
LISTA DE FIGURAS

- Figura 2.1-1.** Esquema Típico para o poço “tipo” OGX-PAMA-1.
- Figura 2.1-2.** Estratigrafia prevista para o poço “tipo” OGX-PAMA-1.
- Figura 3.1-1.** Plataforma tipo autoelevável em reboque.
- Figura 3.1-2.** Esquema dos poços revestidos e cimentados.
- Figura 3.1-3.** Ilustração da plataforma *Offshore Defender*.
- Figura 3.1-4.** Planta de Tancagem da plataforma *Offshore Defender*.
- Figura 3.1-5.** Arranjo Geral da plataforma *Offshore Defender*.
- Figura 3.1-6.** Arranjo Geral da plataforma *Offshore Defender*.
- Figura 3.1-7.** Esquema de realização do teste de formação.
- Figura 3.1-8.** Esquema de abandono do poço.
- Figura 3.1-9.** Vista aérea do porto de Itaqui.
- Figura 3-2-1.** Fluxograma do sistema de remoção de sólidos do fluido quando utilizado fluidos aquosos.
- Figura 3-2-2.** Fluxograma do sistema de remoção de sólidos do fluido quando utilizado fluidos sintéticos.
- Figura 5.1.1-1.** Localização dos Blocos BM-PAMA-16 e BM-PAMA-17 na Bacia Pará-Maranhão.
- Figura 5.1.1-2.** Campos médios sazonais do vento no nível de 200 hPa ($m.s^{-1}$) referentes ao período de verão (a) e inverno (b).
- Figura 5.1.1-3.** Campos médios sazonais do vento no nível de 850 hPa ($m.s^{-1}$) referentes ao período de verão (a) e inverno (b).
- Figura 5.1.1-4.** Imagem do satélite EUMETSAT/CPTEC, setorizada, no canal infravermelho, indicativa do posicionamento de uma ZCAS em 14/03/06 às 21Z.
- Figura 5.1.1-5.** Posicionamento da ZCIT no verão do hemisfério sul (a) e no inverno do hemisfério sul (b).
- Figura 5.1.1-6.** Localização da estação meteorológica do INMET localizada na cidade de São Luís (MA).
- Figura 5.1.1-7.** Localização do ponto de grade do NCEP utilizado para as análises pontuais.
- Figura 5.1.1-8.** Localização dos pontos de grade do NCEP utilizados para a análise espacial.
- Figura 5.1.1-9.** Localização do aeroporto de São Luís com dados do projeto SONDA.
- Figura 5.1.1-10.** Temperatura média na estação de São Luís.

Figura 5.1.1-11. Temperatura máxima na estação de São Luís.

Figura 5.1.1-12. Temperatura mínima na estação de São Luís.

Figura 5.1.1-13. Temperatura máxima absoluta na estação de São Luís.

Figura 5.1.1-14. Temperatura mínima absoluta na estação de São Luís.

Figura 5.1.1-15. Temperatura do ar na Bacia Pará-Maranhão, acima: durante o período chuvoso (janeiro a junho) e abaixo: durante o período seco (julho a dezembro).

Figura 5.1.1-16. Precipitação na estação de São Luís.

Figura 5.1.1-17. Precipitação ($\text{kg.m}^{-2}.\text{s}^{-1} \times 10^{-5}$) na região da Bacia Pará-Maranhão, acima: no período chuvoso (janeiro a junho) e abaixo: no período seco (julho a dezembro).

Figura 5.1.1-18. Evaporação na estação de São Luís.

Figura 5.1.1-19. Umidade relativa na estação de São Luís.

Figura 5.1.1-20. Umidade relativa do ar (%) na região da Bacia Pará-Maranhão, acima: no período chuvoso (janeiro a junho) e abaixo: no período seco (julho a dezembro).

Figura 5.1.1-21. Pressão atmosférica na estação de São Luís.

Figura 5.1.1-22. Pressão atmosférica (hPa) na região da Bacia Pará-Maranhão, acima: no período chuvoso (janeiro a junho) e abaixo: no período seco (julho a dezembro).

Figura 5.1.1-23. Histograma direcional dos ventos na região próxima aos Blocos BM-PAMA-16 e BM-PAMA-17. Dados de 1979 a 2008 obtidos a partir das Reanálises do NCEP.

Figura 5.1.1-24. Rosa dos Ventos (m.s^{-1}) elaborada com os dados da Reanálise para os meses de janeiro a junho.

Figura 5.1.1-25. Rosa dos Ventos (m.s^{-1}) elaborada com os dados da Reanálise para os meses de julho a dezembro.

Figura 5.1.1-26. Climatologia horária de intensidade e direção do vento no aeroporto de São Luís no ano de 2001.

Figura 5.1.1-27. Climatologia horária de intensidade e direção do vento no aeroporto de São Luís no ano de 2002.

Figura 5.1.2.1-1. Localização dos Blocos BM-PAMA-16 e BM-PAMA-17, com seus respectivos prospectos OGX-PAMA-1 e OGX-PAMA-2.

Figura 5.1.2.2-1. Mapa Estrutural das áreas dos Blocos BM-PAMA-16 e BM-PAMA-17.

Figura 5.1.2.2-2. Bloco BM-PAMA-16 e mapa estrutural topo Canárias.

Figura 5.1.2.2-3. Seção geológica na área dos Blocos BM-PAMA-16 e 17. Notar que as falhas identificadas não atingem a superfície do fundo marinho.

Figura 5.1.2.3-1. Carta estratigráfica da Bacia Pará-Maranhão.

Figura 5.1.2.3-2. Coluna estratigráfica da Bacia Pará-Maranhão.

Figura 5.1.2.3-3. Seção Geológica da Bacia Pará-Maranhão. Não é observado o Grupo Canindé. Originalmente sem orientação.

Figura 5.1.2.3-4. Quadro de previsões geológicas para a área do prospecto OGX-PAMA-1.

Figura 5.1.2.3-5. Seção sísmica strike do Bloco BM-PAMA-16, no prospecto OGX-PAMA-1, indicando a posição do lead Taperebá. São observadas as falhas lítricas atravessando as unidades sedimentares. Figura originalmente sem orientação, escala e tempo de viagem por se tratar de informação de interesse comercial.

Figura 5.1.2.3-6. Seção sísmica dip do Bloco BM-PAMA-16, no prospecto OGX-PAMA-1, indicando a posição do lead Taperebá. São observadas as falhas lítricas atravessando as unidades sedimentares. Figura originalmente sem orientação, escala e tempo de viagem por se tratar de informação de interesse comercial.

Figura 5.1.2.3-7. Mapa estrutural indicando anomalia no nível Maastrichtiano.

Figura 5.1.2.3-8. Seção sísmica strike na área do lead açai. São observadas falhas lítricas atravessando as unidades sedimentares. Figura originalmente sem orientação, escala e tempo de viagem por se tratar de informação de interesse comercial.

Figura 5.1.2.3-9. Seção sísmica dip na área do lead açai. São observadas falhas lítricas atravessando as unidades sedimentares. Figura originalmente sem orientação, escala e tempo de viagem por se tratar de informação de interesse comercial.

Figura 5.1.2.4-1. Feições submarinas na plataforma continental na Bacia Pará-Maranhão. Originalmente sem escala.

Figura 5.1.2.4-2. Mapa do relevo marinho na Bacia Pará-Maranhão. Notar a complexidade do relevo ao largo da cidade de São Luís.

Figura 5.1.2.4-3. Batimetria simplificada da área do Bloco BM-PAMA-16, mostrando as variações de profundidade.

Figura 5.1.2.4-4. Batimetria da área do Bloco BM-PAMA-16 e, em detalhe, a ocorrência de patamares.

Figura 5.1.2.4-5. Detalhe da presença de um paleocanal e a quebra da plataforma continental.

Figura 5.1.2.4-6. Detalhe da possível ocorrência de processos de deslizamentos.

Figura 5.1.2.4-7. Mosaico de sidescan sonar indicando aspectos morfológicos detectados no Bloco BM-PAMA-16.

Figura 5.1.2.4-8. Feições morfológicas de possível cicatriz de deslizamento no Bloco BM-PAMA-16.

Figura 5.1.2.4-9. Feições morfológicas indicativas de instabilidade do relevo Bloco BM-PAMA-16.

Figura 5.1.2.4-10. Batimetria da área do Bloco BM-PAMA-17, mostrando detalhes da área.

Figura 5.1.2.4-11. Feições mapeadas do paleocanal meandrante.

Figura 5.1.2.4-12. Imageamento 3D da área de ocorrência do paleocanal meandrante.

Figura 5.1.2.4-13. Perfis batimétricos transversais realizados ao longo do paleocanal meandrante.

Figura 5.1.2.4-14. Detalhamento da área de ocorrência de bancos e/ou patamares, onde são mostrados os perfis com as profundidades aproximadas das feições nela observadas. Medidas em metros.

Figura 5.1.2.4-15. Detalhe da área de ocorrência das possíveis paleolinhas de costa.

Figura 5.1.2.4-16. Detalhamento da área do talude continental na área do Bloco BM-PAMA-17.

Figura 5.1.2.4-17. Imageamento 3D mostrando a plataforma continental (3), a paleolinha de costa (2) e o paleocanal (3).

Figura 5.1.2.5-1. Localização das estações de coleta dos sedimentos nos blocos BM-PAMA-16 e BM-PAMA-17.

Figura 5.1.2.6-1. Esboço da localização dos piston cores (testemunhos) nas áreas dos blocos BM-PAMA-16 e BM-PAMA-17.

Figura 5.1.2.6-2. Perfil do peso específico submerso para os testemunhos PC-OGX-PM01 e PC-OGX-PM03, coletados no talude continental.

Figura 5.1.2.6-3. Perfil de resistência não drenada (S_u) para os testemunhos PC-OGX-PM01 e PC-OGX-PM03.

Figura 5.1.3-1. Localização das estações de coleta utilizadas para avaliação da variação vertical da temperatura e salinidade. Em amarelo podem ser vistas as estações obtidas no NODC e, em vermelho, as obtidas no BND0.

Figura 5.1.3-2. Perfis de Temperatura nas quatro estações do ano.

Figura 5.1.3-3. Perfis de salinidade nas quatro estações do ano.

Figura 5.1.3-4. Perfis de θ (temperatura potencial) nas quatro estações do ano.

Figura 5.1.3-5. Perfis de σ_θ (sigma theta) nas quatro estações do ano.

Figura 5.1.3-6. Localização das estações amostrais na região dos blocos BM-PAMA-16 e BM-PAMA-17.

Figura 5.1.3-7. Perfis de temperatura obtidos com o CTD para todas as 8 estações, nos Blocos BM-PAMA-16 e BM-PAMA-17.

Figura 5.1.3-8. Perfis de salinidade obtidos com o CTD para todas as 8 estações, nos Blocos BM-PAMA-16 e BM-PAMA-17.

Figura 5.1.3-9. Temperatura climatológica superficial na região da Bacia Pará-Maranhão.

Figura 5.1.3-10. Temperatura climatológica a 50, 100, 500 e 1000 m de profundidade na região da Bacia Pará-Maranhão.

Figura 5.1.3-11. Salinidade climatológica superficial na região da Bacia Pará-Maranhão.

Figura 5.1.3-12. Salinidade climatológica a 50, 100, 500 e 1.000 m de profundidade na região da Bacia Pará-Maranhão.

Figura 5.1.3-13. Imagem termal AVHRR na região da Bacia Pará-Maranhão no período de verão (acima): média mensal de janeiro de 2007; e no período de inverno (abaixo): média mensal de julho de 2007. As áreas em branco representam ausência de dados devido a nebulosidade.

Figura 5.1.3-14. Mapa dos valores mínimos de salinidade provocados pela Água Intermediária. (a) profundidade da mínima; (b) salinidade na profundidade mínima.

Figura 5.1.3-15. Seção vertical de salinidade através da bacia oeste do Oceano Atlântico. AIA – Água Intermediária Antártica (AAIW), APAN - Água Profunda do Atlântico Norte (NADW), Mar do Labrador (LS), Mar da Groenlândia (GS), AME - Água Mediterrânea Eurafriana (EMW).

Figura 5.1.3-16. Massas d'água na (PCA) na profundidade de 10 m.

Figura 5.1.3-17. Massas d'água na (PCA) na profundidade de 50 m.

Figura 5.1.3-18. Massas d'água na (PCA) na profundidade de 100 m.

Figura 5.1.3-19. Massas d'água na (PCA) na profundidade de 150 m.

Figura 5.1.3-20. Massas d'água na (PCA) na profundidade de 200 m.

Figura 5.1.3-21. Massas d'água na (PCA) na profundidade de 600-700 m.

Figura 5.1.3-22. Massas d'água na (PCA) em profundidades de maiores que 800 m.

Figura 5.1.3-23. Diagrama TS espalhado para a região da Bacia Pará-Maranhão elaborado com os dados do NODC e do BNDO. As cores representam as massas d'água: vermelho (AC), rosa (AM), amarelo (AT), azul claro (ZATACAS), azul escuro (ACAS) e verde (AIA).

Figura 5.1.3-24. Diagrama TS espalhado para a região dos blocos BM-PAMA-16 e 17 elaborado com os dados de CTD disponibilizados pela operadora. A linha em azul representa o gabarito utilizado por Moller et al (2006).

Figura 5.1.3-25. Mapas esquemáticos mostrando a distribuição das principais correntes na camada superficial (entre 0 e 100 m) no Atlântico Tropical: (a) situação típica de outono/HS (março, abril e maio). (b) situação típica de primavera/HS (setembro, outubro e novembro).

Figura 5.1.3-26. Mapa esquemático mostrando a distribuição das principais correntes na camada subsuperficial (entre 100 e 500 m) no Atlântico Tropical.

Figura 5.1.3-27. Localização dos pontos de lançamentos dos derivadores do Projeto MONDO norte nos limites dos Blocos BM-PAMA-16 e BM-PAMA-17.

Figura 5.1.3-28. Trajetória seguida pelo Grupo I de derivadores do tipo i-Sphere.

Figura 5.1.3-29. Trajetórias de todos os derivadores do tipo SVP lançados, entre o dia 06/12/2008 e 27/12/2008.

Figura 5.1.3-30. Distribuição espacial dos dados de corrente para o período chuvoso e seco.

Figura 5.1.3-31. Vetores de correntes para o período chuvoso e seco.

Figura 5.1.3-32. Série temporal de corrente zonal (u, superior) e meridional (v, inferior) superficial em região próxima aos Blocos BM-PAMA-16 e BM-PAMA-17, obtidos por dados altimétricos multi-satélites.

Figura 5.1.3-33. Mapeamento da componente meridional das correntes na região oceânica em torno dos Blocos BM-PAMA-16 e BM-PAMA-17, baseada em dados altimétricos e topografia dinâmica média obtida dos dados Boyer-Levitus.

Figura 5.1.3-34. Mapeamento da componente zonal das correntes na região oceânica em torno dos Blocos BM-PAMA-16 e BM-PAMA-17, baseada em dados altimétricos e topografia dinâmica média obtida dos dados Boyer-Levitus.

Figura 5.1.3-35. Localização dos fundeios K327, K339 e K359 do arranjo ACM7 do WOCE.

Figura 5.1.3-36. Rosa de correntes elaborada com os dados do fundeio K327 do WOCE.

Figura 5.1.3-37. Rosa de correntes elaborada com os dados do fundeio K339 do WOCE.

Figura 5.1.3-38. Rosa de correntes elaborada com os dados do fundeio K359 do WOCE até a profundidade de 700 metros.

Figura 5.1.3-39. Rosa de correntes elaborada com os dados do fundeio K359 do WOCE de 947 a 2503 metros.

Figura 5.1.3-40. Localização do ponto de onde foram obtidas as constantes harmônicas.

Figura 5.1.3-41. Elevação da superfície do mar (cm) para o ano de 2006.

Figura 5.1.3-42. Elevação da superfície do mar (cm) para o período de setembro de 2006.

Figura 5.1.3-43. Localização dos dados de ondas do BNDO utilizados para a caracterização na Bacia Pará-Maranhão.

Figura 5.1.3-44. Histogramas de altura e período de ondas, para os meses de janeiro a abril, elaborados com os dados do BNDO.

Figura 5.1.3-45. Histogramas de altura e período de ondas, para os meses de maio a agosto, elaborados com os dados do BNDO.

Figura 5.1.3-46. Histogramas de altura e período de ondas, para os meses de setembro a dezembro, elaborados com os dados do BNDO.

Figura 5.1.3-47. Altura significativa (a) e período de pico (b) na costa norte do Brasil.

Figura 5.1.3-48. Série temporal de dados de altura significativa de onda entre fevereiro de 2004 e janeiro de 2006. Em vermelho está representado o satélite GFO e em preto o JASON.

Figura 5.1.3-49. Tempo x Latitude, ilustrando o swell mais alto de verão observado em 38° W como tendo origem em regiões extratropicais no Atlântico Norte.

Figura 5.1.3-50. Tempo x latitude ilustrando o swell mais alto de verão observado em 46° W como tendo origem em regiões extratropicais do Atlântico Norte.

Figura 5.1.3-51. Tempo x Longitude ilustrando o swell mais alto de verão observado em 1º N, como tendo origem em regiões equatoriais a leste, centradas em 35º W.

Figura 5.1.3-52. Mapa de altura de ondas para o dia 15 fev 2004

Figura 5.1.3-53. Espectro polar na região da Bacia Marítima do Pará-Maranhão mostrando a presença de ondas de NE com energia concentrada em períodos entre 6 e 9 s.

Figura 5.1.3-54. Espectro polar na região da Bacia Marítima do Pará-Maranhão mostrando a presença de ondas de E, NE e N.

Figura 5.1.4.1-1. Diagrama T-S dos dados obtidos nas perfilagens de CTD na campanha de *baseline* dos Blocos BM-PAMA-16 e BM-PAMA-17, localizados na Bacia do Pará-Maranhão.

Figura 5.1.4.1-2. Valores médios de potencial hidrogeniônico (pH), para a região dos Blocos BM-PAMA-16 e BM-PAMA-17, Bacia do Pará-Maranhão. Os pontos em 180 e 690 m, são valores absolutos referentes às amostras de fundo das estações 6 e 1, respectivamente.

Figura 5.1.4.1-3. Valores médios de Oxigênio Dissolvido (mL.L^{-1}), para a região dos Blocos BM-PAMA-16 e BM-PAMA-17, Bacia do Pará-Maranhão.

Figura 5.1.4.1-4. Valores de Turbidez (NTU), para a região dos Blocos BM-PAMA-16 e BM-PAMA-17, Bacia do Pará-Maranhão.

Figura 5.1.4.1-5. Valores de Turbidez (NTU), para a região dos Blocos BM-PAMA-16 e BM-PAMA-17, Bacia do Pará-Maranhão.

Figura 5.1.4.1-6. Valores médios de concentração de totais de sólidos em suspensão (TSS) e totais de sólidos dissolvidos (TSD), para a região dos Blocos BM-PAMA-16 e BM-PAMA-17, Bacia do Pará-Maranhão. Os pontos em 180 e 690 m, são valores absolutos referentes às amostras de fundo das estações 6 e 1, respectivamente.

Figura 5.1.4.1-7. Valores médios de carbono orgânico total (COT), para a região dos Blocos BM-PAMA-16 e BM-PAMA-17, Bacia do Pará-Maranhão. Os pontos em 180 e 690 m, são valores absolutos referentes às amostras de fundo das estações 6 e 1, respectivamente.

Figura 5.1.4.1-8. Valores médios de Amônia (mg.L^{-1}), para a região dos Blocos BM-PAMA-16 e BM-PAMA-17, Bacia do Pará-Maranhão. Os pontos em 180 e 690 m, são valores absolutos referentes às amostras de fundo das estações 6 e 1, respectivamente.

Figura 5.1.4.1-9. Valores médios de nitrito e nitrato (mg.L^{-1}), para a região dos Blocos BM-PAMA-16 e BM-PAMA-17, Bacia do Pará-Maranhão. Os pontos em 180 e 690 m, são valores absolutos referentes às amostras de fundo das estações 6 e 1, respectivamente.

Figura 5.1.4.1-10. Valores médios de fosfato e fósforo total (mg.L^{-1}), para a região dos Blocos BM-PAMA-16 e BM-PAMA-17, Bacia do Pará-Maranhão. Os pontos em 180 e 690 m, são valores absolutos referentes às amostras de fundo das estações 6 e 1, respectivamente.

Figura 5.1.4.1-11. A razão molar entre o nitrogênio inorgânico dissolvido e o fósforo inorgânico dissolvido (N:P), para a região dos Blocos BM-PAMA-16 e BM-PAMA-17, Bacia do Pará-Maranhão. Os pontos em 180 e 690 m, são valores absolutos referentes às amostras de fundo das estações 6 e 1, respectivamente.

Figura 5.1.4.1-12. Valores médios de silicato (mg.L^{-1}), para a região dos Blocos BM-PAMA-16 e BM-PAMA-17, Bacia do Pará-Maranhão. Os pontos em 180 e 690 m, são valores absolutos referentes às amostras de fundo das estações 6 e 1, respectivamente.

Figura 5.1.4.1-13. Concentrações de clorofila a ($\mu\text{g.L}^{-1}$) obtidas na água (superfície, meio e fundo), para a região dos Blocos BM-PAMA-16 e BM-PAMA-17, Bacia do Pará-Maranhão.

Figura 5.1.4.1-14. Valores médios de fenóis (mg.L^{-1}), para a região dos Blocos BM-PAMA-16 e BM-PAMA-17, Bacia do Pará-Maranhão. Não foram detectados.

Figura 5.1.4.1-15. Valores médios de sulfetos (mg.L^{-1}), para a região dos Blocos BM-PAMA-16 e BM-PAMA-17, Bacia do Pará-Maranhão. Os pontos em 180 e 690 m, são valores absolutos referentes às amostras de fundo das estações 6 e 1, respectivamente.

Figura 5.1.4.2-1. Composição granulométrica do sedimento para cada uma das amostras coletadas nas 9 estações da campanha OGX/PIR2/FUGRO (2009) nos Blocos BM-PAMA-16 e BM-PAMA-17, Bacia do Pará-Maranhão.

Figura 5.1.4.2-2. Composição carbonática (%) nas 9 estações da campanha nos Blocos BM-PAMA-16 e BM-PAMA-17, Bacia do Pará-Maranhão. Entre parênteses a profundidade máxima das estações.

Figura 5.1.4.2-3. Porcentagens de matéria orgânica total (MOT) e carbono orgânico total (COT) nas 9 estações da campanha nos Blocos BM-PAMA-16 e BM-PAMA-17, Bacia do Pará-Maranhão. Entre parênteses a profundidade máxima das estações.

Figura 5.1.4.2-4. Porcentagens de nitrogênio (n-Kjeldal) e fósforo total (PT) nas 9 estações da campanha nos Blocos BM-PAMA-16 e BM-PAMA-17, Bacia do Pará-Maranhão. Entre parênteses a profundidade máxima das estações.

Figura 5.1.4.2-5. Distribuição dos teores de metais ($\text{mg.kg}^{-1}=\text{ppm}$), nas 9 estações da campanha nos Blocos BM-PAMA-16 e BM-PAMA-17, Bacia do Pará-Maranhão.

Figura 5.1.4.2-6. Distribuição total de cobre, vanádio e níquel ($\text{mg.kg}^{-1}=\text{ppm}$), na campanha nos Blocos BM-PAMA-16 e BM-PAMA-17, Bacia do Pará-Maranhão.

Figura 5.1.4.2-7. Concentração total de sulfetos ($\text{mg.kg}^{-1}=\text{ppm}$), na campanha nos Blocos BM-PAMA-16 e BM-PAMA-17, Bacia do Pará-Maranhão.

Figura 5.2-1. Formação Barreirinhas no município de Vigia, Estado do Pará.

Figura 5.2-2. Formação Pirabas no município de São João de Pirabas, Estado do Pará.

Figura 5.2-3. Formação Pirabas no município de Salinópolis, Estado do PA.

Figura 5.2-4. Formação Pirabas em **A** – Cedral, **B** e **C** – Guimarães e **D** – São Luís.

Figura 5.2-5. Zonas do perfil de praia.

Figura 5.2-6. Alguns organismos da fauna característicos das praias arenosas da área de estudo.

Figura 5.2-7. Siri-de-praia *Arenaeus cribarius*, característico das praias arenosas da Área de Influência da atividade.

Figura 5.2-8. Mapa de São Luís com as praias de destaque.

Figura 5.2-9. Principais praias de São Luiz. **A** – Praia de Ponta D’Areia; **B** – Praia do Calhau; **C** – Praia Olho D’Água; **D** – Praia de Araçagi.

Figura 5.2-10. Visão 180º da praia da Ilha do Livramento, no município de Alcântara – Maranhão.

Figura 5.2-11. **A** – proa da Farinha, município de Cândido Mendes; **B** – Banco de areia em Godofredo Viana.

Figura 5.2-12. **A** – Porto Rico do Maranhão e **B** – Cururupu, no estado do Maranhão e **C** – Bragança, no estado do Pará.

Figura 5.2-13. **A** – Ilha Mangunça; **B** – Ilha de Caçacoieira e **C** – Ilha de Guajerutia. Todas pertencentes ao município de Cururupu.

Figura 5.2-14. Ilha dos Lençóis, Maranhão.

Figura 5.2-15. **A** – Praia do Maçarico; **B** – Praia do Atalaia.

Figura 5.2-16. **A** – Praia de Ajuruteua em Bragança (PA); **B** – Ilha de Canela em Bragança (PA).

Figura 5.2-17. Ilha de Algodoal, Maracanã (PA).

Figura 5.2-18. (A) Aspecto geral de um ecossistema de restinga e (B) detalhe da vegetação de restinga presente na área de estudo – Ponta do Puca, Alcântara (MA).

Figura 5.2-19. Campos de Dunas em Maracanã, Pará.

Figura 5.2-20. Formação aberta de moitas em Algodoal, Pará.

Figura 5.2-21. Lagarto encontrado na restinga da Ilha dos Lençóis, em Apicum-Açu (MA).

Figura 5.2-22. Localização da Costa de Manguezais de Macromaré da Amazônia.

Figura 5.2-23. Ecossistema manguezal nos municípios de Vigia e Bragança (PA).

Figura 5.2-24. (A) *Laguncularia racemosa*, (B) *Avicennia germinans* e (C) *Rhizophora mangle*.

Figura 5.2-25. Padrão de zonação tipo “escada” no manguezal de Marapanim.

Figura 5.2-26. Padrão de zonação tipo “paliteiro” no município de Candido Mendes.

Figura 5.2-27. Migração dos manguezais ao longo das Reentrâncias paraense e maranhense. **A** – Carutapera (MA), **B** - Porto Rico do Maranhão (MA), **C** - Bragança (PA), **D** - Quatipuru (PA), **E** - Cedral (MA).

Figura 5.2-28. Diagrama de energia de um estuário: **M** - microorganismos; **N** - nitrogênio; **P** - fósforo; **Dejetos** - matéria orgânica e decompositores; **Consumidores** - organismos bentônicos, peixes, pássaros.

Figura 5.2-29. **A** - Estuário Quebra Pote; **B** – Estuário de Coqueiros. Localizados na Ilha de São Luís.

Figura 5.2-30. **A** – Estuário do município de Godofredo Viana; **B** – Estuário de Cândido Mendes.

Figura 5.2-31. **A** – Estuário de Quatipuru; **B** – Estuário de São João de Pirabas.

Figura 5.2-32. **A** – Estuário do município de Soure; **B** – Estuário do município de Salvaterra.

Figura 5.2-33. Visão 180° da Lagoa da Jansen.

Figura 5.2-34. Lagoa Salina no município de Bragança, Pará.

Figura 5.2-35. *Millepora alcicornis*.

Figura 5.2-36. *Phyllogorgia* sp.

Figura 5.2-37. *Halimeda tuna*.

Figura 5.2-38. Estações de amostragem da comunidade planctônica na campanha de caracterização da região dos Blocos BM-PAMA-16 e BM-PAMA-17, Bacia do Pará-Maranhão.

Figura 5.2-39. Densidade relativa do micro- e nanofitoplâncton (exceto nanofitoflagelados) na superfície (a), meio (b) e fundo (c), durante a campanha (fevereiro/2009) de caracterização da região dos Blocos BM-PAMA-16 e BM-PAMA-17, Bacia do Pará-Maranhão.

Figura 5.2-40. Densidades totais (cel.L^{-1}) do microfitoplâncton (superfície, meio e fundo) durante a campanha (fevereiro/2009) de caracterização da região dos Blocos BM-PAMA-16 e BM-PAMA-17, Bacia do Pará-Maranhão.

Figura 5.2-41. Densidade relativa dos grupos fitoplanctônicos (exceto nanofitoflagelados) na superfície (a), meio (b) e fundo (c), durante a campanha (fevereiro/2009) de caracterização da região dos Blocos BM-PAMA-16 e BM-PAMA-17, Bacia do Pará-Maranhão.

Figura 5.2-42. Área do Projeto PIATAM Oceano para o fitoplâncton na região costeira do Maranhão, na área de influência da Atividade de Perfuração Marítima nos Blocos BM-PAMA-16 e BM-PAMA-17.

Figura 5.2-43. Distribuição relativa do número de táxons (A) do microfitoplâncton e (B) das famílias de Bacillariophyta identificadas na região costeira do Maranhão, a partir da isóbata de 30 m.

Figura 5.2-44. Área de estudo do microfitoplâncton com a localização da estação de coleta em frente à Ilha Canela (PA).

Figura 5.2-45. Riqueza de táxons do zooplâncton na campanha (fevereiro/2009) de caracterização da região dos Blocos BM-PAMA-16 e BM-PAMA-17, Bacia de Pará-Maranhão.

Figura 5.2-46. Densidade total do zooplâncton (ind.m^{-3}) na campanha (fevereiro/2009) de caracterização da região dos Blocos BM-PAMA-16 e BM-PAMA-17, Bacia de Pará-Maranhão.

Figura 5.2-47. Densidade Copepoda (ind.m^{-3}) nas estações amostradas na campanha (fevereiro/2009) de caracterização da região dos Blocos BM-PAMA-16 e BM-PAMA-17, Bacia de Pará-Maranhão.

Figura 5.2-48. Densidade dos grupos zooplanctônicos (ind.m^{-3}) nas estações amostradas na campanha (fevereiro/2009) de caracterização da região dos Blocos BM-PAMA-16 e BM-PAMA-17, Bacia de Pará-Maranhão.

Figura 5.2-49. Diversidade (bits.ind^{-1}) e equitabilidade do zooplâncton na campanha (fevereiro/2009) de caracterização da região dos Blocos BM-PAMA-16 e BM-PAMA-17, Bacia de Pará-Maranhão.

Figura 5.2-50. Malha amostral das campanhas do REVIZEE Score Norte distribuídas em 4 subáreas da ZEE do norte do Brasil.

Figura 5.2-51. Riqueza de táxons de larvas de peixes coletadas na campanha de caracterização da região dos Blocos BM-PAMA-16 e BM-PAMA-17, Bacia do Pará-Maranhão.

Figura 5.2-52. Densidade de ovos de peixes (ovos.100m⁻³) coletados nas redes de 330 µm e 500 µm na campanha de caracterização da região dos Blocos BM-PAMA-16 e BM-PAMA-17, Bacia do Pará-Maranhão.

Figura 5.2-53. Densidade de larvas de peixes (larvas.100m⁻³) coletadas nas redes de 330 µm e 500 µm na campanha de caracterização da região dos Blocos BM-PAMA-16 e BM-PAMA-17, Bacia do Pará-Maranhão.

Figura 5.2-54. Percentual dos principais táxons de larvas de peixes coletados nas redes de 330 µm e 500 µm na campanha de caracterização da região dos Blocos BM-PAMA-16 e BM-PAMA-17, Bacia do Pará-Maranhão.

Figura 5.2-55. Zona Econômica Exclusiva do Norte do Brasil no Estado do Maranhão, com as estações nas províncias nerítica (PN) e oceânica (PO) do REVIZEE Score Norte (12-16/07 e 06-09/09 de 2001).

Figura 5.2-56. Abundância relativa das famílias de larvas de peixes coletadas com rede bongô de 330 µm (A) e 500 µm (B) na Zona Econômica Exclusiva do Norte do Brasil no Estado do Maranhão registrada pelo REVIZEE Score Norte (12-16/07 e 06-09/09 de 2001).

Figura 5.2-57. Diversidade (bits.ind⁻¹) e equitabilidade do ictioplâncton para a rede de 330 µm na campanha de caracterização da região dos Blocos BM-PAMA-16 e BM-PAMA-17, Bacia do Pará-Maranhão.

Figura 5.2-58. Diversidade (bits.ind⁻¹) e equitabilidade do ictioplâncton para a rede de 500 µm na campanha de caracterização da região dos Blocos BM-PAMA-16 e BM-PAMA-17, Bacia do Pará-Maranhão.

Figura 5.2-59. Localização geográfica das estações de coleta das campanhas do Score Norte (Norte I, II e III) e distribuição das larvas de peixes em comunidades determinadas pelas análises de agrupamento e MDS ("Multidimensional Scaling") em águas neríticas e oceânicas do Maranhão.

Figura 5.2-60. Organismos bentônicos de substrato consolidados: fixos - Craca. (a), sedentários - Littorina (b) e vágéis - *Ligia* (c).

Figura 5.2-61. Organismos bentônicos de substrato não consolidados: endofauna - Scaphopoda (a); epifauna - *Callinectes*. (b).

Figura 5.2-62. Estações amostrais estudadas pela OGX dentro dos Blocos BM-PAMA-16 e BM-PAMA-17.

Figura 5.2-63. Grupos de Organismos Coletados pelo REVIZEE ao largo do Maranhão.

Figura 5.2-64. *Topsentia ophiraphidites*.

Figura 5.2-65. Exemplos de fauna bentônica coletada nos Blocos BM-PAMA-16 e BM-PAMA-17.

Figura 5.2-66. *Ulva fasciata*.

Figura 5.2-67. *Mytella guyanensis*.

Figura 5.2-68. *Nephtys hombergii*.

Figura 5.2-69. *Ucides cordatus*.

Figura 5.2-70. Análise de agrupamento (cluster) em função da ocorrência de espécies de peixes nas áreas de entremarés com vegetação de mangue (em cor preta) no litoral do Pará e Maranhão.

Figura 5.2-71. *Carcharhinus perezi*.

Figura 5.2-72. *Isogomphodon oxyrinchus*.

Figura 5.2-73. *Rhizoprionodon porosus*.

Figura 5.2-74. *Sphyrna tiburo* (A), e *Sphyrna lewini* (B).

Figura 5.2-75. *Ginglymostoma cirratum*.

Figura 5.2-76. *Dasyatis colarensis*.

Figura 5.2-77. *Rhinobatos percellens*.

Figura 5.2-78. *Dasyatis americana*.

Figura 5.2-79. *Pristis perotteti*.

Figura 5.2-80. *Macrodon ancylodon*.

Figura 5.2-81. *Stellifer naso*.

Figura 5.2-82. *Cynoscion acoupa*.

Figura 5.2-83. *Cynoscion microlepidotus*.

Figura 5.2-84. *Lutjanus purpureus*.

Figura 5.2-85. *Scomberomorus brasiliensis*

Figura 5.2-86. *Acanthurus chirurgus*.

Figura 5.2-87. *Scarus coelestinus*.

Figura 5.2-88. *Epinephelus itajara*.

Figura 5.2-89. *Sphyraena barracuda*.

Figura 5.2-90. *Gramma brasiliensis*.

Figura 5.2-91. *Myrophis punctatus*.

Figura 5.2-92. *Pterengraulis atherinoides*.

Figura 5.2-93. *Colomesus psittacus*.

Figura 5.2-94. *Anableps anableps*.

Figura 5.2-95. Concentrações de aves costeiras migratórias ao longo da costa do Pará e Maranhão.

Figura 5.2-96. Sítios estudados ao longo da costa dos Estados do Pará e do Maranhão.

Figura 5.2-97. Censos de aves costeiras na costa amazônica brasileira, no período de 1998 a 2005.

Figura 5.2-98. Bandos de aves costeiras migratórias na costa do Maranhão, município de Cururupu, localidade Croa Alta.

Figura 5.2-99. Bandos de aves costeiras migratórias na costa do Pará, município de Viseu, localidade Croa Criminoso.

Figura 5.2-100. Bando de guarás (*Endocimus ruber*) na região costeira de Curuçá-PA.

Figura 5.2-101. Bando de guarás (*Endocimus ruber*) na região costeira de Cururupu- MA, Praia de Taoca.

Figura 5.2-102. Proposta de rotas migratórias sugeridas por Rodrigues (2000).

Figura 5.2-103. *Eretmochelys imbricata* (tartaruga-de-pente).

Figura 5.2-104. *Caretta caretta* - tartaruga-cabeçuda (A) e *Chelonia mydas* - tartaruga-verde (B).

Figura 5.2-105. *Dermochelys coriacea* – tartaruga-de-couro (A) e *Lepidochelys olivacea* – tartaruga-oliva (B).

Figura 5.2-106. Mapa das rotas migratórias de tartarugas marinhas monitoradas pelo Projeto TAMAR.

Figura 5.2-107. Resgate de *D. coriacea* – tartaruga-de-couro encalhada na praia de Atalaia (Salinópolis).

Figura 5.2-108. Esquema de migração de misticetos entre áreas de alimentação e reprodução.

Figura 5.2-109. Registros de ocorrência de encalhes, avistagens e capturas acidentais de mamíferos aquáticos marinhos no litoral do Brasil de acordo com o banco de dados do Sistema de Monitoramento de Mamíferos Marinhos (SIMMAM).

Figura 5.2-110. *Eubalaena australis* – baleia franca.

Figura 5.2-111. *Megaptera novaengliae* – baleia jubarte.

Figura 5.2-112. Ocorrência de *Physeter machocephalus* (cachalote) no estado do Pará e arredores.

Figura 5.2-113. *Balaenoptera musculus* – baleia azul (A); *Balaenoptera physalus* – baleia fin (B).

Figura 5.2-114. Ocorrência de *Balaenoptera physalus* (baleia fin) no estado do Pará e arredores.

Figura 5.2-115. *Trichechus manatus manatus* (peixe-boi marinho).

Figura 5.2-116. Ocorrência de *Trichechus manatus manatus* (peixe-boi marinho) no estado do Pará e arredores.

Figura 5.2-117. Ocorrência de *Trichechus inunguis* (peixe-boi amazônico) no estado do Pará e arredores.

Figura 5.2-118. *Trichechus inunguis* (peixe-boi amazônico).

- Figura 5.2-119.** *Rhizophora mangle* em manguezal no Estado do Pará.
- Figura 5.2-120.** A sardinha *Cetengraulis edentulus*.
- Figura 5.2-121.** *Megaptera novaengliae*. Baleia jubarte.
- Figura 5.2-122.** *Balaenoptera physalus*. Baleia fin.
- Figura 5.2-123.** *Trichechus inunguis*. Peixe-boi amazônico.
- Figura 5.2-124.** *Trichechus manatus manatus*. Peixe-boi marinho.
- Figura 5.2-125.** Vista dorsal do siri exótico *Charybdis hellerii* (Milne Edwards, 1867).
- Figura 5.3-1.** Percentual dos estabelecimentos por grupo de área total na Área de Influência (1995-1996).
- Figura 5.3-2.** Taxa de mortalidade infantil, por município da Área de Influência.
- Figura 5.3-3.** Taxa de óbitos (%), por município e por tipo de ocorrência - Capítulo CID-10 (2006).
- Figura 5.3-4.** Percentual dos domicílios particulares permanentes, por forma de abastecimento de água.
- Figura 5.3-5.** Domicílios particulares permanentes, por tipo de esgotamento sanitário (2000).
- Figura 5.3-6.** Domicílios particulares permanentes, por tipo de coleta de resíduos sólidos (2000).
- Figura 5.3-7.** Círio de Nazaré em Belém.
- Figura 5.3-8.** Búfalos na Ilha do Marajó.
- Figura 5.3-9.** Floresta Nacional de Tapajós.
- Figura 5.3-10.** Lago Coca-cola em Salinópolis.
- Figura 5.3-11.** Centro histórico de São Luis.
- Figura 5.3-12.** Parque Nacional dos Lençóis Maranhenses.
- Figura 5.3-13.** Mapa Região Litoral Extremo Oeste do Ceará.
- Figura 5.1-14.** Igreja Matriz de Bragança.
- Figura 5.3-15.** Praia de Ajuruteua.
- Figura 5.3-16.** Paisagem da orla de Augusto Corrêa.
- Figura 5.3-17.** Imagem de Nazaré cultuada durante o Círio.
- Figura 5.1-18.** Paisagem dos Atrativos Naturais de Camocim.
- Figura 5.3-19.** Paisagem dos Atrativos Naturais de Camocim.
- Figura 5.3-20.** Igreja Matriz de Acaraú.

Figura 5.3-21. Praia das Arpoeiras.

Figura 5.3-22. Igreja Matriz de Itarema.

Figura 5.3-23. Praia em Itarema.

Figura 5.3-24. Processo de Zoneamento Ecológico-Econômico (ZEE) no Território Nacional.

Figura 5.3-25. Artes da pesca artesanal. Acima: Espinhel. Meio: Rede de emalhe. Embaixo: Currais.

Figura 5.3-26. Localização dos principais portos de desembarque no litoral do estado do Pará (SEAP/IBAMA/PROZEE, 2006).

Figura 5.3-27. Produção marinha/estuarina, por município, no ano de 2004, no Estado do Pará.

Figura 5.3-28. Produção das principais espécies desembarcadas pela pesca de origem marinha/estuarina, nos portos do Estado do Pará, no período entre 1997 e 2005.

Figura 5.3-29. Embarcações utilizadas para pesca industrial no litoral paraense.

Figura 5.3-30. Embarcações do litoral do Pará. À esquerda canoa a remo utilizada para transporte de caranguejos (Foto: Bianca Bentes). À direita exemplar de barco de médio porte que atua na pesca de pescada amarela (Foto: Victoria Isaac).

Figura 5.3-31. Ilustração de “bicicleta” utilizada na pesca do pargo.

Figura 5.3-32. Embarcações atuantes no município de Augusto de Campo.

Figura 5.3-33. Cidade de Bragança e seu porto de desembarque pesqueiro.

Figura 5.3-34. Embarcações que desembarcam em Bragança (PA).

Figura 5.3-35. Produção pesqueira total anual do litoral maranhense no período de 1950-2005. Anos sem pontos, representam lacunas no sistema de coleta de informações.

Figura 5.3-36. Produção de pescado por área do litoral maranhense, no ano de 2002 (ALMEIDA, 2008).

Figura 5.3-37. Produção marinha/estuarina por município maranhense (2002 e 2003).

Figura 5.3-38. Localização dos principais portos de desembarque no litoral do Estado do Maranhão.

Figura 5.3-39. Exemplos de embarcações do litoral maranhense.

Figura 5.3-40. Exemplos de embarcações do litoral maranhense.

Figura 5.3-41. Embarcações de ferro em um porto de Camocim.

Figura 5.3-42. Canoas na praia de Camocim.

Figura 5.3-43. Porto da empresa de pesca Maguary, em Camocim.

Figura 5.3-44. Embarcação do tipo bastardo encontrada em Camocim.

Figura 5.3-45. Ponto de desembarque de Itarema.

Figura 6.1.1-1. Pontos de grade do modelo hidrodinâmico para a Bacia do Pará-Maranhão nos quais foram impostos valores de vazão fluvial (em branco). À direita a legenda mostra a profundidade da região.

Figura 6.1.2-2. Rosa dos ventos para o período de inverno (maio a novembro) e verão (dezembro a abril) na região do Bloco BM-PAMA-17.

Figura 6.1.1-3. Contornos de probabilidade de óleo na água para um acidente ocorrendo no bloco BM-PAMA-17 durante os meses de verão (dezembro a abril) e de inverno (maio a novembro), com um derrame de 8 m³ instantâneo e 30 dias de simulação, não existindo óleo no mar com espessura superior ao valor mínimo de 3×10^{-7} m.

Figura 6.1.1-4. Contornos de probabilidade de óleo na água para um acidente ocorrendo no bloco BM-PAMA-17 durante os meses de verão (dezembro a abril) e de inverno (maio a novembro), com um derrame de 200 m³ instantâneo e 30 dias de simulação, não existindo óleo no mar com espessura superior ao valor mínimo de 3×10^{-7} m.

Figura 6.1.1-5. Contornos de probabilidade de óleo na água para um acidente de *blow-out* de 30 dias, ocorrendo no bloco BM-PAMA-17 durante os meses de verão (dezembro a abril), com um derrame de 9900 m³ e 60 dias de simulação, não existindo óleo no mar com espessura superior ao valor mínimo de 3×10^{-7} m.

Figura 6.1.1-6. Contornos de probabilidade de óleo na água para um acidente de *blow-out* de 30 dias, ocorrendo no bloco BM-PAMA-17 durante os meses de inverno (maio a novembro), com um derrame de 9900 m³ e 60 dias de simulação, não existindo óleo no mar com espessura superior ao valor mínimo de 3×10^{-7} m.

Figura 6.1.1-7. Resultado da simulação determinística de pior caso, cenário de verão, após 150 horas de simulação.

Figura 6.1.1-8. Volume acumulado na costa durante a simulação da trajetória de pior caso no cenário de verão (acima) e para condições frequentes na região (abaixo).

Figura 6.1.1-9. Resultado da simulação determinística de pior caso, cenário de inverno, após 1200 horas de simulação.

Figura 6.1.1-10. Volume acumulado na costa durante a simulação da trajetória de pior caso no cenário de inverno.

Figura 6.1.2-1. Comparação entre as duas grades projetadas para o estudo. A marcação em laranja representa a posição do ponto de lançamento em cada grade.

Figura 6.1.2-2. Pilha resultante da integração de todos os descartes realizados com a grade 1.

Figura 6.1.2-3. Pilha de deposição encontrada para o descarte SOL_SEC1 realizado com a grade 2.

Figura 6.1.2-4. Pluma de sólidos em suspensão formada no descarte SOL_SEC1 até 200m da fonte.

Figura 6.1.2-5. Pluma de sólidos em suspensão formada no descarte SOL_SEC1, de 300m a 500m da fonte.

Figura 6.1.2-6. Pluma de sólidos em suspensão formada no descarte SOL_SEC2 até 200m da fonte.

Figura 6.1.2-7. Pluma de sólidos em suspensão formada no descarte SOL_SEC2, de 300m a 700m da fonte.

Figura 6.1.2-8. Pluma de sólidos em suspensão formada no descarte SOL_SEC3.

Figura 6.1.2-9. Pluma de sólidos em suspensão formada no descarte SOL_SEC4.

Figura 6.1.2-10. Pluma de sólidos em suspensão formada no descarte SOL_SEC5.

Figura 6.1.2-11. Pluma de sólidos em suspensão formada no descarte FLU_SEC5 até 200m da fonte.

Figura 6.1.2-12. Pluma de sólidos em suspensão formada no descarte FLU_SEC5, de 300m a 900m da fonte.

Figura 6.1.2-13. Pluma de sólidos em suspensão formada no descarte FLU_SEC5, de 1000m a 1500m da área fonte.

Figura 6.1.2-14. Pluma de sólidos em suspensão formada no descarte FLU_SEC5, de 2000m até 3500m da fonte.

Figura 6.2.1-1. Duas fases de avaliação no processo de AIA (modificado de McAllister, 1986 apud Canter & Sadler, 1997).

Figura 6.2.2-1. Fluxograma de processo de interesse ambiental (A3)

Figura 6.2.3-1. Colonização de plataformas de petróleo por comunidades bento-pelágica e/ou demersal.

Figura 6.2.4-1. Importância e Magnitude dos impactos reais identificados para a Atividade de Perfuração Marítima nos Blocos BM-PAMA-16 e BM-PAMA-17.

Figura 6.2.4-2. Fluxograma de interação entre impactos.

Figura 6.2.4-3. Grau de significância dos impactos reais identificados para a Atividade de Perfuração Marítima nos Blocos BM-PAMA-16 e BM-PAMA-17.

Figura 6.3.1-1. Representação esquemática dos procedimentos metodológicos da etapa de identificação dos impactos potenciais.

Figura 6.3.3-1. Esquema dos processos físicos, químicos e biológicos decorrentes da interação do óleo derramado no oceano. (Modificado de: Nunes, 1998).

Figura 6.3.5-1. Contribuição relativa de óleo derramado no ambiente marinho, por fonte poluidora.

Figura 10-1. Fases de avaliação das conseqüências reais dos impactos ambientais da atividade (modificado de McAllister, 1986 apud Canter & Sadler, 1997).

Figura 10-2. Processo de interpretação do grau de significância (modificado de CEAA, 2000).

Figura 10-3. Grau de mitigação ou potencialização de acordo com as características das medidas.

Figura 10-4. Comparação entre a significância antes e após (significância residual) a aplicação das medidas ambientais propostas.

Figura 10.1.1.6-1. Fluxograma do sistema de remoção de sólidos do fluido quando utilizado fluidos aquosos.

Figura 10.1.1.6-2. Fluxograma do sistema de remoção de sólidos do fluido quando utilizado fluidos sintéticos.