Média | 319.035,7 |
| | | Desvio-P | 7.769,6 |
| JEQUITIBÁ | Pré | Mínimo | 33.570,0 |
| | | Máximo | 53.970,0 |
| | | Média | 50.554,5 |
| | | Desvio-P | 4.060,2 |
| | Pós | Mínimo | 21.770,0 |
| | | Máximo | 31.390,0 |
| | | Média | 24.366,2 |
| | | Desvio-P | 1.890,8 |
| COPAÍBA | Pré | Mínimo | 33.540,0 |
| | | Máximo | 73.940,0 |
| | | Média | 51.545,6 |
| | | Desvio-P | 7.832,9 |
| | Pós | Mínimo | 17.965,4 |
| | | Máximo | 48.835,9 |
| | | Média | 27.456,6 |
| | | Desvio-P | 6.007,7 |

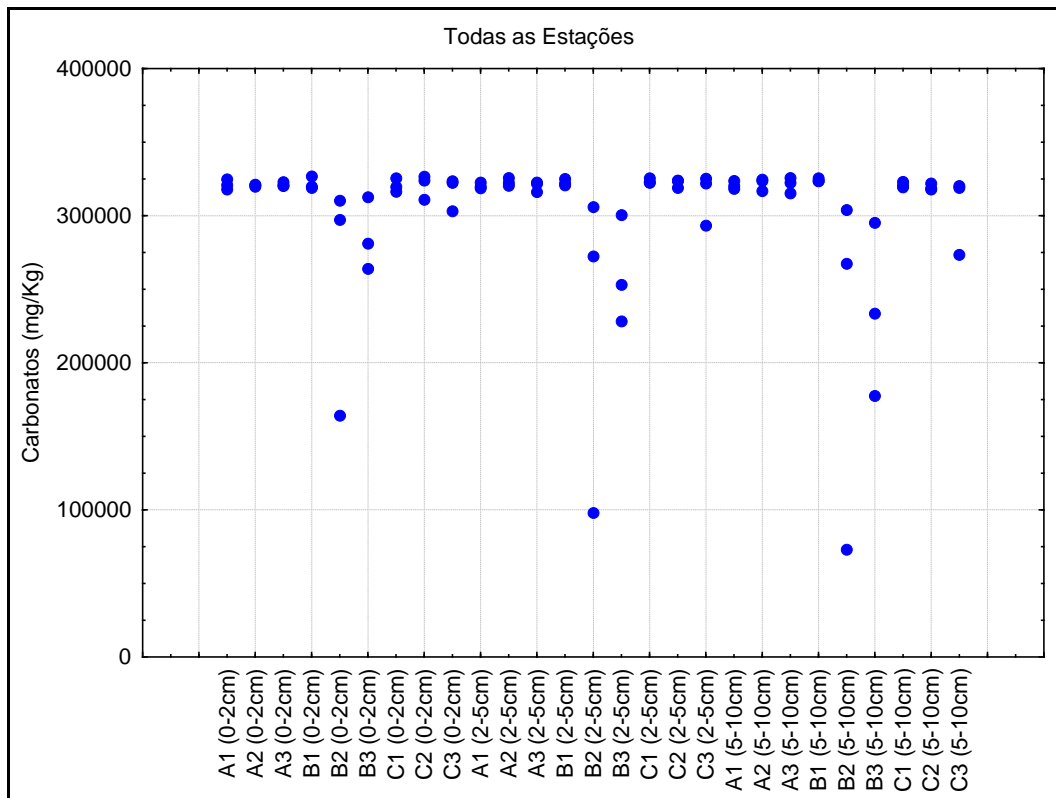


Figura II.5.1.4-14 - Valores de carbonatos (mg/Kg) nos diferentes estratos avaliados na área das Concessões BM-CAL-11/12 em agosto de 2011.

Teor de matéria orgânica total

A oscilação global dos resultados ficou entre 1.452,0 e 7.475,0 mg/Kg (**Tabela II.5.1.4-13**), concentrações registradas nas estações C3 (5-10cm) e A3 (0-2cm), respectivamente. A análise da **Figura II.5.1.4-15** mostra que houve grande variação dos teores de carbono orgânico entre as réplicas de uma mesma estação/estrato. Embora os teores mais elevados tenham sido registrados na camada de 0-2, não é possível identificar a existência de gradiente vertical das concentrações de matéria orgânica na camada de sedimento avaliada (0-10 cm).

Convertidos em percentuais, a variação encontrada para a área das Concessões BM-CAL-11/12, entre 0,14 e 0,75 %, está situada no patamar mínimo da faixa de variação encontrada na Bacia Potiguar, de 0,25 a 9,4%. Em comparação com áreas mais rasas situadas imediatamente ao norte e a oeste,

os valores encontrados no presente estudo ficaram próximos dos patamares mínimos obtidos.

Tais resultados indicam que os sedimentos da área das Concessões BM-CAL-11/12 são pobres em matéria orgânica, padrão que está coerente com os teores de COT e nutrientes apurados nas amostras de água, onde já havia sido apontada a característica oligotrófica do meio.

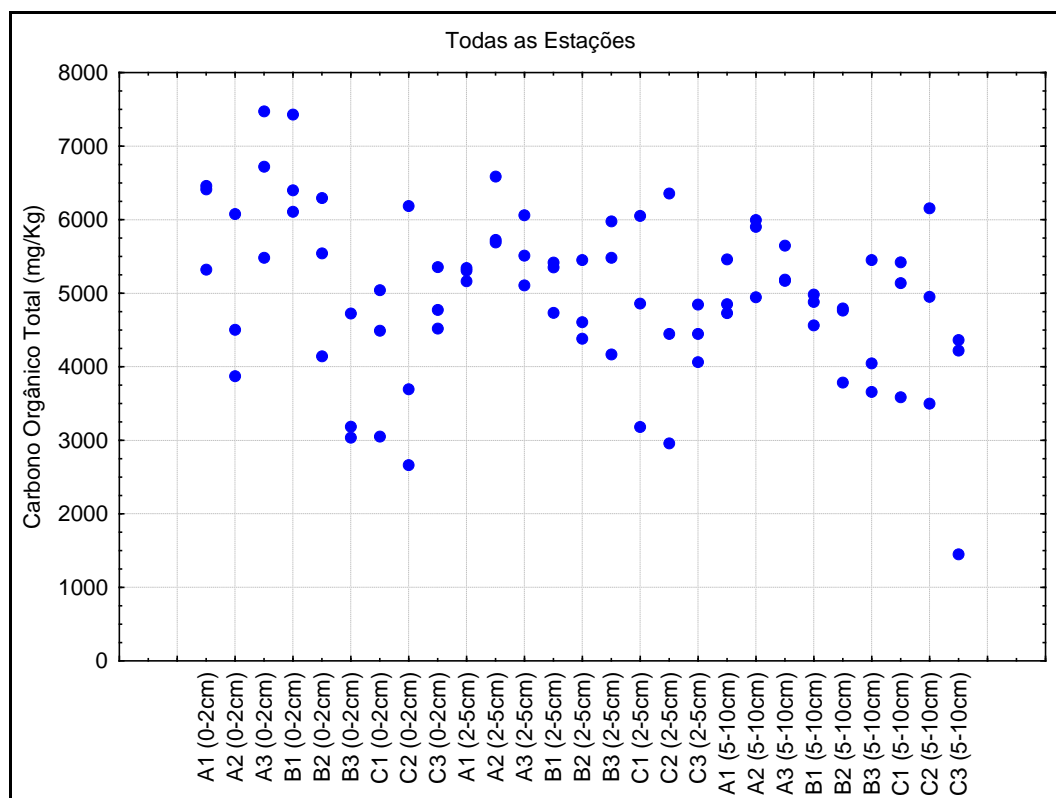


Figura II.5.1.4-15 - Valores de carbono orgânico total (mg/Kg) nos diferentes estratos avaliados na área das Concessões BM-CAL-11/12 em agosto de 2011.

Tabela II.5.1.4-13 - Máximos, mínimos e médias aritméticas dos teores de carbono orgânico total (mg/Kg) avaliado na superfície do sedimento das Concessões BM-CAL-11/12 e em outros empreendimentos petrolíferos do litoral sul da Bahia.

| Área | Fase | Valor | Carbono Orgânico Total (mg/Kg) |
|---------------|----------------------|----------|--------------------------------|
| BMCAL 11 e 12 | EIA Transecto - A | Mínimo | 3.873,0 |
| | | Máximo | 7.475,0 |
| | | Média | 5.814,0 |
| | | Desvio-P | 1.132,9 |
| | EIA Transecto - A | Mínimo | 3.037,0 |
| | | Máximo | 7.429,0 |
| | | Média | 5.207,9 |
| | | Desvio-P | 1.525,8 |
| | EIA Transecto - C | Mínimo | 2.663,0 |
| | | Máximo | 6.187,0 |
| | | Média | 4.419,7 |
| | | Desvio-P | 1.118,4 |
| CRAVO | Pré | Mínimo | 2.250,0 |
| | | Máximo | 10.200,0 |
| | | Média | 8.285,0 |
| | | Desvio-P | 2.257,6 |
| | Pós | Mínimo | 11.895,0 |
| | | Máximo | 19.244,0 |
| | | Média | 13.693,4 |
| | | Desvio-P | 2.780,4 |
| GENGIBRE | Pré | Mínimo | 0,7 |
| | | Máximo | 8.700,0 |
| | | Média | 2.560,0 |
| | | Desvio-P | 2.311,4 |
| | Pós | Mínimo | 19.109,0 |
| | | Máximo | 26.314,0 |
| | | Média | 23.165,3 |
| | | Desvio-P | 2.758,4 |
| DENDÊ | Pré | Mínimo | 1.900,0 |
| | | Máximo | 9.600,0 |
| | | Média | 7.010,0 |
| | | Desvio-P | 2.086,7 |
| | Pós | Mínimo | 5.867,0 |
| | | Máximo | 40.027,0 |
| | | Média | 15.061,7 |
| | | Desvio-P | 12.373,0 |
| COPAIBA | Pré | Mínimo | 4.900,00 |
| | | Máximo | 292.000,00 |
| | | Média | 36.261,76 |
| | | Desvio-P | 53.755,95 |
| | Pós | Mínimo | 8.832,0 |
| | | Máximo | 67.516,0 |
| | | Média | 32.302,43 |
| | | Desvio-P | 12.197,88 |
| JEQUITIBÁ | Pré | Mínimo | 1.000,0 |

Continua



Continuação Tabela II.5.4.1-13

| Área | Fase | Valor | Carbono Orgânico Total (mg/Kg) |
|-----------|----------|----------|--------------------------------|
| JEQUITIBÁ | Pré | Máximo | 33.000,0 |
| | | Média | 14.357,1 |
| | | Desvio-P | 6.339,3 |
| | Pós | Mínimo | 5.054,0 |
| | | Máximo | 11.086,0 |
| | | Média | 7.472,2 |
| CANELA | Pré | Desvio-P | 1.423,2 |
| | | Mínimo | 11.100,0 |
| | | Máximo | 19.700,0 |
| | | Média | 14.540,0 |
| MANATI | Operação | Desvio-P | 2.649,6 |
| | | Mínimo | 3.126,0 |
| | | Máximo | 73.418,0 |
| | | Média | 26.753,2 |
| | | Desvio-P | 12.939,2 |

Hidrocarbonetos (TPHs, HPAs, n-alcanos e MCNR)

Os parâmetros HPA, TPH, MCNR e n-Alcanos analisados na superfície do sedimento das Concessões BM-CAL-11/12 estiveram abaixo dos respectivos limites de detecção em quase todas as amostras. Quando não inferiores ao LD, os teores detectados foram iguais ao mesmo, conforme indicado na **Tabela II.5.1.4-14**. Comparando os resultados com os dos demais empreendimentos petrolíferos apresentados na **Tabela II.5.1.4-15**, pode-se perceber que na maioria dos poços, especialmente na campanha Pré-perfuração, também não foram detectados. Em empreendimentos como o Sistema de Produção Manati, o teor de n-alcanos nos sedimentos vem se mantendo reduzido ao longo de quatro anos de operação.

É citado na literatura que as concentrações de HPA nos sedimentos costeiros podem variar de 5 a 10 mg/kg, sem que necessariamente esta concentração represente contaminação (VOLKMAN et al., 1992, UNEP, 1991). Vale salientar que para este parâmetro existem valores de referência de TEL (1,68 mg/kg) e PEL (16,7 mg/kg) definidos pela NOAA (2008) para sedimentos marinhos. Tanto nas amostras das Concessões BM-CAL-11/12, como nos demais estudos apresentados na **Tabela II.5.1.4-15** os teores de HPA sequer se aproximaram das referências da NOAA.



Os valores de MCNR não foram detectados, no entanto, vale lembrar que não existem valores de referência para este parâmetro.

De acordo com WAGENER et. al, 2005 e 2006 apud ELABORE, 2008, os teores de n-alcenos nos sedimentos das Bacias Potiguar e Ceará oscilam entre < 20 - 2.900 µg/Kg e 10-22.700 µg/Kg, respectivamente. Os valores deste estudo e das outras áreas onde houve ou há atividade petrolífera, o teor de n-alcenos encontra-se abaixo da variação das bacias citadas.

Tabela II.5.1.4-14 - Teores de hidrocarbonetos avaliados na superfície do sedimento (0-2 cm) das Concessões BM-CAL-11/12 (inverno).

| AMOSTRA | HPA (mg/kg) | TPH (mg/kg) | MCNR (mg/kg) | n-Alcanos µg/kg |
|-----------------|-------------|-------------|--------------|-----------------|
| L.Q | 0,01 | 2 | 2 | 64 |
| L.D. | 0,005 | 1 | 1 | 10 |
| A1 - R1 (0-2cm) | nd | nd | nd | <64 |
| A1 - R2 (0-2cm) | nd | nd | nd | <64 |
| A1 - R3 (0-2cm) | nd | nd | nd | <64 |
| A2 - R1 (0-2cm) | nd | nd | nd | <64 |
| A2 - R2 (0-2cm) | nd | nd | nd | nd |
| A2 - R3 (0-2cm) | nd | nd | nd | <64 |
| A3 - R1 (0-2cm) | nd | nd | nd | <64 |
| A3 - R2 (0-2cm) | nd | 2 | 2 | <64 |
| A3 - R3 (0-2cm) | nd | nd | nd | <64 |
| B1 - R1 (0-2cm) | nd | nd | nd | <64 |
| B1 - R2 (0-2cm) | nd | nd | nd | <64 |
| B1 - R3 (0-2cm) | nd | nd | nd | <64 |
| B2 - R1 (0-2cm) | nd | <2 | <2 | nd |
| B2 - R2 (0-2cm) | nd | nd | nd | nd |
| B2 - R3 (0-2cm) | nd | 2 | 2 | nd |
| B3 - R1 (0-2cm) | 0,01 | nd | nd | <64 |
| B3 - R2 (0-2cm) | nd | nd | nd | <64 |
| B3 - R3 (0-2cm) | nd | nd | nd | nd |
| C1 - R1 (0-2cm) | nd | nd | nd | nd |
| C1 - R2 (0-2cm) | nd | nd | nd | nd |
| C1 - R3 (0-2cm) | nd | nd | nd | nd |
| C2 - R1 (0-2cm) | nd | nd | nd | nd |
| C2 - R2 (0-2cm) | nd | nd | nd | nd |
| C2 - R3 (0-2cm) | nd | nd | nd | nd |
| C3 - R1 (0-2cm) | nd | nd | nd | nd |
| C3 - R2 (0-2cm) | nd | nd | nd | nd |
| C3 - R3 (0-2cm) | nd | nd | nd | nd |

LQ – Limite de Quantificação LD – Limite de Detecção

nd – não detectado (< LD)



Tabela II.5.1.4-15 - Máximos, mínimos e médias aritméticas dos teores de hidrocarbonetos (mg/Kg) avaliado na superfície do sedimento das Concessões BM-CAL-11/12 e em outros empreendimentos petrolíferos do litoral sul da Bahia.

| Área | Fase | Valor | HPA (mg/kg) | TPH (mg/kg) | MCNR (mg/kg) | n-Alcanos µg/kg) |
|---------------|----------|----------|-------------|-------------|--------------|------------------|
| BMCAL 11 e 12 | EIA | Mínimo | < 0,005 | < 1 | < 1 | < 10 |
| | | Máximo | < 0,005 | 2,00 | 2,00 | < 10 |
| CRAVO | Pré | Mínimo | < 0,005 | na | < 1 | < 5 |
| | | Máximo | < 0,005 | na | < 1 | < 5 |
| | Pós | Mínimo | < 0,005 | na | 3,00 | 323,00 |
| | | Máximo | 0,02 | na | 17,00 | 2.968,00 |
| | | Média | - | - | 6,20 | - |
| | | Desvio-P | - | - | 4,08 | - |
| GENGIBRE | Pré | Mínimo | < 1 | na | < 2 | < 1 |
| | | Máximo | 1,00 | na | < 2 | < 1 |
| | Pós | Mínimo | 0,010 | na | < 2 | 0,10 |
| | | Máximo | 0,02 | na | 4,00 | 0,48 |
| | | Média | 0,02 | - | - | 0,27 |
| | | Desvio-P | 0,00 | - | - | 0,10 |
| DENDÊ | Pré | Mínimo | < 1 | na | < 1 | < 463,85 |
| | | Máximo | < 1 | na | < 1 | < 463,85 |
| | Pós | Mínimo | < 1 | na | < 1 | 96,00 |
| | | Máximo | < 1 | na | 22,00 | 423,00 |
| | | Média | - | - | - | 211,25 |
| | | Desvio-P | - | - | - | 100,16 |
| JEQUITIBÁ | Pré | Mínimo | 0,001 | 0,80 | na | 12,00 |
| | | Máximo | 0,10 | 7.427,90 | na | 896,00 |
| | | Média | 0,02 | 416,60 | - | 259,63 |
| | | Desvio-P | 0,02 | 1126,35 | - | 151,99 |
| | Pós | Mínimo | < 0,005 | < 1 | na | < 0,064 |
| | | Máximo | < 0,005 | 8,00 | na | < 0,064 |
| | | Média | - | 1,62 | - | - |
| | | Desvio-P | - | 1,92 | - | - |
| COPAÍBA | Pré | Mínimo | 7,13 | < 0,01 | na | 43,00 |
| | | Máximo | 45,36 | 3.692,00 | na | 4.440,00 |
| | | Média | 18,27 | 447,62 | na | 400,12 |
| | | Desvio-P | 8,58 | 853,95 | na | 800,91 |
| | Pós | Mínimo | 0,03 | < 0,01 | na | 30,00 |
| | | Máximo | 0,19 | 4,00 | na | 593,00 |
| | | Média | 0,12 | 0,10 | - | 139,29 |
| | | Desvio-P | 0,04 | 0,62 | - | 105,28 |
| CANELA | Pré | Mínimo | 0,36 | < 20 | < 10 | 0,06 |
| | | Máximo | 0,57 | < 20 | < 10 | 0,74 |
| | | Média | 0,46 | - | - | 0,31 |
| | | Desvio-P | 0,07 | - | - | 0,23 |
| MANATI | Operação | Mínimo | <0,005 | na | < 1 | <0,005 |
| | | Máximo | 0,38 | na | 12,00 | 2,28 |
| | | Média | - | - | 2,81 | 0,29 |
| | | Desvio-P | - | - | 2,12 | 0,33 |

Metais

Os resultados das análises de metais pesados encontrados nas amostras de sedimentos das Concessões BM-CAL-11/12, campanha de agosto de 2011, são apresentados na **Tabela II.5.1.4-16** e **Tabela II.5.1.4-17**. A primeira se refere às amostras onde foi aplicado o método de extração total, com destruição do grão, cuja denominação utilizada para discussão de cada indicador foi “metal total”. A segunda tabela apresenta os teores dos mesmos metais extraídos parcialmente, sem destruição do grão. Estes metais fracamente associados seriam aqueles que poderiam ser disponibilizados na coluna d’água em caso de alterações bruscas no meio, como no caso de uma atividade de perfuração. A denominação utilizada para estes metais fracamente associados será “metal parcial”.

Os valores de referência de TEL (Threshold Effects Level) e PEL (Probable Effects Level) definidos pela NOAA (2008) para sedimentos marinhos foram utilizados como padrão de referência no presente monitoramento. O estudo da NOAA (2008) analisou um extenso banco de dados contendo resultados de testes ecotoxicológicos com diversos exemplares de organismos, avaliando-se os possíveis contaminantes. A partir do tratamento estatístico dos dados, a NOAA (2008) derivou quais seriam os níveis de contaminantes capazes de suscitar respostas tóxicas nos organismos testes. Dentre estes níveis de referência destacam-se o TEL e o PEL. O TEL é o limite abaixo do qual não ocorreram registros de respostas tóxicas de organismos no banco de dados utilizado. Já o PEL é a concentração acima da qual é provável a ocorrência de efeitos tóxicos nos organismos.

De acordo com Masutti, Panitz e Pereira (2000) *apud* LIMA *et. al.* (2006), a fração biodisponível é definida como a fração da concentração total de metais em cada reservatório abiótico que é ingerida pelos organismos. Segundo Souza et al. 1986 *apud* Siqueira (2000), o percentual biodisponível é considerado relevante quando as suas concentrações ultrapassam um valor superior a 40% na fração biodisponível, demonstrando que nesses sedimentos há características de poluição. Já para Siqueira (2000), se os valores forem inferiores a esse percentual, provavelmente indicam apenas a mobilidade natural dos metais nos sedimentos analisados.



De acordo com a **Tabela II.5.1.4-18**, que apresenta os percentuais biodisponíveis (metal parcial / metal total x 100), a maioria dos metais pesados analisados nos sedimentos encontram-se biodisponíveis nos sedimentos da área avaliada, exceto o mercúrio, que não foi detectado em nenhuma amostra. Em ordem de importância, seria estabelecida a seguinte sequência: Cr > Cd > Pb > Cu > Zn > Fe > V > Ni > Al > Ba > Hg. No entanto, é preciso destacar que o fato de estar biodisponível não significa perigo iminente, tendo em vista que deve ser levada em conta se a concentração medida representa risco, como também as condições de oxi-redução do ambiente. No caso da área estudada, pelo fato de estarem em ambiente alcalino e bem oxigenado, é pouco provável que, em condições normais, um determinado metal estabilizado nos sedimentos seja disponibilizado para a coluna d'água. Aliás, os resultados encontrados confirmam a condição de ambiente deposicional da área estudada, dada a textura lamosa dos sedimentos.

Tabela II.5.1.4-16 - Máximos, mínimos e médias aritméticas dos teores totais dos metais avaliados nos sedimentos da camada de 0-2 cm das Concessões BM-CAL-11/12, em agosto de 2011.

| Transecto | Valor | Al - total | Ba - total | Cd - total | Pb - total | Cu - total | Cr - total | Fe - total | Hg - total | Ni - total | V - total | Zn - total |
|--------------|----------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|-----------|------------|
| L.Q (mg/kg) | — | 2 | 4 | 0,2 | 1 | 0,2 | 0,3 | 3 | 0,05 | 1 | 2 | 1 |
| L.D. (mg/kg) | — | 1 | 2 | 0,1 | 0,4 | 0,1 | 0,1 | 2 | 0,02 | 0,4 | 1 | 0,4 |
| A | Mínimo | 37304,0 | 178,0 | 1,60 | 9,60 | 16,1 | 35,20 | 17741,00 | < 0,02 | 12,50 | 38,50 | 28,40 |
| | Máximo | 45973,0 | 263,0 | 2,50 | 10,10 | 22,90 | 49,00 | 21253,00 | < 0,02 | 15,80 | 50,20 | 36,30 |
| | Média | 41558,0 | 201,7 | 2,17 | 8,36 | 18,90 | 43,61 | 19538,44 | na | 14,24 | 43,31 | 31,61 |
| | Desvio-P | 3564,26 | 28,26 | 0,27 | 1,22 | 2,44 | 4,60 | 1161,46 | na | 1,03 | 3,74 | 2,51 |
| B | Mínimo | 40996,0 | 239,00 | 1,70 | 7,20 | 15,80 | 38,90 | 18112,00 | < 0,02 | 12,40 | 39,50 | 28,20 |
| | Máximo | 62424,0 | 2349,00 | 3,00 | 14,60 | 23,90 | 63,70 | 27977,00 | < 0,02 | 19,70 | 64,10 | 44,30 |
| | Média | 48670,0 | 495,44 | 2,50 | 9,96 | 19,89 | 48,38 | 22992,89 | na | 16,98 | 49,99 | 36,54 |
| | Desvio-P | 7038,91 | 695,38 | 0,40 | 2,07 | 3,18 | 7,88 | 3224,32 | na | 3,03 | 7,42 | 5,82 |
| C | Mínimo | 27838,0 | 121,00 | 1,80 | 7,30 | 13,40 | 25,90 | 13004,00 | < 0,02 | 10,70 | 29,70 | 21,50 |
| | Máximo | 46426,0 | 2044,00 | 3,10 | 14,50 | 26,20 | 47,80 | 23823,00 | < 0,02 | 18,20 | 54,20 | 40,30 |
| | Média | 36200,3 | 388,44 | 2,37 | 10,78 | 18,06 | 37,67 | 18625,56 | na | 15,29 | 42,01 | 30,31 |
| | Desvio-P | 5690,1 | 622,29 | 0,45 | 2,53 | 4,06 | 6,18 | 2869,24 | na | 2,43 | 8,04 | 5,00 |

Tabela II.5.1.4-17 - Máximos, mínimos e médias aritméticas dos teores de metais fracamente associados, avaliados nos sedimentos da camada de 0-2 cm das Concessões BM-CAL-11/12, em agosto de 2011.

| Transecto | Valor | Al - parcial | Ba - parcial | Cd - parcial | Pb - parcial | Cu - parcial | Cr - parcial | Fe - parcial | Hg - parcial | Ni - parcial | V - parcial | Zn - parcial |
|--------------|----------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|-------------|--------------|
| L.Q (mg/kg) | — | 2 | 4 | 0,2 | 1 | 0,2 | 0,3 | 3 | 0,05 | 1 | 2 | 1 |
| L.D. (mg/kg) | — | 1 | 2 | 0,1 | 0,4 | 0,1 | 0,1 | 2 | 0,02 | 0,4 | 1 | 0,4 |
| A | Mínimo | 17.446,0 | 79,0 | 1,5 | 6,1 | 14,5 | 32,0 | 14.198,0 | nd | 7,8 | 25,3 | 23,5 |
| | Máximo | 24.831,0 | 146,0 | 2,0 | 9,9 | 20,1 | 48,5 | 20.212,0 | nd | 11,4 | 35,9 | 32,7 |
| | Média | 22.623,9 | 103,7 | 1,8 | 7,6 | 16,9 | 42,8 | 18.158,4 | — | 10,1 | 32,6 | 29,5 |
| | Desvio-P | 2.364,0 | 29,0 | 0,2 | 1,3 | 2,0 | 5,2 | 1.810,9 | — | 1,2 | 3,3 | 2,8 |
| B | Mínimo | 14.441,0 | 63,0 | 1,7 | 5,1 | 10,4 | 30,6 | 12.395,0 | nd | 6,0 | 23,4 | 20,6 |
| | Máximo | 24.256,0 | 154,0 | 3,0 | 10,8 | 21,7 | 62,6 | 23.282,0 | nd | 13,0 | 49,0 | 36,1 |
| | Média | 21.025,8 | 116,3 | 2,4 | 8,2 | 17,1 | 46,5 | 19.188,2 | — | 10,6 | 35,8 | 30,5 |
| | Desvio-P | 3.063,5 | 29,6 | 0,4 | 2,2 | 3,8 | 9,2 | 3.439,4 | — | 2,4 | 7,2 | 5,0 |
| C | Mínimo | 13.978,0 | 62,0 | 1,4 | 5,6 | 11,8 | 25,5 | 11.513,0 | nd | 6,5 | 21,6 | 19,5 |
| | Máximo | 22.156,0 | 147,0 | 2,6 | 14,4 | 24,4 | 47,2 | 21.131,0 | nd | 13,7 | 40,8 | 34,6 |
| | Média | 18.300,7 | 101,6 | 2,1 | 10,0 | 16,4 | 37,3 | 16.625,8 | — | 10,3 | 31,5 | 26,9 |
| | Desvio-P | 2.517,4 | 31,0 | 0,4 | 2,7 | 3,8 | 6,2 | 2.727,7 | — | 2,5 | 6,5 | 4,3 |

%BD – Percentual Biodisponível em relação à concentração total apresentada na Tabela

II.5.1.4-16

Tabela II.5.1.4-18 - Percentuais Biodisponíveis (%) dos metais analisados nas amostras de sedimentos das Concessões BM-CAL-11/12, em agosto de 2011. Valores classificados pela média em ordem decrescente.

| Metal | A1 | A2 | A3 | B1 | B2 | B3 | C1 | C2 | C3 | Média |
|-------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|
| Cr | 98,8 | 98,7 | 96,2 | 91,2 | 97,2 | 99,0 | 99,2 | 98,7 | 98,8 | 97,5 |
| Cd | 86,3 | 86,2 | 80,5 | 98,7 | 93,3 | 98,6 | 86,8 | 89,4 | 86,6 | 89,6 |
| Pb | 88,6 | 94,7 | 90,9 | 70,0 | 85,0 | 93,8 | 91,8 | 89,8 | 94,6 | 88,8 |
| Cu | 90,7 | 96,2 | 83,1 | 80,9 | 83,5 | 92,0 | 91,9 | 89,9 | 90,5 | 88,7 |
| Zn | 93,7 | 95,2 | 90,9 | 82,6 | 84,2 | 84,1 | 92,7 | 89,8 | 83,9 | 88,6 |
| Fe | 98,0 | 94,4 | 86,3 | 79,0 | 85,0 | 85,8 | 90,9 | 89,0 | 87,7 | 88,5 |
| V | 77,8 | 75,8 | 72,5 | 67,2 | 74,7 | 72,0 | 78,4 | 78,5 | 68,6 | 73,9 |
| Ni | 72,6 | 72,6 | 67,3 | 59,1 | 61,1 | 66,4 | 69,0 | 65,5 | 67,2 | 66,8 |
| Al | 56,8 | 55,6 | 51,4 | 43,8 | 42,1 | 44,4 | 50,0 | 55,6 | 47,7 | 49,7 |
| Ba | 61,6 | 47,4 | 43,5 | 57,4 | 28,3 | 41,0 | 39,5 | 69,9 | 43,5 | 48,0 |
| Hg | nd | nd | nd | nd | nd | nd | nd | nd | nd | nd |

Alumínio

Os valores de alumínio variaram entre 27.838,00 mg/kg (C2-R1) a 62.424,00 mg/Kg (B2-R3). A TABELA SQUIRTs da NOAA não apresenta valores de TEL e PEL para alumínio.

AZEVEDO e CHASIN, (2003) analisaram diversos estudos que avaliaram o teor de alumínio no sedimento, definindo a faixa de 20.000 a 80.000 mg/Kg como de ocorrência natural deste metal no sedimento de algumas regiões na América do Norte e Europa. Os mesmos autores afirmam que a toxicidade do alumínio está relacionada com a acidez da água. Em ambientes marinhos, a água geralmente apresenta caráter ligeiramente alcalino, o que reduz a toxicidade do alumínio.

Os valores médios das concentrações de alumínio obtidos nas estações de amostragem (A = 41.558,00, B = 48.670,00 e C = 36.200,33 (mg/kg) pouco variaram. Todos os valores observados no presente estudo estão dentro da à faixa de variação nas concentrações de alumínio apresentada por AZEVEDO e CHASIN, 2003.

A **Tabela II.5.1.4-19** apresenta os resultados máximos, mínimos e médias aritméticas da concentração de alumínio (mg/Kg) obtidos no presente estudo e em outros empreendimentos petrolíferos do litoral sul da Bahia.

A **Figura II.5.1.4-16** apresenta um gráfico de dispersão da concentração de alumínio total nas estações de amostragem das Concessões BM-CAL-11/12, demonstrando que os valores mais altos foram detectados nas estações A1, B1, B2, B3. Contudo, ao analisar os resultados do alumínio parcial (**Figura II.5.1.4-17**), fração que potencialmente pode ser biodisponibilizado no ambiente, observa-se que as estações A1, A2, A3, B1 e B3 foram as que mais chamaram a atenção, pois estas possuem maiores teores de metais fracamente associados.

Tabela II.5.1.4-19 - Máximos, mínimos e médias aritméticas dos teores de alumínio total (mg/Kg) avaliado na superfície do sedimento das Concessões BM-CAL-11/12 e em outros empreendimentos petrolíferos do litoral sul da Bahia.

| Área | Fase | Valor | Alumínio (mg/Kg) |
|---------------|------|----------|------------------|
| BMCAL 11 e 12 | A | Mínimo | 37.304,00 |
| | | Máximo | 45.973,00 |
| | | Média | 41.558,00 |
| | | Desvio-P | 3.564,26 |
| | B | Mínimo | 40.996,00 |
| | | Máximo | 62.424,00 |
| | | Média | 48.670,00 |
| | | Desvio-P | 7.038,91 |
| | C | Mínimo | 27.838,00 |
| | | Máximo | 46.426,00 |
| | | Média | 36.200,33 |
| | | Desvio-P | 5.690,07 |
| JEQUITIBÁ | Pré | Mínimo | 7.829,00 |
| | | Máximo | 27.912,00 |
| | | Média | 20.880,83 |
| | | Desvio-P | 3.809,70 |
| | Pós | Mínimo | 20.045 |
| | | Máximo | 31.842 |
| | | Média | 27.371,31 |
| | | Desvio-P | 2.743,91 |
| COPAÍBA | Pré | Mínimo | 655 |
| | | Máximo | 32.255 |
| | | Média | 15.926,19 |
| | | Desvio-P | 6.535,91 |
| | Pós | Mínimo | 8.711 |
| | | Máximo | 36.611 |
| | | Média | 18.102,31 |
| | | Desvio-P | 6.511,13 |

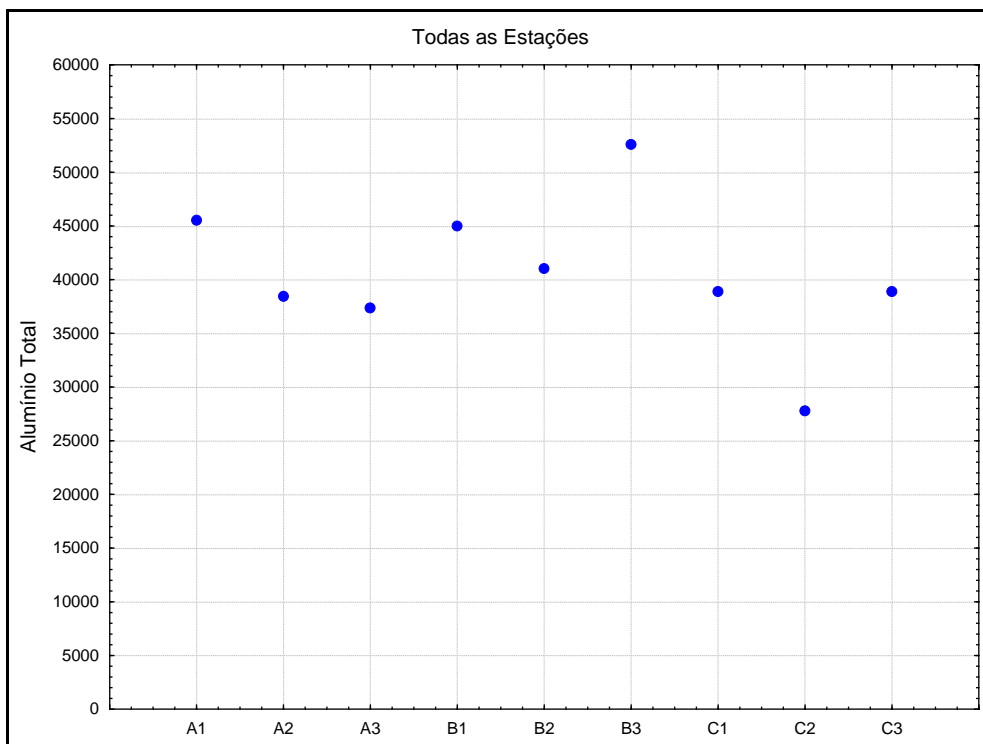


Figura II.5.1.4-16 - Valores de alumínio total (mg/Kg) avaliados nas 09 estações da área das Concessões BM-CAL-11/12 em agosto de 2011.

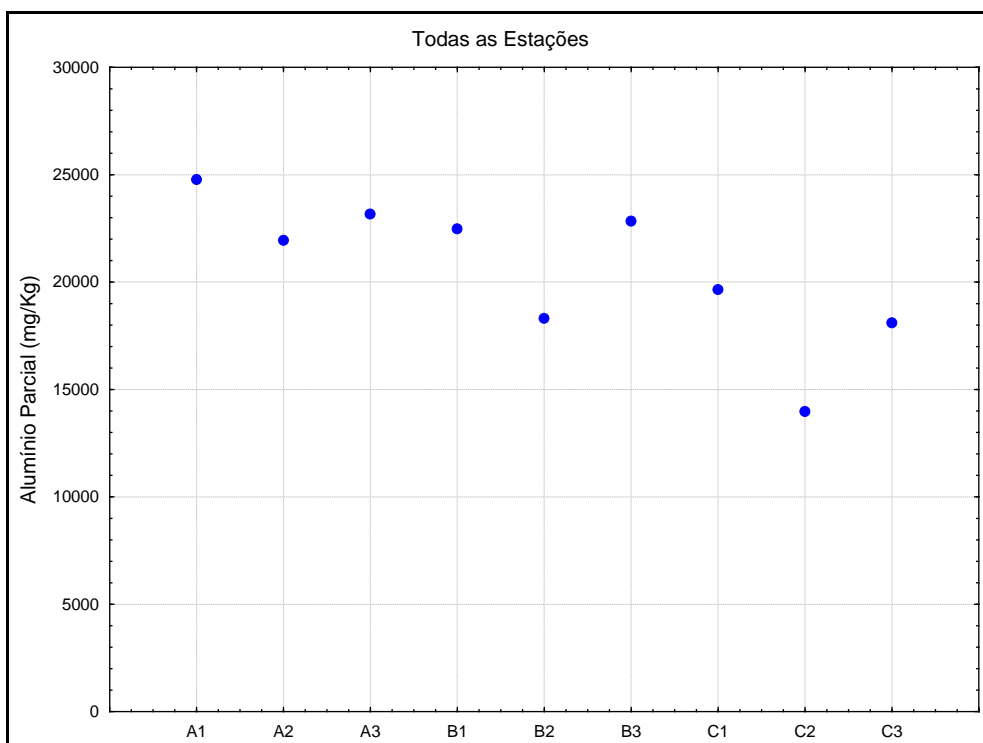


Figura II.5.1.4-17 - Valores de alumínio parcial (mg/Kg) avaliados nas 09 estações da área das Concessões BM-CAL-11/12 em agosto de 2011.

Ferro

Os valores de ferro total obtidos no presente estudo variaram entre 13.004,00 (C1-R1) e 27.977,00 mg/Kg (B3-R3). A tabela SQUIRTs da NOAA não apresenta valores de TEL e PEL para ferro. O diagnóstico ambiental do meio físico do Estudo de Impacto Ambiental da Atividade de Produção Marítima do Bloco Piranema (UFS, 2006), obteve a faixa de variação de 11.173,00 ± 42 a 75.114,00 ± 7,047 mg/Kg de ferro no sedimento da região da Bacia Sergipe/Alagoas. Todas as nove estações das Concessões BM-CAL-11/12 obtiveram resultados abaixo da variação da Bacia de Sergipe/Alagoas.

Analisando a **Tabela II.5.1.4-20** observa-se que os teores médios do ferro total das estações das Concessões BM-CAL-11/12 obedeceram o mesmo padrão obtido nos resultados dos demais estudos, indicando que esta parece ser uma característica natural do fundo marinho associada à geologia da plataforma continental.

Assim como observado no alumínio total e parcial, as estações A1, B1, B2 e B3, obtiveram os resultados mais altos quando comparados as demais estações (**Figura II.5.1.4-18** e **Figura II.5.1.4-19**, respectivamente).

Tabela II.5.1.4-20 - Máximos, mínimos e médias aritméticas dos teores de ferro total (mg/Kg) avaliado na superfície do sedimento das Concessões BM-CAL-11/12 e em outros empreendimentos petrolíferos do litoral sul da Bahia.

| Área | Fase | Valor | Ferro (mg/Kg) |
|---------------|------|----------|---------------|
| BMCAL 11 e 12 | A | Mínimo | 17.741,0 |
| | | Máximo | 21.253,0 |
| | | Média | 19.538,4 |
| | | Desvio-P | 1.161,5 |
| | B | Mínimo | 18.112,0 |
| | | Máximo | 27.977,0 |
| | | Média | 22.992,9 |
| | | Desvio-P | 3.224,3 |
| | C | Mínimo | 13.004,0 |
| | | Máximo | 23.823,0 |
| | | Média | 18.625,6 |
| | | Desvio-P | 2.869,2 |
| CRAVO | Pré | Mínimo | 2,0 |
| | | Máximo | 28.660,0 |
| | | Média | 23.095,9 |
| | | Desvio-P | 9.420,5 |
| | Pós | Mínimo | 7.151,0 |
| | | Máximo | 43.128,0 |
| | | Média | 33.494,7 |
| | | | |

Continua



Continuação da Tabela II.5.4.1.4-20

| Área | Fase | Valor | Ferro (mg/Kg) |
|------------------|----------|----------|---------------|
| CRAVO | Pós | Desvio-P | 11.304,7 |
| GENGIBRE | Pré | Mínimo | < 2 |
| | | Máximo | 13.875,0 |
| | | Média | 9.982,4 |
| | | Desvio-P | 4.081,0 |
| | Pós | Mínimo | 11.639,0 |
| | | Máximo | 20.466,0 |
| | | Média | 16.023,3 |
| | | Desvio-P | 3.131,3 |
| DENDÊ | Pré | Mínimo | < 2 |
| | | Máximo | 22.800,0 |
| | | Média | 17.807,6 |
| | | Desvio-P | 6.798,0 |
| | Pós | Mínimo | 11.457,0 |
| | | Máximo | 36.865,0 |
| | | Média | 28.935,4 |
| | | Desvio-P | 9.049,7 |
| JEQUITIBÁ | Pré | Mínimo | 12.083,0 |
| | | Máximo | 24.412,0 |
| | | Média | 20.582,0 |
| | | Desvio-P | 1.997,6 |
| | Pós | Mínimo | 19.843,0 |
| | | Máximo | 27.179,0 |
| | | Média | 23.513,2 |
| | | Desvio-P | 2.016,1 |
| COPAÍBA | Pré | Mínimo | 769,0 |
| | | Máximo | 387.396,0 |
| | | Média | 47.737,7 |
| | | Desvio-P | 65.861,2 |
| | Pós | Mínimo | 11.668,0 |
| | | Máximo | 120.044,0 |
| | | Média | 34.336,7 |
| | | Desvio-P | 24.622,0 |
| CANELA | Pré | Mínimo | 17.800,0 |
| | | Máximo | 29.800,0 |
| | | Média | 24.580,0 |
| | | Desvio-P | 3.500,4 |
| MANATI | Operação | Mínimo | 422,0 |
| | | Máximo | 48.196,0 |
| | | Média | 21.022,9 |
| | | Desvio-P | 6.515,6 |

*na = Não Avaliado

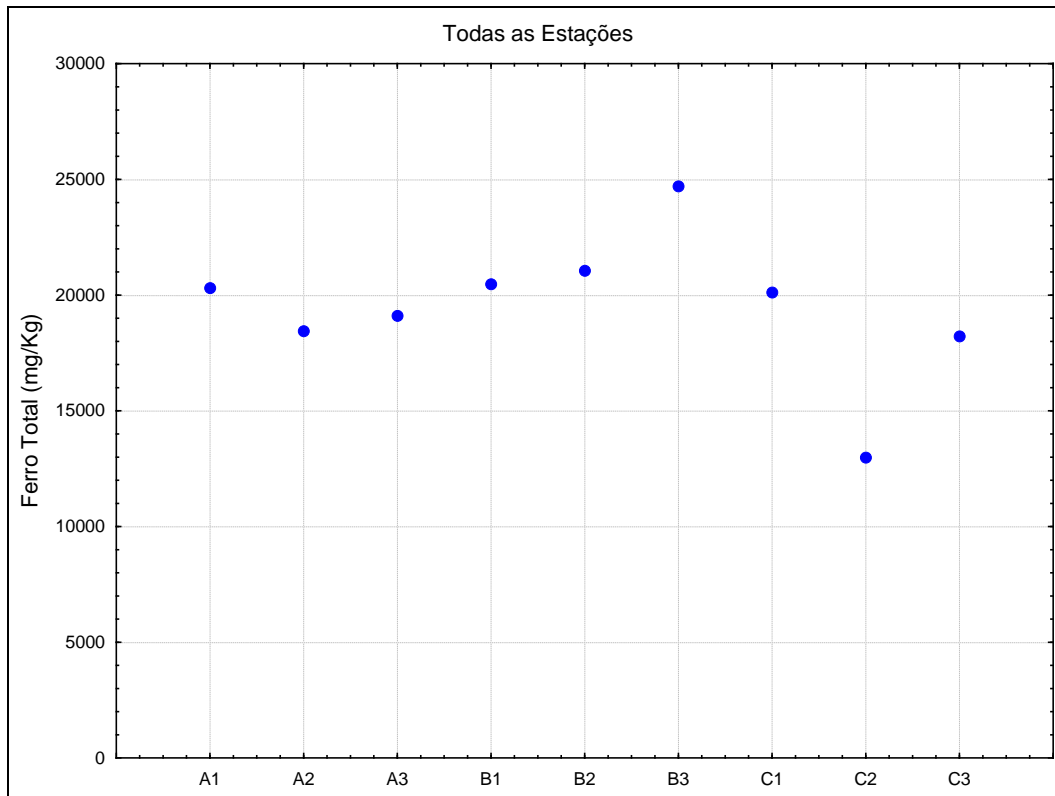


Figura II.5.1.4-18 - Valores de ferro total (mg/Kg) avaliados nas 09 estações da área das Concessões BM-CAL-11/12 em agosto de 2011.

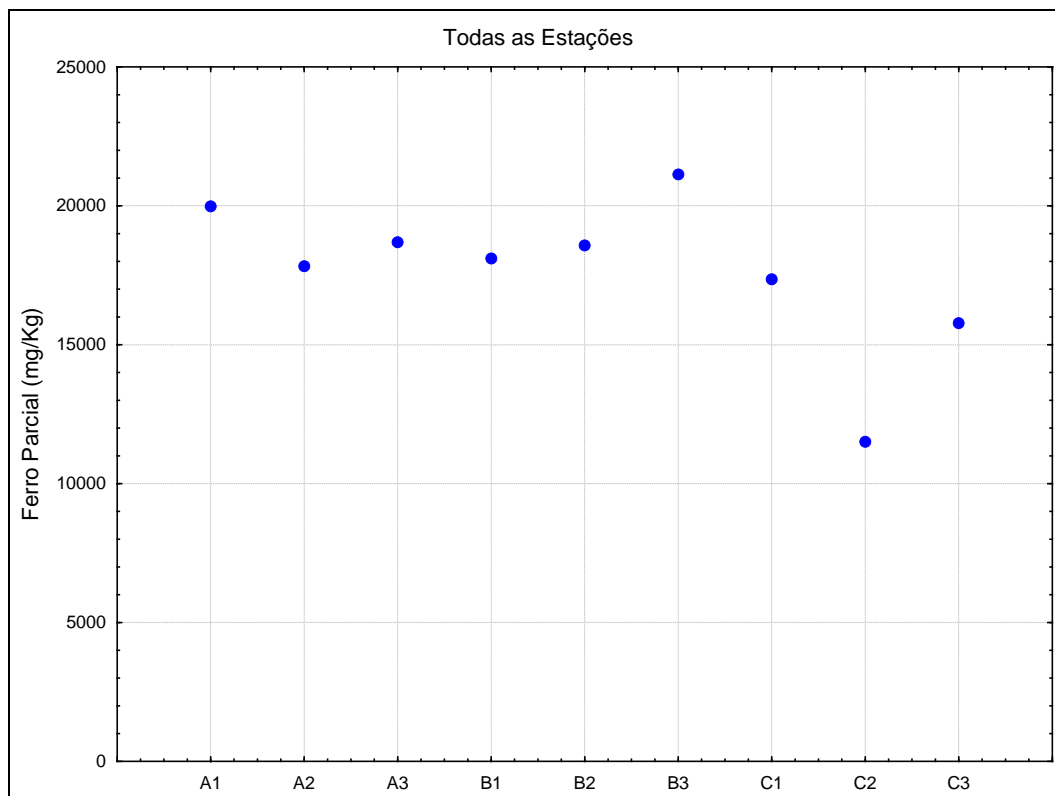


Figura II.5.1.4-19 - Valores de ferro parcial (mg/Kg) avaliados nas 09 estações da área das Concessões BM-CAL-11/12 em agosto de 2011.

Bário

Os valores de bário variaram entre 121,00 mg/Kg (C2-R1) a 2.349,00 mg/Kg (B2-R3). A tabela SQUIRTs da NOAA não apresenta valores de TEL e PEL para bário. A **Tabela II.5.1.4-21** apresenta os resultados máximos, mínimos e médias aritméticas dos teores de bário (mg/Kg) das estações das Concessões BM-CAL-11/12 e em outros empreendimentos petrolíferos do litoral da Bahia, onde pode-se observar que o padrão obtido no presente monitoramento, foi um pouco maior que os demais estudos.

Tabela II.5.1.4-21 - Máximos, mínimos e médias aritméticas dos teores de Bário total (mg/Kg) avaliado na superfície do sedimento das Concessões BM-CAL-11/12 e em outros empreendimentos petrolíferos do litoral sul da Bahia.

| Área | Fase | Valor | Bário (mg/Kg) |
|---------------|------|----------|---------------|
| BMCAL 11 e 12 | A | Mínimo | 178,00 |
| | | Máximo | 263,00 |
| | | Média | 201,67 |
| | | Desvio-P | 28,26 |
| | B | Mínimo | 239,00 |
| | | Máximo | 2.349,00 |
| | | Média | 495,44 |
| | | Desvio-P | 695,38 |
| | C | Mínimo | 121,00 |
| | | Máximo | 2.044,00 |
| | | Média | 388,44 |
| | | Desvio-P | 622,29 |
| CRAVO | Pré | Mínimo | 21,06 |
| | | Máximo | 55,16 |
| | | Média | 34,65 |
| | | Desvio-P | 11,11 |
| | Pós | Mínimo | 15,00 |
| | | Máximo | 467,00 |
| | | Média | 180,80 |
| | | Desvio-P | 154,43 |
| GENGIBRE | Pré | Mínimo | 17,00 |
| | | Máximo | 58,00 |
| | | Média | 26,70 |
| | | Desvio-P | 11,98 |
| | Pós | Mínimo | 22,00 |
| | | Máximo | 306,00 |
| | | Média | 115,50 |
| | | Desvio-P | 95,21 |
| DENDÊ | Pré | Mínimo | 21,06 |
| | | Máximo | 75,00 |
| | | Média | 54,25 |
| | | Desvio-P | 18,47 |

Continua

Continuação da Tabela II.5.1.4-21

| Área | Fase | Valor | Bário (mg/Kg) |
|-----------|----------|----------|---------------|
| DENDÊ | Pós | Mínimo | 24,00 |
| | | Máximo | 311,00 |
| | | Média | 106,40 |
| | | Desvio-P | 77,92 |
| JEQUITIBÁ | Pré | Mínimo | 24,00 |
| | | Máximo | 162,00 |
| | | Média | 110,71 |
| | | Desvio-P | 26,19 |
| | Pós | Mínimo | 61,00 |
| | | Máximo | 2.631,00 |
| | | Média | 321,43 |
| | | Desvio-P | 532,61 |
| COPAÍBA | Pré | Mínimo | 24,00 |
| | | Máximo | 111,00 |
| | | Média | 43,41 |
| | | Desvio-P | 24,20 |
| | Pós | Mínimo | 13,00 |
| | | Máximo | 118,00 |
| | | Média | 42,69 |
| | | Desvio-P | 27,40 |
| CANELA | Pré | Mínimo | 103,00 |
| | | Máximo | 309,00 |
| | | Média | 210,30 |
| | | Desvio-P | 55,63 |
| MANATI | Operação | Mínimo | < 2 |
| | | Máximo | 1.170,00 |
| | | Média | 117,70 |
| | | Desvio-P | 137,95 |

Analisando a **Figura II.5.1.4-20** e a **Figura II.5.1.4-21**, pode-se observar que, assim como nos parâmetros alumínio e ferro, as estações A1, B1, B2 e B3, novamente demonstram maiores teores que as demais estações, isto está diretamente relacionado a textura do sedimento, pois as estações do transecto A e B, apresentaram teores de textura lamosa (silte e argila) maiores que no transecto C.

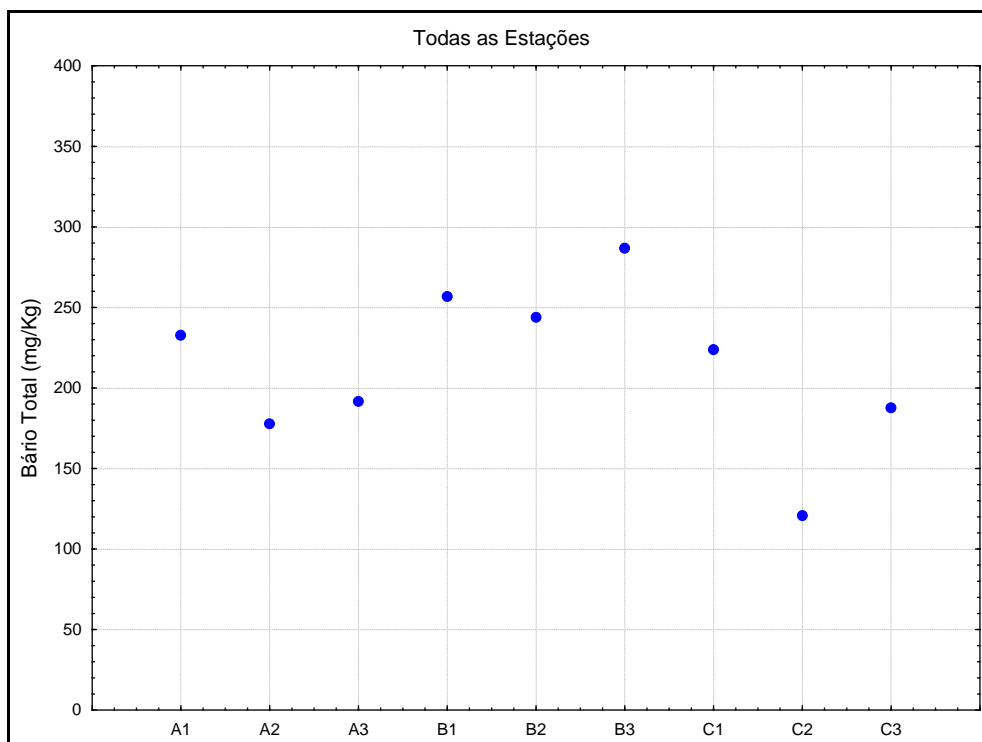


Figura II.5.1.4-20 - Valores de bário total (mg/Kg) avaliados nas 9 estações da área das Concessões BM-CAL-11/12 em agosto de 2011.

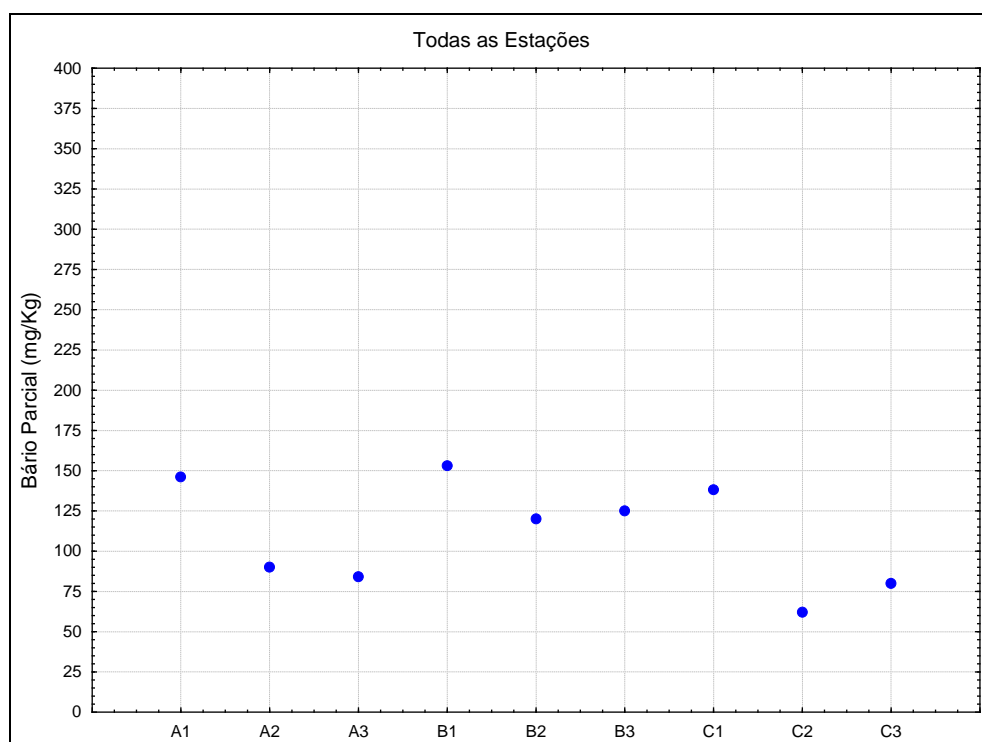


Figura II.5.1.4-21 - Valores de bário parcial (mg/Kg) avaliados nas 09 estações da área das Concessões BM-CAL-11/12 em agosto de 2011.

Chumbo

A **Tabela II.5.1.4-22** apresenta os resultados máximo, mínimo e médio da concentração de chumbo(mg/Kg) na superfície do sedimento das Concessões BM-CAL-11/12 e em outros empreendimentos petrolíferos do litoral sul da Bahia.

Os valores de chumbo variaram entre 7,20 (B1-R3) e 14,60 mg/Kg (B2-R3), como apresentado na **Figura II.5.1.4-22**. A tabela SQUIRTs da NOAA apresenta os valores 30,24 e 112,18 mg/Kg de chumbo como valores de TEL e PEL, respectivamente. Os valores de chumbo parcial foram comparados com os padrões de referência da NOAA e considerados baixos (**Figura II.5.1.4-23**), já que nenhuma estação obteve concentrações acima do TEL ou do PEL.

O diagnóstico ambiental do meio físico do Estudo de Impacto Ambiental da Atividade de Produção Marítima do Bloco Piranema (UFS, 2006), obteve a faixa de variação de $0,75 \pm 0,08$ a $17,39 \pm 0,14$ mg/Kg de chumbo no sedimento da região da Bacia Sergipe/Alagoas. Todos os valores obtidos no presente estudo estiveram dentro desta faixa de variação.

Nos estudos realizados por LACERDA *et al.* (2004), CARVALHO *et al.* (1993) e MULLER *et al.* (1999), foi evidenciado uma variação de 17 – 38 mg/Kg de chumbo na plataforma continental interna sudeste do Brasil, já Freire *et al.* (2004) e MULLER *et al.* (1999) evidenciaram uma variação de 16 – 47 mg/Kg na plataforma continental interna nordeste do Brasil; No estudo da Bacia de Campos realizado por REZENDE *et al.* (2002) e MULLER *et al.* (1999) foram evidenciados variações de chumbo entre 5,5 – 6,7 mg/Kg, e no estudo da Bacia Potiguar, foram registrados variações de 0,55 – 18,7 mg/Kg OVALLE *et al.* (2000). Contrapondo os resultados destes estudos citados com a variação máxima e mínima do chumbo analisados no presente estudo, percebe-se padrões muito parecidos entre os mesmos.

Tabela II.5.1.4-22 - Máximos, mínimos e médias aritméticas dos teores de Chumbo total (mg/Kg) avaliado na superfície do sedimento das Concessões BM-CAL-11/12 e em outros empreendimentos petrolíferos do litoral sul da Bahia.

| Área | Fase | Valor | Chumbo (mg/Kg) |
|---------------|------|----------|----------------|
| BMCAL 11 e 12 | A | Mínimo | 9,60 |
| | | Máximo | 10,10 |
| | | Média | 8,36 |
| | | Desvio-P | 1,22 |
| | B | Mínimo | 7,20 |
| | | Máximo | 14,60 |
| | | Média | 9,96 |
| | | Desvio-P | 2,07 |
| | C | Mínimo | 7,30 |
| | | Máximo | 14,50 |
| | | Média | 10,78 |
| | | Desvio-P | 2,53 |
| CRAVO | Pré | Mínimo | 2,90 |
| | | Máximo | 14,60 |
| | | Média | 11,40 |
| | | Desvio-P | 3,95 |
| | Pós | Mínimo | 2,60 |
| | | Máximo | 14,70 |
| | | Média | 10,09 |
| | | Desvio-P | 3,84 |
| GENGIBRE | Pré | Mínimo | < 0,4 |
| | | Máximo | 4,80 |
| | | Média | 1,55 |
| | | Desvio-P | 1,70 |
| | Pós | Mínimo | 5,70 |
| | | Máximo | 10,00 |
| | | Média | 7,82 |
| | | Desvio-P | 1,62 |
| DENDÊ | Pré | Mínimo | < 0,4 |
| | | Máximo | 12,00 |
| | | Média | 8,63 |
| | | Desvio-P | 4,00 |
| | Pós | Mínimo | 5,20 |
| | | Máximo | 16,40 |
| | | Média | 12,28 |
| | | Desvio-P | 4,07 |
| JEQUITIBÁ | Pré | Mínimo | 4,00 |
| | | Máximo | 9,00 |
| | | Média | 6,93 |
| | | Desvio-P | 0,84 |
| | Pós | Mínimo | 7,30 |
| | | Máximo | 26,30 |
| | | Média | 9,78 |
| | | Desvio-P | 3,94 |
| COPAÍBA | Pré | Mínimo | 0,40 |
| | | Máximo | 13,00 |
| | | Média | 6,07 |
| | | Desvio-P | 2,81 |
| | Pós | Mínimo | 6,10 |
| | | Máximo | 39,40 |

Continua

Continuação II.5.1.4-22

| Área | Fase | Valor | Chumbo (mg/Kg) |
|---------|----------|----------|----------------|
| COPAÍBA | Pós | Média | 14,44 |
| | | Desvio-P | 7,80 |
| CANELA | Pré | Mínimo | 6,10 |
| | | Máximo | 17,50 |
| | | Média | 13,83 |
| | | Desvio-P | 3,58 |
| MANATI | Operação | Mínimo | 1,50 |
| | | Máximo | 22,00 |
| | | Média | 8,62 |
| | | Desvio-P | 3,65 |

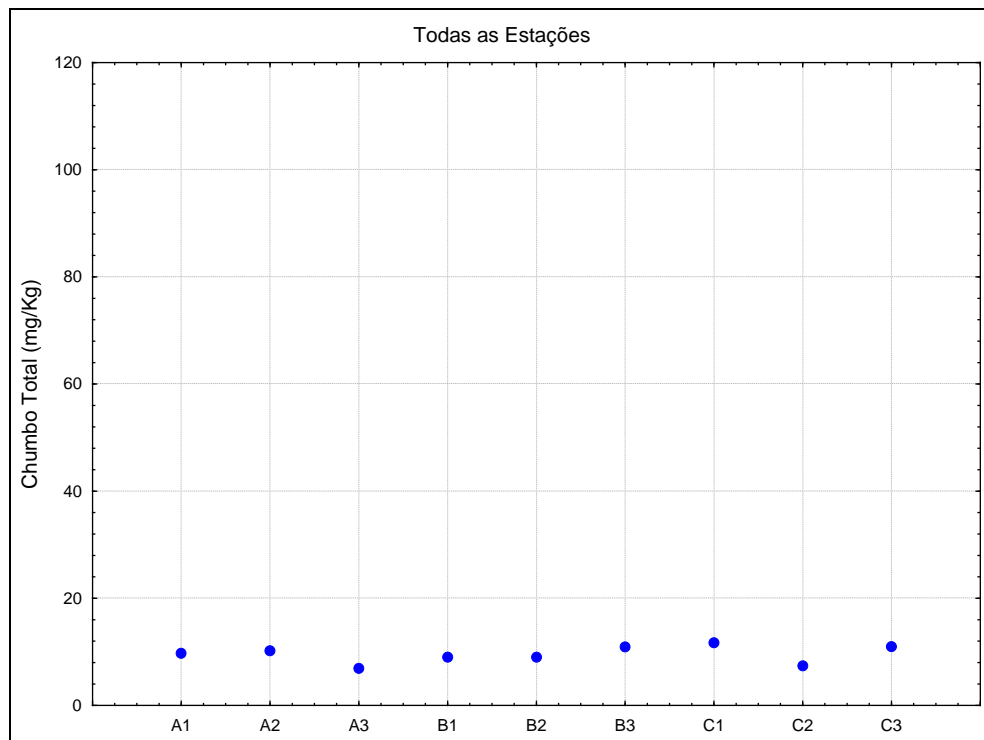


Figura II.5.1.4-22 - Valores de chumbo total (mg/Kg) avaliados nas 09 estações da área das Concessões BM-CAL-11/12 em agosto de 2011.

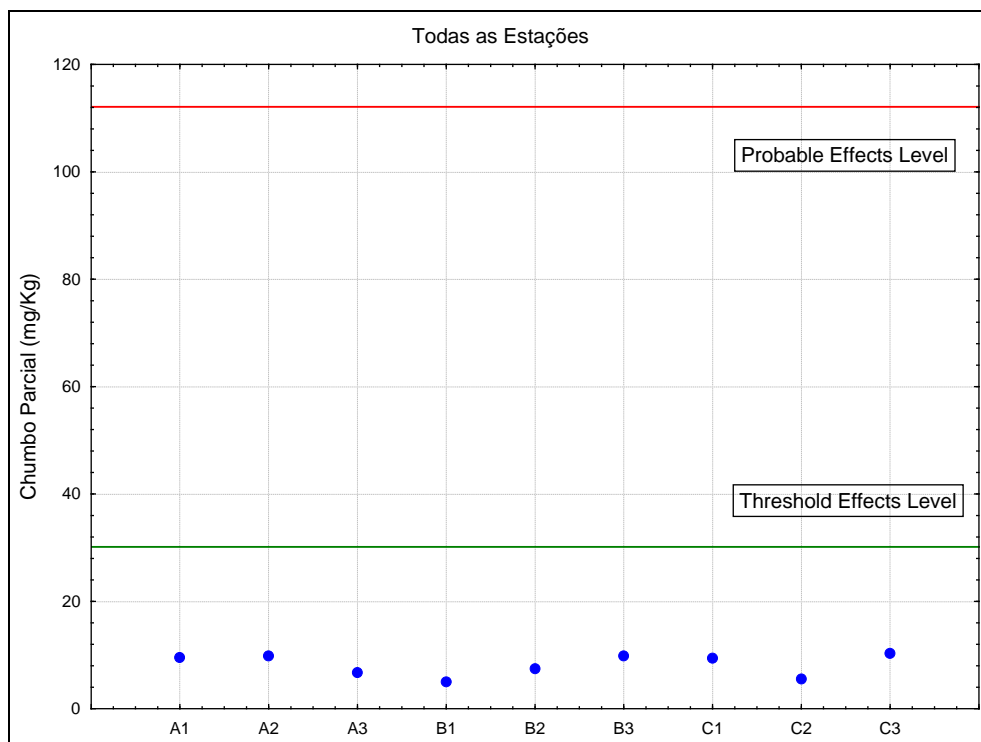


Figura II.5.1.4-23 - Valores de chumbo parcial (mg/Kg) avaliados nas 09 estações da área das Concessões BM-CAL-11/12 em agosto de 2011.

Cromo

A **Tabela II.5.1.4-23** apresenta os resultados máximo, mínimo e médio da concentração do cromo total (mg/Kg) na superfície do sedimento das Concessões BM-CAL-11/12 e em outros empreendimentos petrolíferos do litoral sul da Bahia.

Os valores de cromo obtidos no presente estudo variaram entre 25,90 (C2-R1) e 63,70 mg/Kg (B2-R3), como apresentado na **Figura II.5.1.4-24**. A tabela SQUIRTs da NOAA apresenta os valores 52,3 e 160,40 mg/Kg de cromo como valores de TEL e PEL, respectivamente. Os valores de cromo parcial foram considerados baixos quando comparados com os padrões de referência da NOAA, onde apenas as estações B2-R3 (62,6 mg/Kg) e B3-R3 (52,9 mg/Kg) apresentaram valores levemente acima de TEL, contudo a **Figura II.5.1.4-25** apresenta a média das 3 réplicas obtidas de uma mesma amostra, sendo assim, o resultado final destas estações foram abaixo do limite de TEL.

O diagnóstico ambiental do meio físico do Estudo de Impacto Ambiental da Atividade de Produção Marítima do Bloco Piranema (UFS, 2006), obteve a faixa de variação de $14,93 \pm 1,26$ a $88,52 \pm 2,00$ mg/Kg de cromo no sedimento da

região da Bacia Sergipe/Alagoas. Todos os valores obtidos no presente estudo estiveram dentro desta faixa de variação.

Nos estudos realizados por LACERDA *et al.* (2004), CARVALHO *et al.* (1993) e MULLER *et al.* (1999), foi evidenciado uma variação de 76 – 84 mg/Kg de cromo na plataforma continental interna sudeste do Brasil, já Freire *et al.* (2004) e MULLER *et al.* (1999) evidenciaram uma variação de 03 – 39 mg/Kg na plataforma continental interna nordeste do Brasil; No estudo da Bacia de campo realizado por REZENDE *et al.* (2002) e MULLER *et al.* (1999) foram evidenciados variações de cromo entre 14 – 15 mg/Kg, e no estudo da Bacia Potiguar, foram registrados variações de 1 – 25,1 mg/Kg OVALLE *et al.* (2000). Contrapondo os resultados destes estudos citados com a variação máxima e mínima do cromo analisados no presente estudo, percebe-se padrões condizentes com os da plataforma continental interna do sudeste do Brasil, mas acima dos valores de referência para a plataforma interna nordeste.

Tabela II.5.1.4-23 - Máximos, mínimos e médias aritméticas dos teores de Cromo total (mg/Kg) avaliado na superfície do sedimento das Concessões BM-CAL-11/12 e em outros empreendimentos petrolíferos do litoral sul da Bahia.

| Área | Fase | Valor | Cromo (mg/Kg) |
|---------------|------|----------|---------------|
| BMCAL 11 e 12 | A | Mínimo | 35,20 |
| | | Máximo | 49,00 |
| | | Média | 43,61 |
| | | Desvio-P | 4,60 |
| | B | Mínimo | 38,90 |
| | | Máximo | 63,70 |
| | | Média | 48,38 |
| | | Desvio-P | 7,88 |
| | C | Mínimo | 25,90 |
| | | Máximo | 47,80 |
| | | Média | 37,67 |
| | | Desvio-P | 6,18 |
| CRAVO | Pré | Mínimo | 9,53 |
| | | Máximo | 45,47 |
| | | Média | 37,07 |
| | | Desvio-P | 12,82 |
| | Pós | Mínimo | 14,10 |
| | | Máximo | 72,00 |
| | | Média | 58,41 |
| | | Desvio-P | 19,52 |
| GENGIBRE | Pré | Mínimo | 9,53 |
| | | Máximo | 20,00 |
| | | Média | 14,04 |
| | | Desvio-P | 3,39 |
| | Pós | Mínimo | 12,30 |

Continua



Continuação da Tabela II.5.1.4-23

| Área | Fase | Valor | Cromo (mg/Kg) |
|-----------|----------|----------|---------------|
| GENGIBRE | Pós | Máximo | 22,80 |
| | | Média | 16,96 |
| | | Desvio-P | 3,75 |
| DENDÊ | Pré | Mínimo | 9,53 |
| | | Máximo | 42,00 |
| | | Média | 30,96 |
| | | Desvio-P | 10,55 |
| | Pós | Mínimo | 14,80 |
| | | Máximo | 47,30 |
| | | Média | 35,66 |
| | | Desvio-P | 12,07 |
| JEQUITIBÁ | Pré | Mínimo | 15,00 |
| | | Máximo | 35,00 |
| | | Média | 26,88 |
| | | Desvio-P | 3,24 |
| | Pós | Mínimo | 32,80 |
| | | Máximo | 43,40 |
| | | Média | 38,03 |
| | | Desvio-P | 2,56 |
| COPAÍBA | Pré | Mínimo | 13,00 |
| | | Máximo | 57,00 |
| | | Média | 31,74 |
| | | Desvio-P | 11,37 |
| | Pós | Mínimo | 13,80 |
| | | Máximo | 90,70 |
| | | Média | 33,62 |
| | | Desvio-P | 17,33 |
| CANELA | Pré | Mínimo | 54,90 |
| | | Máximo | 93,90 |
| | | Média | 78,80 |
| | | Desvio-P | 9,82 |
| MANATI | Operação | Mínimo | 6,00 |
| | | Máximo | 82,20 |
| | | Média | 27,83 |
| | | Desvio-P | 13,61 |

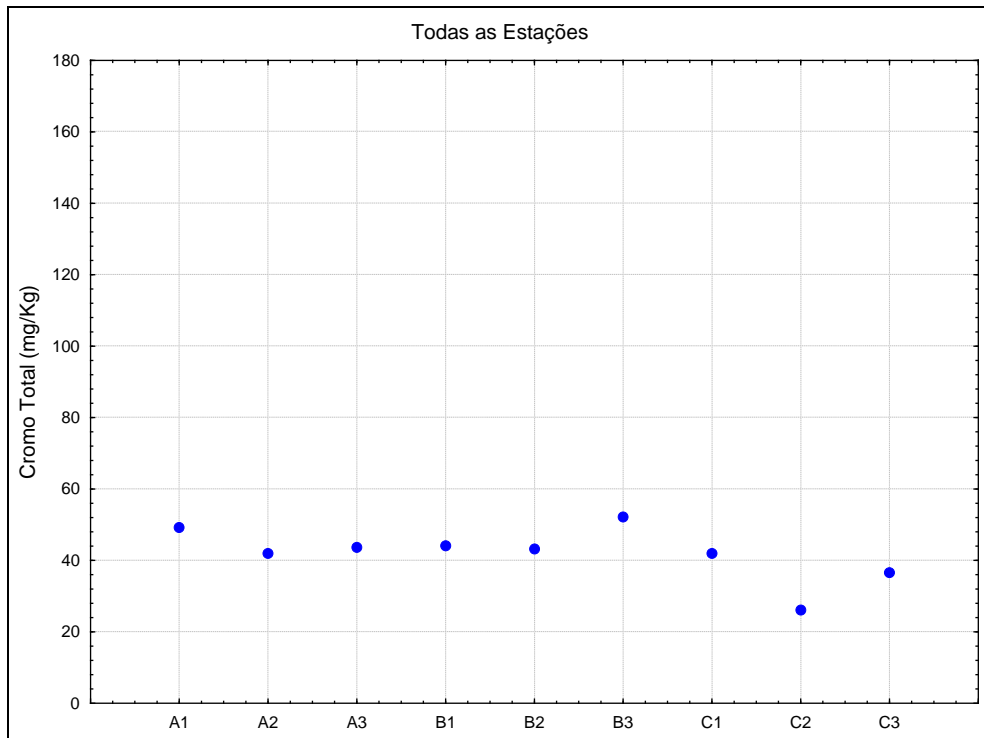


Figura II.5.1.4-24 - Valores de cromo total (mg/Kg) avaliados nas 09 estações da área das Concessões BM-CAL-11/12 em agosto de 2011.

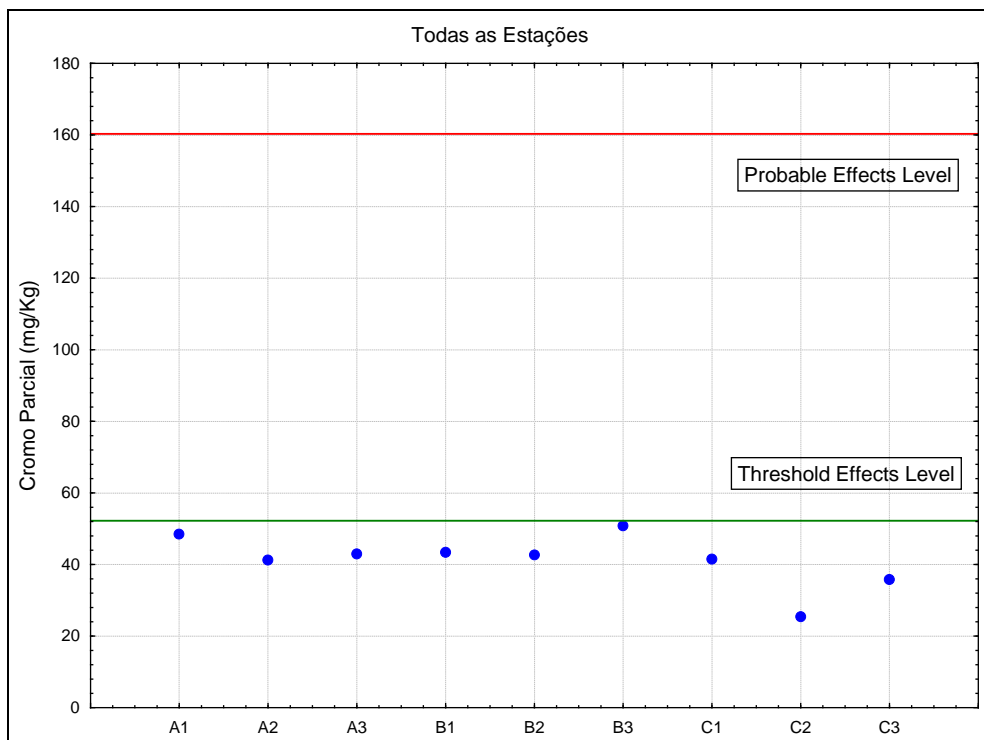


Figura II.5.1.4-25 - Valores de cromo parcial (mg/Kg) avaliados nas 09 estações da área das Concessões BM-CAL-11/12 em agosto de 2011.

Cobre

A **Tabela II.5.1.4-24** apresenta os resultados máximo, mínimo e médio da concentração do cobre total (mg/Kg) na superfície do sedimento das Concessões BM-CAL-11/12 e em outros empreendimentos petrolíferos do litoral sul da Bahia.

Os valores de cobre total variaram entre 13,40 (C2-R1) e 26,20 mg/Kg (C3-R2), como demonstrado na **Figura II.5.1.4-26**. A tabela SQUIRTs da NOAA apresenta os valores 18,70 e 108,20 mg/Kg de cobre como valores de TEL e PEL, respectivamente. Os valores de cobre parcial foram considerados baixos quando comparados com os padrões de referência da NOAA, já que apenas 08 das 27 réplicas obtiveram concentrações levemente acima do TEL. Contudo quando gerado a média das três réplicas de uma mesma estação, apenas as estações B3 e C3 permaneceram levemente acima do limite do TEL (**Figura II.5.1.4-27**).

O diagnóstico ambiental do meio físico do Estudo de Impacto Ambiental da Atividade de Produção Marítima do Bloco Piranema (UFS, 2006), obteve a faixa de variação de $2,59 \pm 0,63$ a $28,88 \pm 0,59$ mg/Kg de cobre no sedimento da região da Bacia Sergipe/Alagoas. Todos os valores obtidos no presente estudo estiveram dentro desta faixa de variação.

LACERDA *et al.* (2004), CARVALHO *et al.* (1993) e MULLER *et al.* (1999), evidenciaram uma variação de 76 – 84 mg/Kg de cobre na plataforma continental interna sudeste do Brasil, já Freire *et al.* (2004) e MULLER *et al.* (1999) evidenciaram uma variação de 03 – 39 mg/Kg na plataforma continental interna nordeste do Brasil; No estudo da Bacia de campo realizado por REZENDE *et al.* (2002) e MULLER *et al.* (1999) foram evidenciados variações de cobre entre 14 – 15 mg/Kg, e no estudo da Bacia Potiguar, foram registrados variações de 1 – 25,1 mg/Kg OVALLE *et al.* (2000). A faixa de variação encontrada nos sedimentos das Concessões BM-CAL-11/12 foi similar ou inferior aos estudos supracitados.

Tabela II.5.1.4-24 - Máximos, mínimos e médias aritméticas dos teores de Cobre total (mg/Kg) avaliado na superfície do sedimento das Concessões BM-CAL-11/12 e em outros empreendimentos petrolíferos do litoral sul da Bahia.

| Área | Fase | Valor | Cobre (mg/Kg) |
|---------------|------|----------|---------------|
| BMCAL 11 e 12 | A | Mínimo | 16,10 |
| | | Máximo | 22,90 |
| | | Média | 18,90 |
| | | Desvio-P | 2,44 |
| | B | Mínimo | 15,80 |
| | | Máximo | 23,90 |
| | | Média | 19,89 |
| | | Desvio-P | 3,18 |
| | C | Mínimo | 13,40 |
| | | Máximo | 26,20 |
| | | Média | 18,06 |
| | | Desvio-P | 4,06 |
| CRAVO | Pré | Mínimo | 1,57 |
| | | Máximo | 8,72 |
| | | Média | 6,43 |
| | | Desvio-P | 2,59 |
| | Pós | Mínimo | 2,10 |
| | | Máximo | 10,20 |
| | | Média | 8,95 |
| | | Desvio-P | 3,32 |
| GENGIBRE | Pré | Mínimo | < 0,1 |
| | | Máximo | 27,00 |
| | | Média | 4,34 |
| | | Desvio-P | 8,05 |
| | Pós | Mínimo | 1,70 |
| | | Máximo | 4,60 |
| | | Média | 3,12 |
| | | Desvio-P | 0,99 |
| DENDÊ | Pré | Mínimo | 1,00 |
| | | Máximo | 37,00 |
| | | Média | 24,45 |
| | | Desvio-P | 14,18 |
| | Pós | Mínimo | 1,90 |
| | | Máximo | 11,50 |
| | | Média | 8,26 |
| | | Desvio-P | 3,45 |
| JEQUITIBÁ | Pré | Mínimo | 3,00 |
| | | Máximo | 14,00 |
| | | Média | 11,50 |
| | | Desvio-P | 1,86 |
| | Pós | Mínimo | 6,30 |
| | | Máximo | 12,10 |
| | | Média | 9,66 |
| | | Desvio-P | 1,30 |
| COPAÍBA | Pré | Mínimo | 3,00 |
| | | Máximo | 12,00 |
| | | Média | 5,47 |
| | | Desvio-P | 3,11 |
| | Pós | Mínimo | 2,50 |
| | | Máximo | 13,50 |

Continua



Continuação da Tabela II.5.1.4-24

| Área | Fase | Valor | Cobre (mg/Kg) |
|---------|----------|----------|---------------|
| COPAÍBA | Pós | Média | 5,36 |
| | | Desvio-P | 2,86 |
| CANELA | Pré | Mínimo | 10,70 |
| | | Máximo | 18,80 |
| | | Média | 15,18 |
| | | Desvio-P | 2,37 |
| MANATI | Operação | Mínimo | < 0,1 |
| | | Máximo | 11,00 |
| | | Média | 4,12 |
| | | Desvio-P | 2,18 |

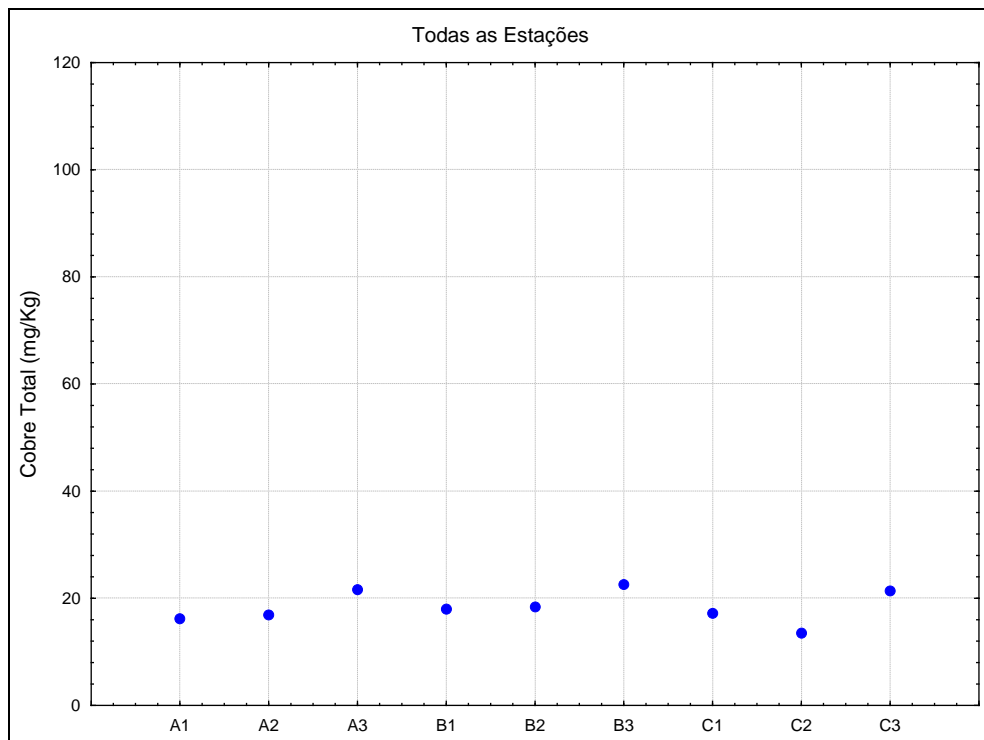


Figura II.5.1.4-26 - Valores de cobre total (mg/Kg) avaliados nas 09 estações da área das Concessões BM-CAL-11/12 em agosto de 2011.

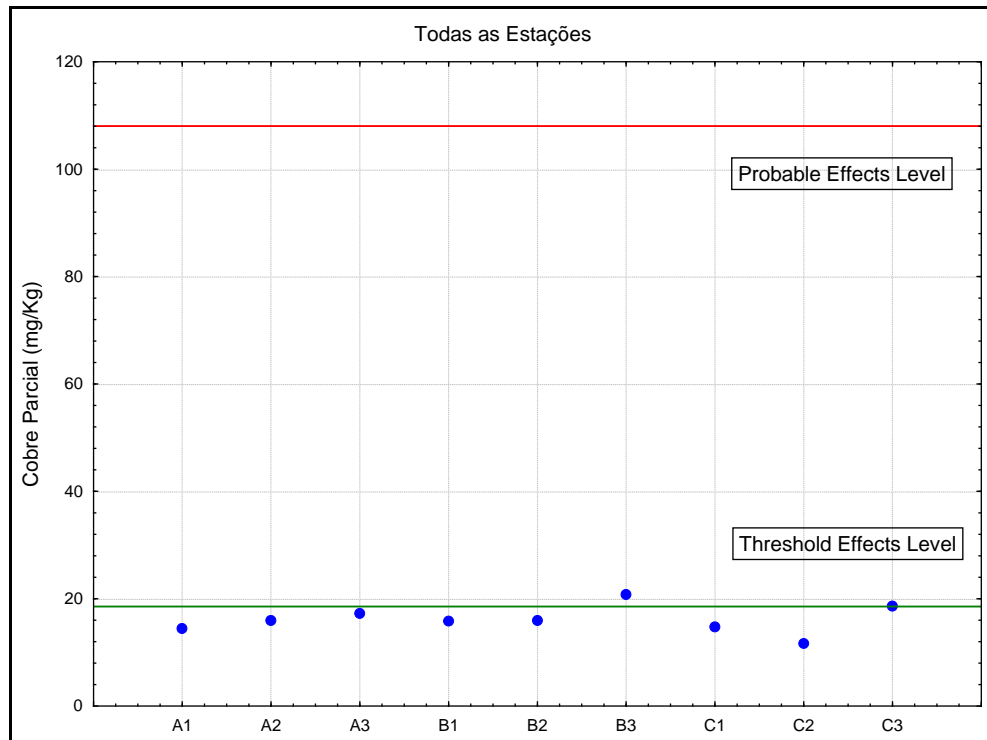


Figura II.5.1.4-27 - Valores de cobre parcial (mg/Kg) avaliados nas 09 estações da área das Concessões BM-CAL-11/12 em agosto de 2011.

Zinco

A **Tabela II.5.1.4-25** apresenta os resultados máximo, mínimo e médio da concentração do zinco total (mg/Kg) na superfície do sedimento das Concessões BM-CAL-11/12 e em outros empreendimentos petrolíferos do litoral sul da Bahia.

Os valores de zinco total encontrados no presente trabalho variaram entre 21,50 (C2-R1) e 44,30 mg/Kg (B2-R3), como apresentado na **Figura II.5.1.4-28**. A tabela SQUIRTs da NOAA apresenta os valores 124,0 e 271,0 mg/Kg como valores de TEL e PEL, respectivamente. As concentrações de zinco parcial foram muito inferiores aos valores recomendados pela NOAA (1999), como demonstrado na **Figura II.5.1.4-29**.

O diagnóstico ambiental do meio físico do Estudo de Impacto Ambiental da Atividade de Produção Marítima do Bloco Piranema (UFS, 2006), obteve a faixa de variação de $1,31 \pm 0,11$ a $8,81 \pm 0,69$ mg/Kg de zinco no sedimento da região da Bacia Sergipe/Alagoas. Os valores obtidos no presente monitoramento, embora estejam muito abaixo do TEL e PEL da NOAA estiveram acima da faixa de variação observada na Bacia Sergipe/Alagoas.

LACERDA et al. (2004), CARVALHO et al. (1993) e MULLER et al. (1999), em seu estudo obtiveram uma variação de 78 – 147 mg/Kg de zinco na plataforma continental interna sudeste do Brasil, já Freire et al. (2004) e MULLER et al. (1999) evidenciaram uma variação de 99 – 270 mg/Kg na plataforma continental interna nordeste do Brasil; No estudo da Bacia de campo realizado por REZENDE et al. (2002) e MULLER et al. (1999) foram evidenciados variações de zinco entre 24,5 – 28,9 mg/Kg, e no estudo da Bacia Potiguar, foram registrados variações de 0,3 – 35,9 mg/Kg OVALLE et al. (2000). Contrapondo os resultados destes estudos citados com a variação máxima e mínima do zinco analisados, percebe-se que os resultados obtidos na presente campanha foram abaixo dos obtidos na plataforma continental interna do nordeste do Brasil.

Tabela II.5.1.4-25 - Máximos, mínimos e médias aritméticas dos teores de Zinco total (mg/Kg) avaliado na superfície do sedimento das Concessões BM-CAL-11/12 e em outros empreendimentos petrolíferos do litoral sul da Bahia.

| Área | Fase | Valor | Zinco (mg/Kg) |
|---------------|------|----------|---------------|
| BMCAL 11 e 12 | A | Mínimo | 28,40 |
| | | Máximo | 36,30 |
| | | Média | 31,61 |
| | | Desvio-P | 2,51 |
| | B | Mínimo | 28,20 |
| | | Máximo | 44,30 |
| | | Média | 36,54 |
| | | Desvio-P | 5,82 |
| | C | Mínimo | 21,50 |
| | | Máximo | 40,30 |
| | | Média | 30,31 |
| | | Desvio-P | 5,00 |
| CRAVO | Pré | Mínimo | 9,20 |
| | | Máximo | 43,90 |
| | | Média | 32,29 |
| | | Desvio-P | 14,44 |
| | Pós | Mínimo | 7,70 |
| | | Máximo | 42,00 |
| | | Média | 34,49 |
| | | Desvio-P | 12,14 |
| GENGIBRE | Pré | Mínimo | 9,21 |
| | | Máximo | 20,00 |
| | | Média | 14,11 |
| | | Desvio-P | 3,65 |
| | Pós | Mínimo | 7,90 |
| | | Máximo | 16,20 |
| | | Média | 11,26 |
| | | Desvio-P | 2,96 |
| DENDÊ | Pré | Mínimo | 0,57 |

Continua

Continuação da Tabela II.5.1.4-25

| Área | Fase | Valor | Zinco (mg/Kg) |
|-----------|----------|----------|---------------|
| DENDÊ | Pré | Máximo | 12,79 |
| | | Média | 1,96 |
| | | Desvio-P | 3,81 |
| | Pós | Mínimo | 6,10 |
| | | Máximo | 31,90 |
| | | Média | 23,60 |
| JEQUITIBÁ | Pré | Mínimo | 14,00 |
| | | Máximo | 29,00 |
| | | Média | 23,95 |
| | | Desvio-P | 2,44 |
| | Pós | Mínimo | < 1 |
| | | Máximo | 39,60 |
| | | Média | 32,75 |
| COPAÍBA | Pré | Mínimo | 10,00 |
| | | Máximo | 59,00 |
| | | Média | 29,74 |
| | | Desvio-P | 11,86 |
| | Pós | Mínimo | 9,50 |
| | | Máximo | 73,70 |
| | | Média | 29,30 |
| CANELA | Pré | Desvio-P | 13,96 |
| | | Mínimo | < 3 |
| | | Máximo | 61,70 |
| | | Média | 49,99 |
| MANATI | Operação | Desvio-P | 18,59 |
| | | Mínimo | 0,40 |
| | | Máximo | 45,00 |
| | | Média | 16,89 |
| | | Desvio-P | 8,93 |



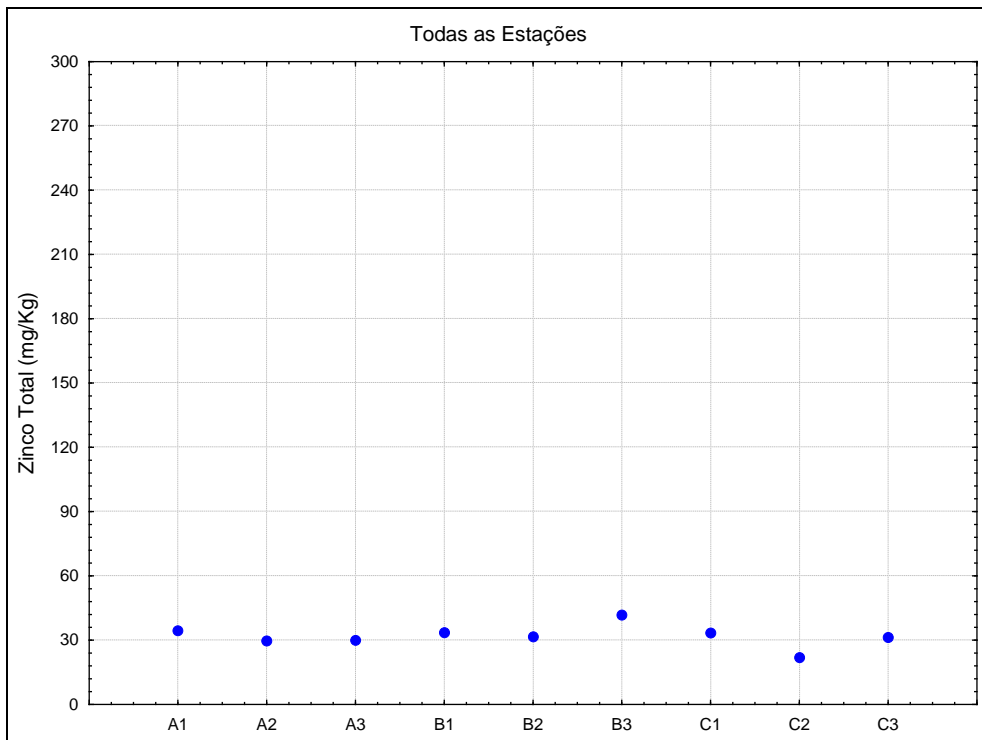


Figura II.5.1.4-28 - Valores de zinco total (mg/Kg) avaliados nas 09 estações da área das Concessões BM-CAL-11/12 em agosto de 2011.

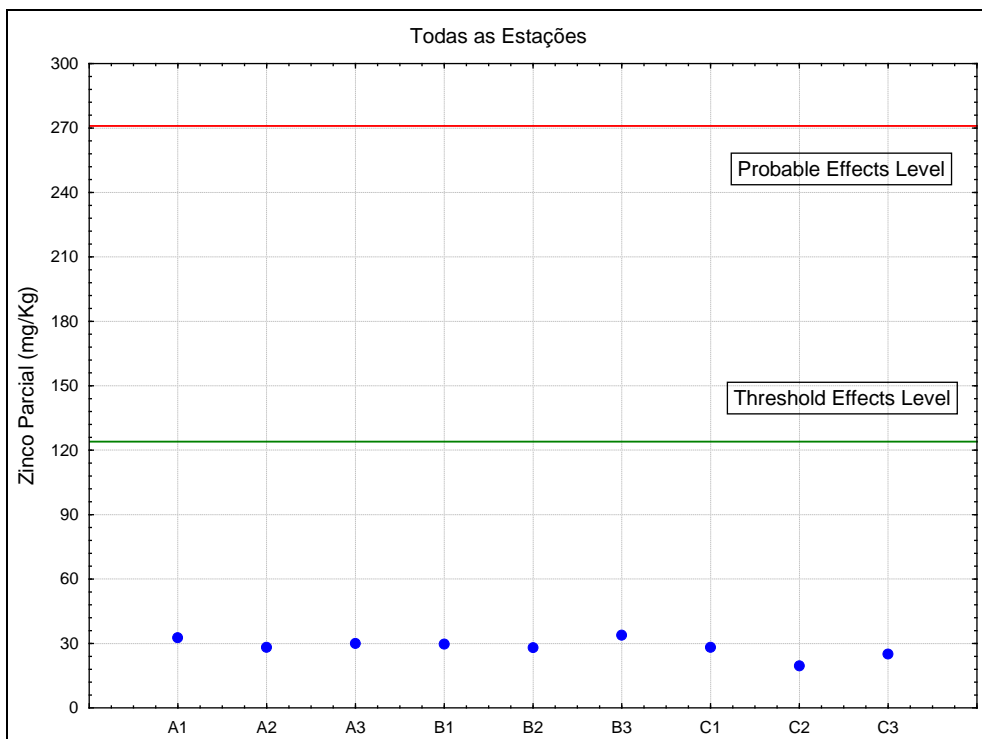


Figura II.5.1.4-29 - Valores de zinco parcial (mg/Kg) avaliados nas 09 estações da área das Concessões BM-CAL-11/12 em agosto de 2011.

Níquel

A **Tabela II.5.1.4-26** apresenta os resultados máximo, mínimo e médio da concentração do níquel total (mg/Kg) na superfície do sedimento das Concessões BM-CAL-11/12 e em outros empreendimentos petrolíferos do litoral sul da Bahia.

Os valores de níquel obtidos no presente estudo variaram entre 10,70 mg/Kg (C2-R1) e 19,70 mg/Kg (B2-R3). A tabela SQUIRTs da NOAA apresenta os valores 15,9 e 42,80 mg/Kg como valores de TEL e PEL, respectivamente. Todas as amostras de níquel parcial estiveram abaixo dos limites TEL e PEL da NOAA.

O diagnóstico ambiental do meio físico do Estudo de Impacto Ambiental da Atividade de Produção Marítima do Bloco Piranema (UFS, 2006), obteve a faixa de variação de $8,1 \pm 0,7$ a $45,4 \pm 3,0$ mg/Kg de níquel no sedimento da região da Bacia Sergipe/Alagoas. Todos os valores obtidos no presente estudo estiveram abaixo desta faixa de variação.

LACERDA *et al.* (2004), CARVALHO *et al.* (1993) e MULLER *et al.* (1999), evidenciaram uma variação de 25 – 36 mg/Kg de níquel na plataforma continental interna sudeste do Brasil, já FREIRE *et al.* (2004) e MULLER *et al.* (1999) evidenciaram uma variação de 4 – 12 mg/Kg na plataforma continental interna nordeste do Brasil; No estudo da Bacia de campo realizado por Rezende *et al.* (2002) e MULLER *et al.* (1999) foram evidenciados variações de níquel entre 6,2 – 7,7 mg/Kg, e no estudo da Bacia Potiguar, foram registrados variações de 0,4 – 4,36 mg/Kg OVALLE *et al.* (2000). Contrapondo os resultados destes estudos citados com a variação máxima e mínima do níquel analisados, percebe-se que os resultados obtidos na presente campanha foram acima dos obtidos na plataforma continental interna do nordeste do Brasil.



Tabela II.5.1.4-26 - Máximos, mínimos e médias aritméticas dos teores de Níquel total (mg/Kg) avaliado na superfície do sedimento das Concessões BM-CAL-11/12 e em outros empreendimentos petrolíferos do litoral sul da Bahia.

| Área | Fase | Valor | Níquel (mg/Kg) |
|---------------|------|----------|----------------|
| BMCAL 11 e 12 | A | Mínimo | 12,50 |
| | | Máximo | 15,80 |
| | | Média | 14,24 |
| | | Desvio-P | 1,03 |
| | B | Mínimo | 12,40 |
| | | Máximo | 19,70 |
| | | Média | 16,98 |
| | | Desvio-P | 3,03 |
| | C | Mínimo | 10,70 |
| | | Máximo | 18,20 |
| | | Média | 15,29 |
| | | Desvio-P | 2,43 |
| CRAVO | Pré | Mínimo | 2,19 |
| | | Máximo | 16,61 |
| | | Média | 12,787 |
| | | Desvio-P | 5,16 |
| | Pós | Mínimo | 7,1 |
| | | Máximo | 23,3 |
| | | Média | 19,2 |
| | | Desvio-P | 5,58 |
| GENGIBRE | Pré | Mínimo | 2,19 |
| | | Máximo | 6,1 |
| | | Média | 4,079 |
| | | Desvio-P | 1,204 |
| | Pós | Mínimo | 8,1 |
| | | Máximo | 15,6 |
| | | Média | 11,71 |
| | | Desvio-P | 2,56 |
| DENDÊ | Pré | Mínimo | 2,19 |
| | | Máximo | 15 |
| | | Média | 10,819 |
| | | Desvio-P | 4,52 |
| | Pós | Mínimo | 3,7 |
| | | Máximo | 19,8 |
| | | Média | 14,48 |
| | | Desvio-P | 5,62 |
| JEQUITIBÁ | Pré | Mínimo | 4,00 |
| | | Máximo | 14,00 |
| | | Média | 10,78 |
| | | Desvio-P | 1,44 |
| | Pós | Mínimo | 11,3 |
| | | Máximo | 15,4 |
| | | Média | 13,31 |
| | | Desvio-P | 1,04 |
| COPAÍBA | Pré | Mínimo | < 4 |
| | | Máximo | 17 |
| | | Média | 9,5 |
| | | Desvio-P | 3,88 |
| | Pós | Mínimo | 10,7 |
| | | Máximo | 34,3 |

Continua

Continuação da Tabela II.5.1.4-28

| Área | Fase | Valor | Níquel (mg/Kg) |
|---------|----------|----------|----------------|
| COPAÍBA | Pós | Média | 19,03 |
| | | Desvio-P | 5,97 |
| CANELA | Pré | Mínimo | 15,4 |
| | | Máximo | 29,2 |
| | | Média | 23,8 |
| | | Desvio-P | 4,55 |
| MANATI | Operação | Mínimo | < 0,4 |
| | | Máximo | 30 |
| | | Média | 10,59 |
| | | Desvio-P | 5,77 |

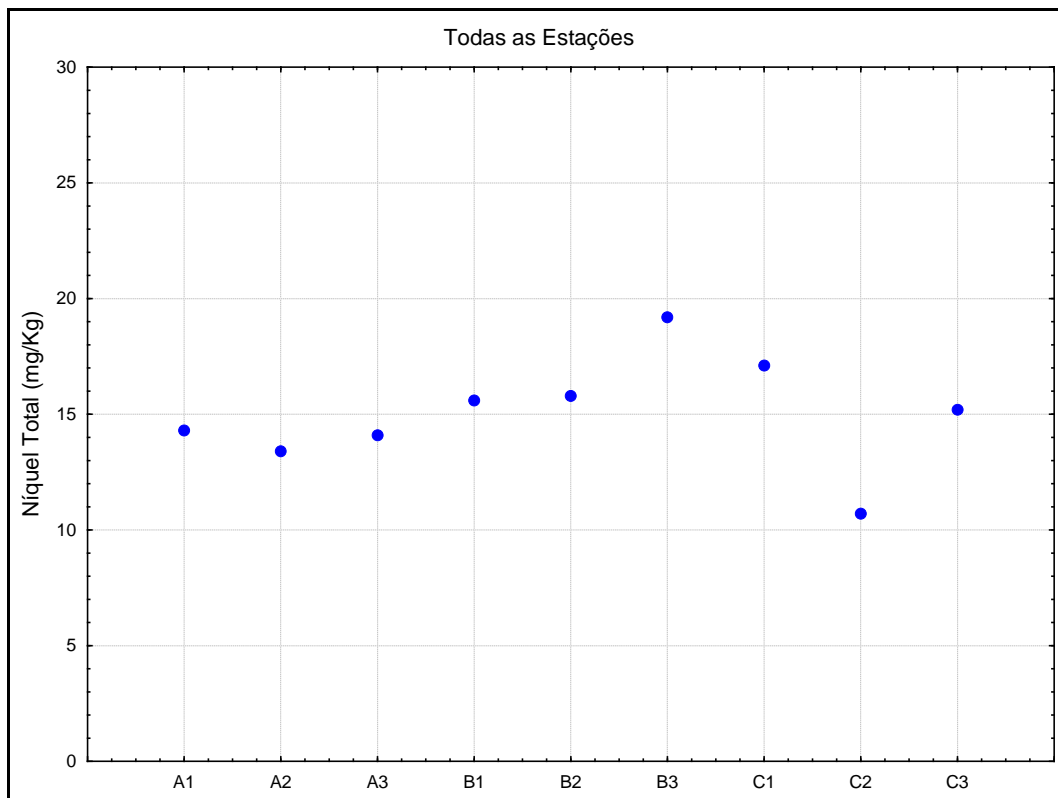


Figura II.5.1.4-30 - Valores de níquel total (mg/Kg) avaliados nas 09 estações da área das Concessões BM-CAL-11/12 em agosto de 2011.

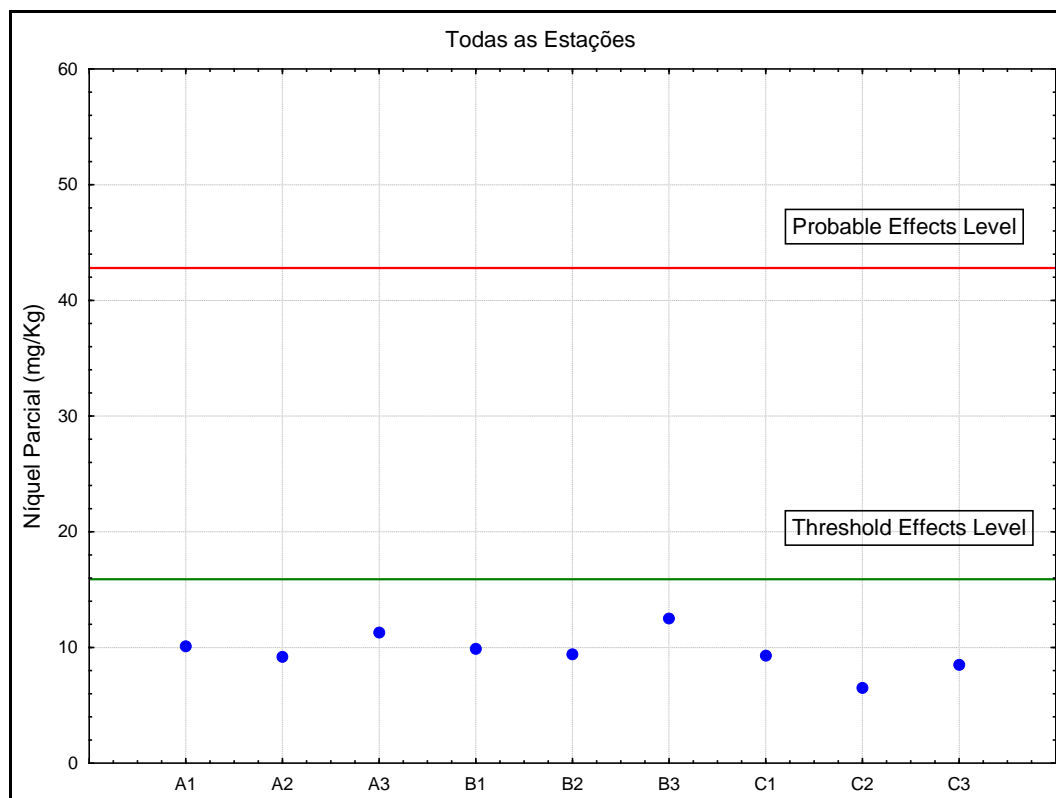


Figura II.5.1.4-31 - Valores níquel parcial (mg/Kg) avaliados nas 09 estações da área das Concessões BM-CAL-11/12 em agosto de 2011.

Cádmio

A **Tabela II.5.1.4-27** apresenta os resultados máximo, mínimo e médio da concentração do cádmio total (mg/Kg) na superfície do sedimento das Concessões BM-CAL-11/12 e em outros empreendimentos petrolíferos do litoral sul da Bahia.

Os valores de cádmio variaram entre 1,60 mg/Kg (A2-R1) e 3,10 (C3-R2), sendo ilustrado na **Figura II.5.1.4-32**. A tabela SQUIRTs da NOAA apresenta os valores 0,676 e 4,21 mg/Kg como valores de TEL e PEL, respectivamente.

Chama a atenção os valores de cádmio parcial, pois foram considerados altos quando comparados com os padrões de referência da NOAA, já que todas as 27 réplicas obtiveram concentrações acima do TEL, indicando risco moderado da concentração do poluente no sedimento provocar efeitos tóxicos em organismos aquáticos (**Figura II.5.1.4-33**).

Segundo AZEVEDO & CHASIN (2003) a ATSDR (Agency for Toxic Substances and Disease Registry) considera a faixa de 0,1 a 1,0 mg/Kg como

nível natural de cádmio no sedimento marinho. Os valores de cádmio em todas as estações de amostragem estiveram abaixo do PEL, onde efeitos adversos para a biota são prováveis.

O diagnóstico ambiental do meio físico do Estudo de Impacto Ambiental da Atividade de Produção Marítima do Bloco Piranema (UFS, 2006) obteve a faixa de variação de < 0,01 a 2,71 mg/Kg de cádmio no sedimento da região da Bacia Sergipe/Alagoas. Todos os valores de cádmio parcial obtidos no presente estudo estiveram dentro desta faixa de variação.

LACERDA et al. (2004), CARVALHO et al. (1993) e MULLER et al. (1999), obtiveram em seu estudo na plataforma continental interna sudeste do Brasil um variação de 0,1 – 0,32 mg/Kg de cádmio, já Freire et al. (2004) e MULLER et al. (1999) evidenciaram uma variação de 0,03 – 0,36 mg/Kg na plataforma continental interna nordeste do Brasil; No estudo da Bacia Potiguar, foram registrados variações de 0,02 – 1,1 mg/Kg OVALLE et al. (2000). Contrapondo os resultados destes estudos citados com a variação máxima e mínima do cádmio analisados, percebe-se que os resultados obtidos na presente campanha foram acima dos obtidos na plataforma continental interna do nordeste do Brasil.

Tabela II.5.1.4-27 - Máximos, mínimos e médias aritméticas dos teores de Cádmio total (mg/Kg) avaliado na superfície do sedimento das Concessões BM-CAL-11/12 e em outros empreendimentos petrolíferos do litoral sul da Bahia.

| Área | Fase | Valor | Cádmio (mg/Kg) |
|---------------|------|----------|----------------|
| BMCAL 11 e 12 | A | Mínimo | 1,60 |
| | | Máximo | 2,50 |
| | | Média | 2,17 |
| | | Desvio-P | 0,27 |
| | B | Mínimo | 1,70 |
| | | Máximo | 3,00 |
| | | Média | 2,50 |
| | | Desvio-P | 0,40 |
| | C | Mínimo | 1,80 |
| | | Máximo | 3,10 |
| | | Média | 2,37 |
| | | Desvio-P | 0,45 |
| CRAVO | Pré | Mínimo | 0,10 |
| | | Máximo | 1,93 |
| | | Média | 1,50 |
| | | Desvio-P | 0,62 |
| | Pós | Mínimo | 0,20 |
| | | Máximo | 0,90 |
| | | Média | 0,68 |
| | | Desvio-P | 0,22 |

Continua



Continuação II.5.1.4-27

| Área | Fase | Valor | Cádmio (mg/Kg) |
|-----------|----------|----------|----------------|
| GENGIBRE | Pré | Mínimo | < 0,2 |
| | | Máximo | 1,13 |
| | | Média | 0,22 |
| | | Desvio-P | 0,32 |
| | Pós | Mínimo | 0,10 |
| | | Máximo | 0,20 |
| | | Média | 0,19 |
| | | Desvio-P | 0,03 |
| DENDÊ | Pré | Mínimo | < 0,2 |
| | | Máximo | 0,50 |
| | | Média | na |
| | | Desvio-P | na |
| | Pós | Mínimo | 0,20 |
| | | Máximo | 0,60 |
| | | Média | 0,44 |
| | | Desvio-P | 0,11 |
| JEQUITIBÁ | Pré | Mínimo | < 0,4 |
| | | Máximo | 0,70 |
| | | Média | 0,42 |
| | | Desvio-P | 0,23 |
| | Pós | Mínimo | 0,40 |
| | | Máximo | 0,50 |
| | | Média | 0,46 |
| | | Desvio-P | 0,05 |
| COPAÍBA | Pré | Mínimo | < 0,4 |
| | | Máximo | 2,20 |
| | | Média | 0,73 |
| | | Desvio-P | 0,53 |
| | Pós | Mínimo | 0,20 |
| | | Máximo | 1,40 |
| | | Média | 0,42 |
| | | Desvio-P | 0,28 |
| CANELA | Pré | Mínimo | < 0,25 |
| | | Máximo | < 0,25 |
| | | Média | na |
| | | Desvio-P | na |
| MANATI | Operação | Mínimo | < 0,1 |
| | | Máximo | 0,90 |
| | | Média | 0,30 |
| | | Desvio-P | 0,15 |

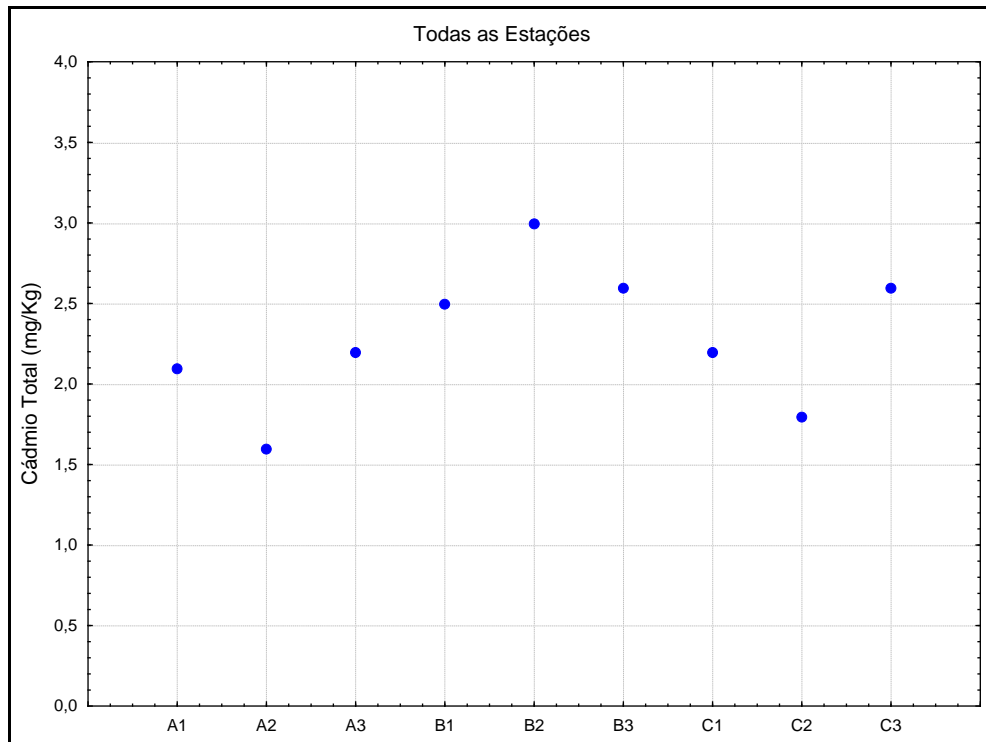


Figura II.5.1.4-32 - Valores de cádmio total (mg/Kg) avaliados nas 09 estações da área das Concessões BM-CAL-11/12 em agosto de 2011.

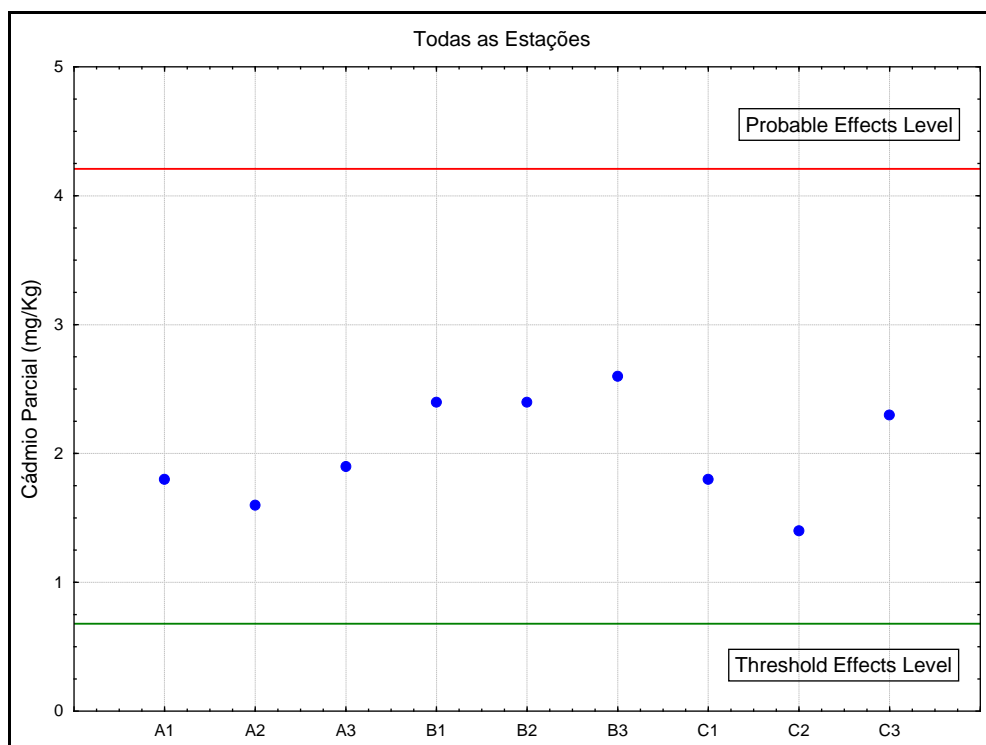


Figura II.5.1.4-33 - Valores de cádmio parcial (mg/Kg) avaliados nas 09 estações da área das Concessões BM-CAL-11/12 em agosto de 2011.

Mercúrio

A **Tabela II.5.1.4-28** apresenta os resultados máximo, mínimo e médio da concentração do cádmio total (mg/Kg) na superfície do sedimento das Concessões BM-CAL-11/12 e em outros empreendimentos petrolíferos do litoral sul da Bahia.

Todas as amostras de mercúrio total e parcial obtiveram resultados abaixo do limite de detecção < 0,02 mg/Kg. A tabela SQUIRTs da NOAA apresenta os valores 0,13 e 0,7 mg/Kg de mercúrio como valores de TEL e PEL, respectivamente. Não sendo evidenciado nenhum resquício deste parâmetro nas amostras coletadas.

LACERDA *et al.* (2004), CARVALHO *et al.* (1993) e MULLER *et al.* (1999), em seu estudo, evidenciaram uma variação de 0,013 – 0,08 mg/Kg de mercúrio na plataforma continental interna sudeste do Brasil, já Freire *et al.* (2004) e MULLER *et al.* (1999) evidenciaram uma variação de 0,06 – 0,25 mg/Kg na plataforma continental interna nordeste do Brasil; No estudo da Bacia de campo realizado por REZENDE *et al.* (2002) e MULLER *et al.* (1999) foram evidenciados variações de mercúrio entre 0,012 – 0,06 mg/Kg, e no estudo da Bacia Potiguar, foram registrados variações de <0,001 – 0,06 mg/Kg OVALLE *et al.* (2000).

Tabela II.5.1.4-28 - Máximos, mínimos e médias aritméticas dos teores de Mercúrio total (mg/Kg) avaliado na superfície do sedimento das Concessões BM-CAL-11/12 e em outros empreendimentos petrolíferos do litoral sul da Bahia.

| Área | Fase | Valor | Mercúrio (mg/Kg) |
|---------------|------|----------|------------------|
| BMCAL 11 e 12 | A | Mínimo | < 0,02 |
| | | Máximo | < 0,02 |
| | | Média | na |
| | | Desvio-P | na |
| | B | Mínimo | < 0,02 |
| | | Máximo | < 0,02 |
| | | Média | na |
| | | Desvio-P | na |
| | C | Mínimo | < 0,02 |
| | | Máximo | < 0,02 |
| | | Média | na |
| | | Desvio-P | na |
| CRAVO | Pré | Mínimo | < 0,02 |
| | | Máximo | < 0,02 |
| | | Média | na |
| | | Desvio-P | na |

Continua



Continuação da Tabela II.5.1.4-28

| Área | Fase | Valor | Merúrio (mg/Kg) |
|-----------|----------|----------|-----------------|
| CRAVO | Pós | Mínimo | 0,08 |
| | | Máximo | 0,67 |
| | | Média | 0,19 |
| | | Desvio-P | 0,18 |
| GENGIBRE | Pré | Mínimo | < 0,02 |
| | | Máximo | 0,02 |
| | | Média | 0,02 |
| | | Desvio-P | - |
| | Pós | Mínimo | 0,03 |
| | | Máximo | 0,07 |
| | | Média | 0,05 |
| | | Desvio-P | 0,02 |
| DENDÊ | Pré | Mínimo | < 0,02 |
| | | Máximo | < 0,02 |
| | | Média | na |
| | | Desvio-P | na |
| | Pós | Mínimo | 0,02 |
| | | Máximo | 0,10 |
| | | Média | 0,06 |
| | | Desvio-P | 0,02 |
| JEQUITIBÁ | Pré | Mínimo | < 0,02 |
| | | Máximo | 0,50 |
| | | Média | 0,19 |
| | | Desvio-P | 0,11 |
| | Pós | Mínimo | 0,04 |
| | | Máximo | 0,11 |
| | | Média | 0,08 |
| | | Desvio-P | 0,02 |
| COPAÍBA | Pré | Mínimo | < 0,02 |
| | | Máximo | 0,30 |
| | | Média | 0,14 |
| | | Desvio-P | 0,08 |
| | Pós | Mínimo | < 0,02 |
| | | Máximo | 0,15 |
| | | Média | 0,02 |
| | | Desvio-P | 0,03 |
| CANELA | Pré | Mínimo | < 0,075 |
| | | Máximo | < 0,075 |
| | | Média | na |
| | | Desvio-P | na |
| MANATI | Operação | Mínimo | < 0,02 |
| | | Máximo | 0,53 |
| | | Média | 0,07 |
| | | Desvio-P | 0,11 |

Vanádio

A Tabela II.5.1.4-29 apresenta os resultados máximo, mínimo e médio da concentração do vanádio total (mg/Kg) na superfície do sedimento das



Concessões BM-CAL-11/12 e em outros empreendimentos petrolíferos do litoral sul da Bahia.

Os valores de vanádio total obtidos no presente estudo variaram entre 29,70 (C2-R1) e 64,10 mg/Kg (B2-R3), como demonstrado na **Figura II.5.1.4-34**. Já os valores de vanádio parcial variaram entre 21,6 (C2-R1) e 49,0 (B2-R3) (**Figura II.5.1.4-35**). A tabela SQUIRTs da NOAA não apresenta valores de TEL e PEL para vanádio.

O diagnóstico ambiental do meio físico do Estudo de Impacto Ambiental da Atividade de Produção Marítima do Bloco Piranema (UFS, 2006), obteve a faixa de variação de $26,9 \pm 2,4$ a $131,4 \pm 3,8$ mg/Kg de vanádio no sedimento da região da Bacia Sergipe/Alagoas. Os valores obtidos no presente estudo estiveram abaixo da variação encontrada na Bacia de Sergipe/Alagoas.

No estudo realizado na Bacia de campo realizado por REZENDE *et al.* (2002) e MULLER *et al.* (1999) foram evidenciados variações de vanádio entre 15,7 – 17 mg/Kg, e no estudo da Bacia Potiguar, foram registrados variações de 0,3 – 16,5 mg/Kg OVALLE *et al.* (2000). Contrapondo os dados destes estudos citados com a variação máxima e mínima do vanádio analisados, percebe-se que os resultados obtidos na presente campanha foram acima das referidas bacias

Tabela II.5.1.4-29 - Máximos, mínimos e médias aritméticas dos teores de Vanádio total (mg/Kg) avaliado na superfície do sedimento das Concessões BM-CAL-11/12 e em outros empreendimentos petrolíferos do litoral sul da Bahia.

| Área | Fase | Valor | Vanádio (mg/Kg) |
|---------------|------|----------|-----------------|
| BMCAL 11 e 12 | A | Mínimo | 38,50 |
| | | Máximo | 50,20 |
| | | Média | 43,31 |
| | | Desvio-P | 3,74 |
| | B | Mínimo | 39,50 |
| | | Máximo | 64,10 |
| | | Média | 49,99 |
| | | Desvio-P | 7,42 |
| | C | Mínimo | 29,70 |
| | | Máximo | 54,20 |
| | | Média | 42,01 |
| | | Desvio-P | 8,04 |
| CRAVO | Pré | Mínimo | 9,90 |
| | | Máximo | 64,00 |
| | | Média | 48,15 |
| | Pós | Desvio-P | 20,41 |
| | | Mínimo | 12,00 |
| | | Máximo | 62,00 |

Continua

Continuação II.5.1.4-29

| Área | Fase | Valor | Vanádio (mg/Kg) |
|------------------|----------|----------|-----------------|
| CRAVO | Pós | Média | 49,20 |
| | | Desvio-P | 16,30 |
| GENGIBRE | Pré | Mínimo | < 10 |
| | | Máximo | 31,40 |
| | | Média | 9,52 |
| | | Desvio-P | 12,37 |
| | Pós | Mínimo | 18,00 |
| | | Máximo | 30,00 |
| | | Média | 22,90 |
| | | Desvio-P | 3,98 |
| DENDÊ | Pré | Mínimo | 1,00 |
| | | Máximo | 19,25 |
| | | Média | 3,71 |
| | | Desvio-P | 6,13 |
| | Pós | Mínimo | 19,00 |
| | | Máximo | 58,00 |
| | | Média | 44,70 |
| | | Desvio-P | 13,31 |
| JEQUITIBÁ | Pré | Mínimo | 21,00 |
| | | Máximo | 43,00 |
| | | Média | 38,40 |
| | | Desvio-P | 4,46 |
| | Pós | Mínimo | < 1 |
| | | Máximo | 48,00 |
| | | Média | 41,83 |
| | | Desvio-P | 7,25 |
| COPAÍBA | Pré | Mínimo | 20,00 |
| | | Máximo | 144,00 |
| | | Média | 62,76 |
| | | Desvio-P | 31,98 |
| | Pós | Mínimo | 21,00 |
| | | Máximo | 161,00 |
| | | Média | 57,83 |
| | | Desvio-P | 33,61 |
| CANELA | Pré | Mínimo | 63,70 |
| | | Máximo | 92,80 |
| | | Média | 79,08 |
| | | Desvio-P | 9,75 |
| MANATI | Operação | Mínimo | < 1 |
| | | Máximo | 55,00 |
| | | Média | 31,07 |
| | | Desvio-P | 8,85 |



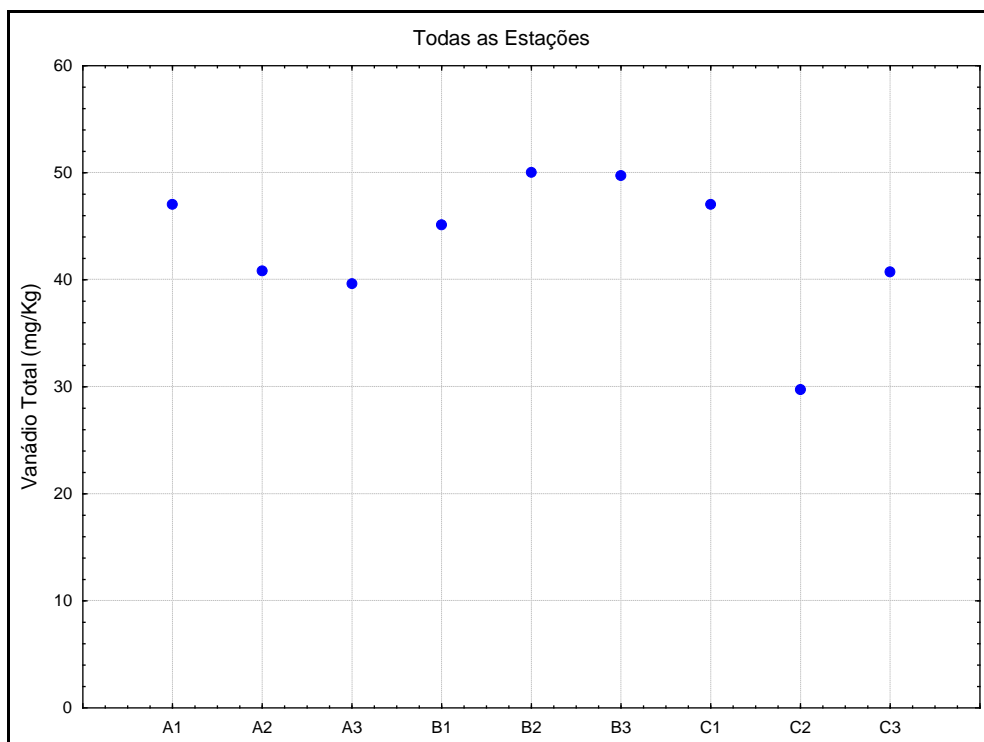


Figura II.5.1.4-34 - Valores de vanádio total (mg/Kg) avaliados nas 09 estações da área das Concessões BM-CAL-11/12 em agosto de 2011.

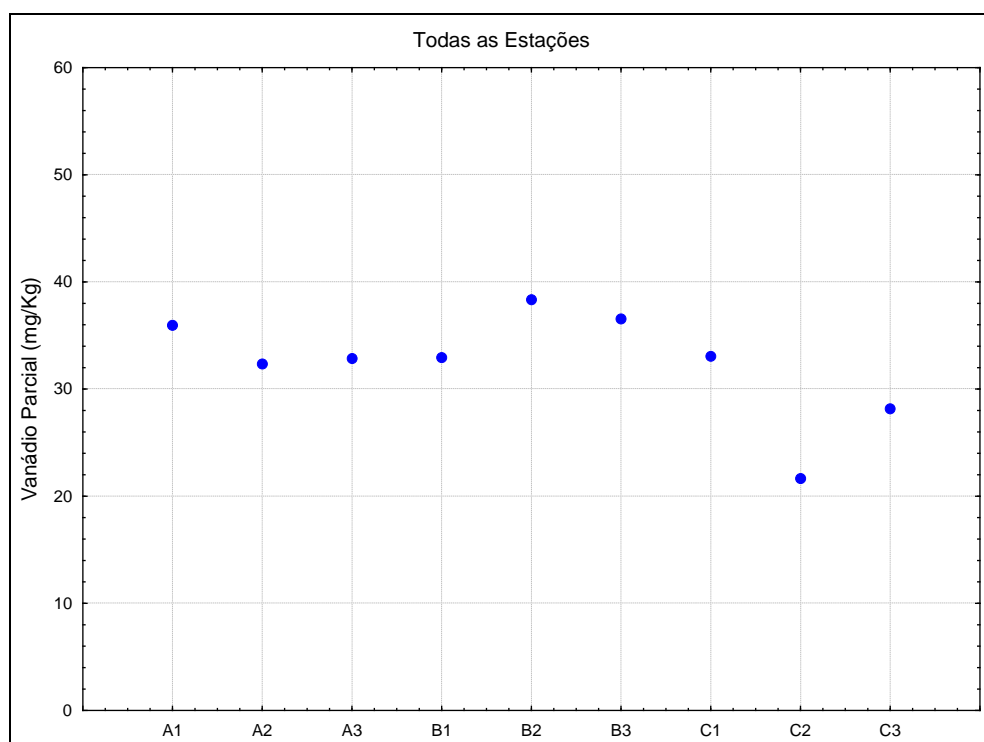


Figura II.5.1.4-35 - Valores de vanádio parcial (mg/Kg) avaliados nas 09 estações da área das Concessões BM-CAL-11/12 em agosto de 2011.

Nutrientes (Amônia, Nitrato, Nitrito e Fosfato)

A **Tabela II.5.1.4-30** apresenta os resultados obtidos por estação/estrato quanto ao teor de nutrientes dos sedimentos coletados nas nove estações das Concessões BM-CAL-11/12 em agosto de 2011. A comparação com os estudos ambientais utilizados como dados secundários não foi possível, pois estes indicadores não faziam parte do escopo dos respectivos monitoramentos. Neste sentido, a abordagem dos dados para estes indicadores será essencialmente descritiva, já que a maior utilidade destas análises será como “background” para futuras comparações em caso de avanço do processo de licenciamento do presente empreendimento (fases de perfuração, implantação e operação).

Dos parâmetros avaliados apenas os nitritos não registraram concentrações detectáveis em nenhuma das nove amostras analisadas. Os teores de amônia apresentaram uma variação global entre 0,1 e 1,6 mg/Kg. Observando a **Figura II.5.1.4-36** é possível notar que os valores mais elevados foram registrados no estrato de 0-2cm, onde as médias foram de 0,79, 1,58 e 1,06 mg/Kg nos transectos A, B e C, respectivamente. Nos estratos 2-5cm e 5-10cm, as médias foram claramente menores, entre 0,13 e 0,61 mg/Kg no geral.

Já em relação ao nitrato (**Figura II.5.1.4-37**), o gradiente verificado foi espacial, destacando as amostras do transecto A como mais conspícuas, com médias entre 0,91 e 1,06 mg/Kg, contra uma variação média de 0,43 a 0,72 mg/Kg nas amostras dos transectos B e C.

Um gradiente espacial também foi observado na análise das concentrações de fosfato (**Figura II.5.1.4-38**), porém, as amostras de maior destaque foram do transecto B, apresentando médias entre 6,24 e 9,82 mg/Kg. Nas amostras dos transectos A e C as médias oscilaram entre 4,01 e 4,69 mg/Kg.

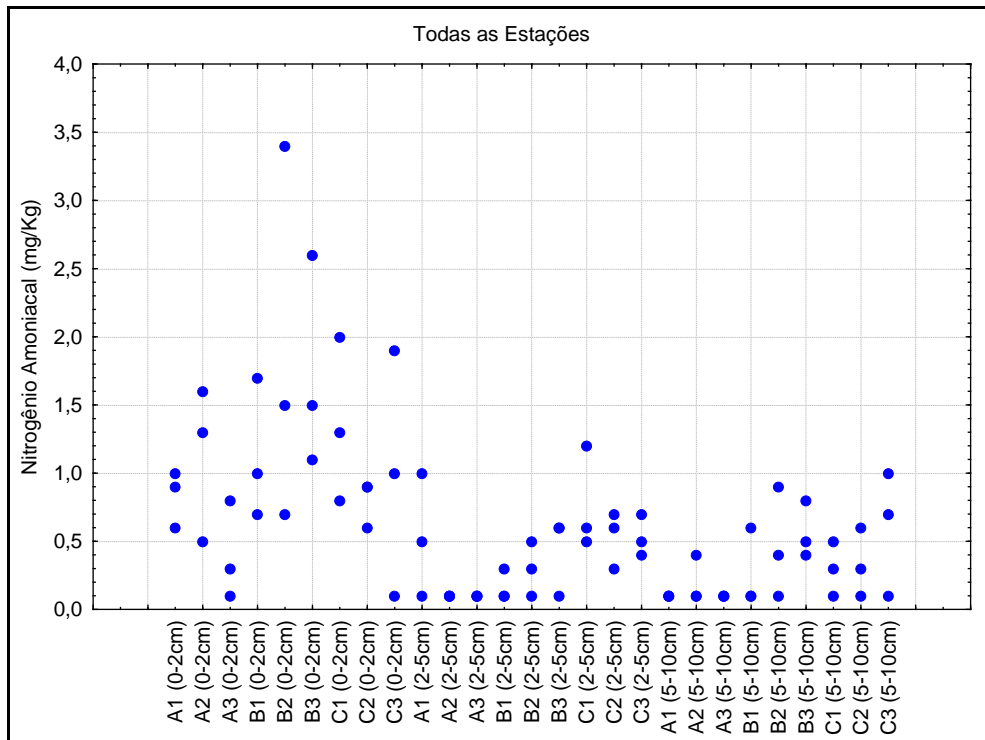


Figura II.5.1.4-36 - Valores de nitrogênio amoniacal (mg/Kg) avaliados nas 09 estações da área das Concessões BM-CAL-11/12 em agosto de 2011.

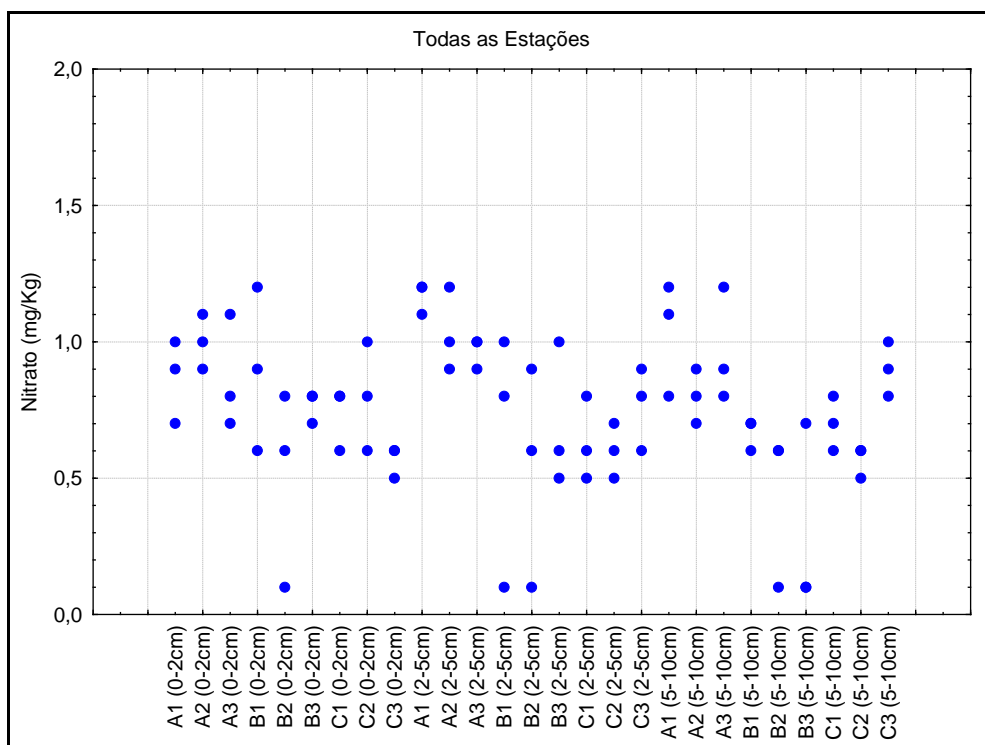


Figura II.5.1.4-37 - Valores de nitrato (mg/Kg) avaliados nas 09 estações da área das Concessões BM-CAL-11/12 em agosto de 2011.

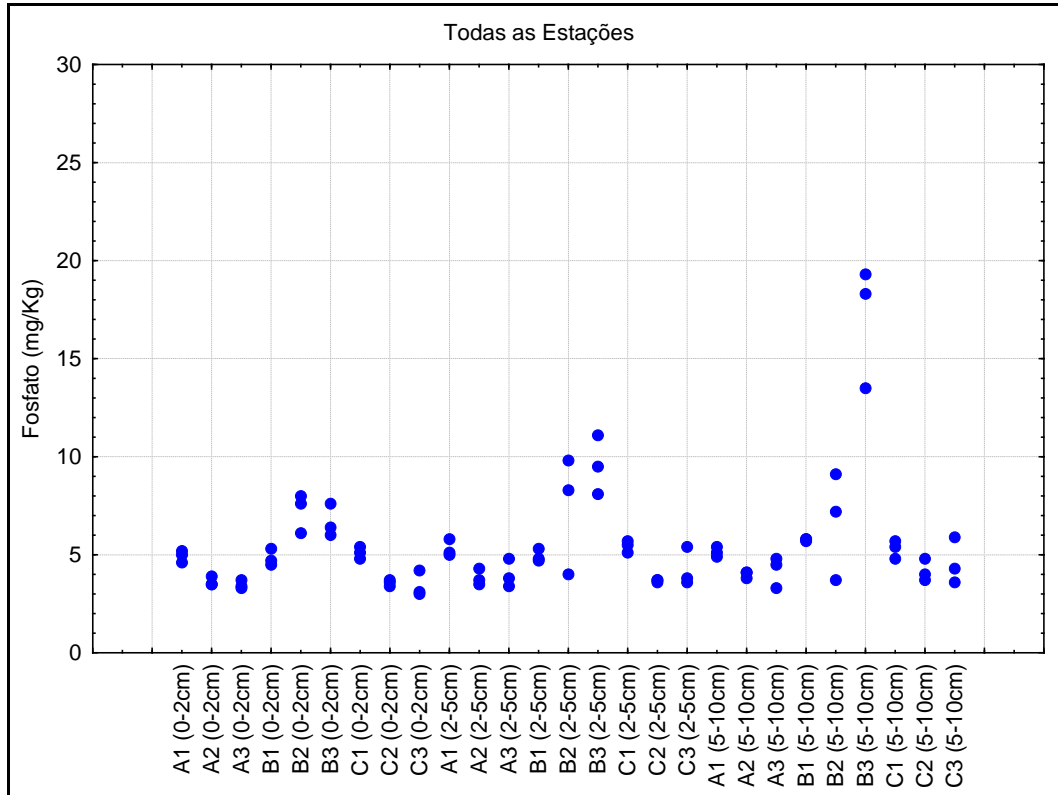


Figura II.5.1.4-38 - Valores de fosfato (mg/Kg) avaliados nas 09 estações da área das Concessões BM-CAL-11/12 em agosto de 2011.

Tabela II.5.1.4-30 - Máximos, mínimos e médias dos teores de nutrientes (mg/Kg) avaliados nas amostras de sedimento das Concessões BM-CAL-11/12 em agosto de 2011.

| Transecto | Estrato | Valor | Amônia | Nitrato | Nitrito | Fosfato |
|-----------|---------|--------------|--------|---------|---------|---------|
| | | L.D. (mg/kg) | 0,2 | 0,2 | 0,2 | 0,5 |
| | | L.Q. (mg/kg) | 0,3 | 0,5 | 0,5 | 0,7 |
| A | 0-2cm | Mínimo | 0,10 | 0,70 | nd | 3,30 |
| | | Máximo | 1,60 | 1,10 | nd | 5,20 |
| | | Média | 0,79 | 0,91 | — | 4,01 |
| | | Desvio-P | 0,48 | 0,15 | — | 0,73 |
| | 2-5cm | Mínimo | 0,10 | 0,90 | nd | 3,40 |
| | | Máximo | 1,00 | 1,20 | nd | 5,80 |
| | | Média | 0,24 | 1,06 | — | 4,38 |
| | | Desvio-P | 0,31 | 0,12 | — | 0,84 |
| | 5-10cm | Mínimo | 0,10 | 0,70 | nd | 3,30 |
| | | Máximo | 0,40 | 1,20 | nd | 5,40 |
| | | Média | 0,13 | 0,93 | — | 4,44 |
| | | Desvio-P | 0,10 | 0,19 | — | 0,67 |
| B | 0-2cm | Mínimo | 0,70 | 0,00 | nd | 4,50 |
| | | Máximo | 3,40 | 1,20 | nd | 8,00 |
| | | Média | 1,58 | 0,71 | — | 6,24 |
| | | Desvio-P | 0,90 | 0,32 | — | 1,28 |
| | 2-5cm | Mínimo | 0,10 | 0,00 | nd | 4,00 |
| | | Máximo | 0,60 | 1,00 | nd | 11,10 |
| | | Média | 0,30 | 0,60 | — | 7,29 |
| | | Desvio-P | 0,22 | 0,38 | — | 2,62 |
| | 5-10cm | Mínimo | 0,10 | 0,00 | nd | 3,70 |
| | | Máximo | 0,90 | 0,70 | nd | 19,30 |
| | | Média | 0,43 | 0,43 | — | 9,82 |
| | | Desvio-P | 0,30 | 0,33 | — | 5,80 |
| C | 0-2cm | Mínimo | 0,10 | 0,50 | nd | 3,00 |
| | | Máximo | 2,00 | 1,00 | nd | 5,40 |
| | | Média | 1,06 | 0,70 | — | 4,03 |
| | | Desvio-P | 0,60 | 0,16 | — | 0,88 |
| | 2-5cm | Mínimo | 0,30 | 0,50 | nd | 3,60 |
| | | Máximo | 1,20 | 0,90 | nd | 5,70 |
| | | Média | 0,61 | 0,67 | — | 4,46 |
| | | Desvio-P | 0,26 | 0,14 | — | 0,93 |
| | 5-10cm | Mínimo | 0,10 | 0,50 | nd | 3,60 |
| | | Máximo | 1,00 | 1,00 | nd | 5,90 |
| | | Média | 0,41 | 0,72 | — | 4,69 |
| | | Desvio-P | 0,31 | 0,16 | — | 0,85 |

Razão C:N:P.

A Tabela II.5.1.4-31 apresenta as razões C:N:P obtidas nas amostras de sedimentos das Concessões BM-CAL-11/12. A variação dos resultados foi de 1:9:2 para 1:19:5, sendo que a estação C2 foi a que apresentou as razões mais elevadas. A Figura II.5.1.4-39 ilustra isso claramente, assim como também

aponta que não foram encontradas diferenças marcantes entre os estratos dentro de uma mesma estação.

No trabalho realizado por BERBEL *et al.* (2005) sobre o sedimento do estuário de Cananéia revelou a razão na matéria orgânica acumulada de C:N:P de 250:20:1. Na região estudada, 50 % dos valores da razão C/N estiveram entre 17 e 20, indicando a presença de aportes continentais. Já no trabalho da HABTEC, (2009) sobre a caracterização da qualidade do sedimento da Bacia do Pará-Maranhão os valores médios das razões foram: C:N = 24,23 ± 7,27, N:P= 6,85 ± 1,54 e C:P= 161,65 ± 46,65, considerando que essa variação era esperada para o ambiente marinho. Contrapondo estes resultados com os das Concessões BM-CAL-11/12, percebe-se que os resultados obtidos no presente estudo foram reduzidos, possivelmente indicando um ambiente marinho com pouca contribuição continental e pobreza de matéria orgânica no sedimento.

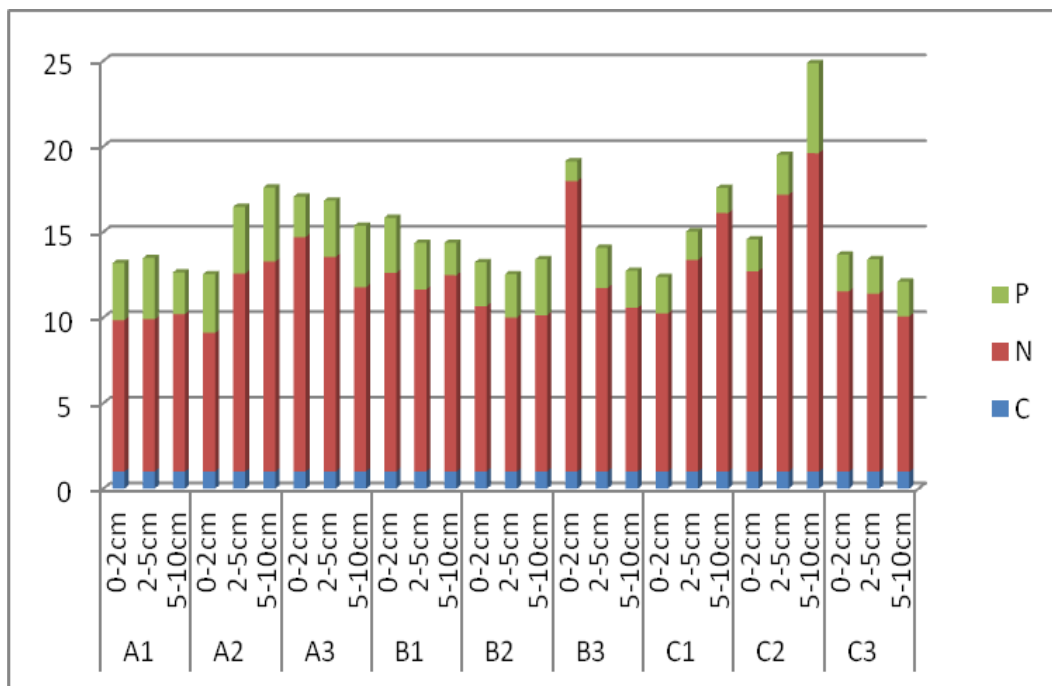


Figura II.5.1.4-39 - Razões C:N:P avaliadas nas 09 estações da área das Concessões BM-CAL-11/12 em agosto de 2011.

Tabela II.5.1.4-31 - Valores médios de Razão C:N:P avaliados nas amostras de sedimento das Concessões BM-CAL-11/12 em agosto de 2011.

| Amostra | Estrato | RAZÃO | | |
|---------|---------|-------|-----|---|
| | | C : | N : | P |
| A1 | 0-2cm | 1 | 9 | 3 |
| | 2-5cm | 1 | 9 | 4 |
| | 5-10cm | 1 | 9 | 2 |
| A2 | 0-2cm | 1 | 8 | 3 |
| | 2-5cm | 1 | 12 | 4 |
| | 5-10cm | 1 | 12 | 4 |
| A3 | 0-2cm | 1 | 14 | 2 |
| | 2-5cm | 1 | 13 | 3 |
| | 5-10cm | 1 | 11 | 4 |
| B1 | 0-2cm | 1 | 12 | 3 |
| | 2-5cm | 1 | 11 | 3 |
| | 5-10cm | 1 | 11 | 2 |
| B2 | 0-2cm | 1 | 10 | 3 |
| | 2-5cm | 1 | 9 | 3 |
| | 5-10cm | 1 | 9 | 3 |
| B3 | 0-2cm | 1 | 17 | 1 |
| | 2-5cm | 1 | 11 | 2 |
| | 5-10cm | 1 | 10 | 2 |
| C1 | 0-2cm | 1 | 9 | 2 |
| | 2-5cm | 1 | 12 | 2 |
| | 5-10cm | 1 | 15 | 1 |
| C2 | 0-2cm | 1 | 12 | 2 |
| | 2-5cm | 1 | 16 | 2 |
| | 5-10cm | 1 | 19 | 5 |
| C3 | 0-2cm | 1 | 11 | 2 |
| | 2-5cm | 1 | 10 | 2 |
| | 5-10cm | 1 | 9 | 2 |

Considerações Finais sobre a qualidade dos sedimentos das Concessões BM-CAL-11/12.

Os parâmetros físico-químicos avaliados nos sedimentos das nove estações de amostragem em agosto de 2011 permitem concluir que:

- As análises granulométricas revelaram sedimentos com textura fina, com predomínio das frações argila e silte em todas as amostras e estratos (0-2, 2-5 e 5-10cm). Apenas na estação C2, as frações arenosas apresentaram percentuais mais significativos, indicando um maior hidrodinamismo naquela área de cânion submarino. No geral, os dados indicaram que a área onde estão inseridas as Concessões

Exploratórias BM-CAL-11/12 apresenta-se como um típico ambiente deposicional. A textura mais arenosa na estação C2 explica os menores teores de metais pesados no sedimento desse local.

- Quanto à presença de hidrocarbonetos, os dados indicaram ausência ou concentrações inferiores aos respectivos limites de detecção para os parâmetros avaliados (HPAs, TPHs e n-alcenos).
- Dos metais pesados avaliados, apenas o mercúrio não foi detectado nas amostras. A comparação dos teores nas frações totais e parciais destes metais revelou que a maioria deles encontra-se fracamente associado aos sedimentos, portanto, potencialmente biodisponíveis. Por outro lado, na comparação dos resultados com os valores de referência de toxicidade da NOAA (2008), apenas o cádmio apresentou valores médios acima do TEL em todas as nove estações, indicando risco moderado de toxicidade. Deve ser considerado, porém, que o ambiente alcalino e bem oxigenado onde estão presentes estes sedimentos, torna difícil a disponibilização destes metais para a coluna d'água.
- Em relação aos nutrientes (amônia, nitrato, nitrito e fosfato), os dados evidenciaram baixa concentração destes compostos nos sedimentos de todas as estações. A análise do COT também confirmou a característica oligotrófica dos sedimentos de toda a área.
- A análise da razão C:N:P também ratificou a baixa presença de nutrientes e matéria orgânica no meio, indicando pouca influência de aportes continentais, quando comparados a outros estudos em zonas estuarinas e costeiras.