



## SUMÁRIO

|          |  |           |
|----------|--|-----------|
| <b>1</b> | <b>OBJETIVO.....</b>                                     | <b>14</b> |
| 1.1      | Procedimentos Para o Licenciamento.....                  | 14        |
| 1.2      | Regulamentação Aplicável.....                            | 16        |
| 1.2.1    | Legislação Federal.....                                  | 16        |
| 1.2.2    | Legislação Estadual.....                                 | 19        |
| <b>2</b> | <b>CARACTERIZAÇÃO DA ATIVIDADE .....</b>                 | <b>21</b> |
| 2.1      | Empreendimento.....                                      | 21        |
| 2.2      | Identificação da Consultoria Ambiental.....              | 21        |
| 2.3      | Identificação do Empreendedor.....                       | 22        |
| 2.4      | Justificativa.....                                       | 23        |
| 2.5      | Metodologia do processo de produção.....                 | 25        |
| 2.5.1    | Extração.....  | 26        |
| 2.5.2    | Descarregamento.....                                     | 28        |
| 2.5.3    | Beneficiamento.....                                      | 29        |
| 2.5.4    | Sistema de distribuição e canais de comercialização..... | 32        |
| 2.6      | Caracterização da atividade.....                         | 33        |
| 2.6.1    | Localização do Empreendimento.....                       | 33        |
| 2.6.2    | Plano de Produção.....                                   | 39        |
| 2.6.3    | Medidas de Segurança e Prevenção de Acidentes.....       | 47        |
| 2.6.4    | Cronograma de Implantação.....                           | 49        |
| 2.7      | Empreendimentos Associados, Decorrentes e Similares..... | 50        |
| <b>3</b> | <b>ESTUDO DE IMPACTO AMBIENTAL – EIA .....</b>           | <b>51</b> |
| 3.1      | Definição da Área de Estudo.....                         | 51        |
| 3.1.1    | Área Diretamente Afetada (ADA).....                      | 51        |
| 3.1.2    | Área de Influência Direta (AID).....                     | 52        |
| 3.1.3    | Área de Influência Indireta (AI).....                    | 53        |



|          |   |            |
|----------|---|------------|
| 3.2      | Diagnóstico Ambiental .....   | 53         |
| 3.2.1    | Meio Físico .....   | 53         |
| 3.2.2    | Oceanografia.....   | 104        |
| 3.2.3    | Meio Biótico .....  | 121        |
| 3.2.4    | Meio Socioeconômico .....   | 201        |
| 3.3      | Análise Integrada e Prognóstico Ambiental .....   | 230        |
| 3.3.1    | Síntese de Qualidade Ambiental .....  | 230        |
| 3.3.2    | Prognóstico Ambiental .....   | 236        |
| <b>4</b> | <b>IDENTIFICAÇÃO E ANÁLISE DE IMPACTOS .....</b>  | <b>239</b> |
| 4.1      | Metodologia de Avaliação .....  | 239        |
| 4.2      | Meio Físico .....   | 239        |
| 4.3      | Meio Biótico .....  | 241        |
| 4.4      | Meio Socioeconômico .....   | 243        |
| 4.5      | Matriz de Avaliação Quali-Quantitativa .....  | 244        |
| 4.6      | Resumo dos Impactos .....   | 248        |
| 4.7      | Programa de Controle e Monitoramento da Extração de Algas Calcárias na Plataforma Continental ..... | 248        |
| 4.7.1    | Objetivos .....   | 249        |
| 4.7.2    | Justificativa .....   | 249        |
| 4.7.3    | Delimitação da Área de Estudos .....  | 249        |
| 4.7.4    | Medidas Mitigadoras e Programas de Controle .....   | 252        |
| 4.7.5    | Conclusão .....   | 254        |
| <b>5</b> | <b>BIBLIOGRAFIA .....</b>   | <b>257</b> |
| <b>6</b> | <b>GLOSSÁRIO.....</b>   | <b>262</b> |
| <b>7</b> | <b>EQUIPE TÉCNICA .....</b>   | <b>270</b> |
| <b>8</b> | <b>ANEXOS.....</b>  | <b>278</b> |





## LISTA DE FIGURAS

|  |    |
|--|----|
| <b>FIGURA 1</b> - Etapas do processo de beneficiamento. ....   | 32 |
| <b>FIGURA 2</b> - Área do processo DNPM nº 806.029/2005.....   | 35 |
| <b>FIGURA 3</b> - Área do processo DNPM nº 806.001/2006.....   | 36 |
| <b>FIGURA 4</b> - Área do processo DNPM nº 806.002/2006.....   | 37 |
| <b>FIGURA 5</b> - Mapa de localização da área de extração. ....  | 38 |
| <b>FIGURA 6</b> - Mapa batimétrico da área pesquisada*. ....   | 40 |
| <b>FIGURA 7</b> - Mapa batimétrico da área pesquisada indicando a área destinada à preservação (linha pontilhada). ....              | 41 |
| <b>FIGURA 8</b> - Direção e intensidade dos ventos medidos durante as campanhas oceanográficas: Novembro/1997 (a) e Junho/1999(b)... | 55 |
| <b>FIGURA 9</b> - Médias Históricas dos Totais Pluviométricos para o Município de Cururupu nos anos de 1965 a 1986. ....             | 57 |
| <b>FIGURA 10</b> - Médias Históricas dos Totais Pluviométricos para o Município de Turiaçu nos anos de 1976 a 1990.....              | 58 |
| <b>FIGURA 11</b> - Regime das Temperaturas Médias Mensais do Ar do Município de Cururupu, nos anos de 1965 a 1986. ....              | 60 |
| <b>FIGURA 12</b> - Regime das Temperaturas Médias Mensais do Ar do Município de Turiaçu nos anos de 1976 a 1990.....                 | 61 |
| <b>FIGURA 13</b> - Evapotranspiração Potencial do Município de Cururupu, nos anos de 1965 a 1986. ....                               | 64 |
| <b>FIGURA 14</b> - Evapotranspiração Potencial do Município de Turiaçu nos anos de 1976 a 1990. ....                                 | 65 |
| <b>FIGURA 15</b> - Evapotranspiração Real do Município de Cururupu, nos anos de 1965 a 1986. ....                                    | 66 |
| <b>FIGURA 16</b> - Evapotranspiração Real do Município de Turiaçu nos anos de 1976 a 1990. ....                                      | 67 |
| <b>FIGURA 17</b> - Excedente e Deficiência Hídrica do Município de Cururupu, nos anos de 1965 a 1986. ....                           | 69 |
| <b>FIGURA 18</b> - Excedente e Deficiência Hídrica do Município de Turiaçu nos anos de 1976 a 1990. ....                             | 69 |



|  |     |
|--|-----|
| <b>FIGURA 19</b> - Seções geológicas esquemáticas na Bacia de Marajó e São Luís, mostrando o arcabouço estrutural e estratigráfico das seqüências sinrifte e pós-rifte.....      | 75  |
| <b>FIGURA 20</b> - Mapa geológico regional da margem equatorial entre o gráben Cassiporé e a região oeste da Bacia do Ceará, mostrando as zonas de fraturas transformantes. .... | 76  |
| <b>FIGURA 21</b> - Mapa Faciológico da plataforma continental entre o Piauí e Maranhão. ....   | 79  |
| <b>FIGURA 22</b> - Localização da área de levantamentos sobre imagem georeferenciada Landsat 2000.....   | 80  |
| <b>FIGURA 23</b> - Localização dos bancos de Cururupu. ....  | 81  |
| <b>FIGURA 24</b> - Mapa batimétrico da área de ocorrência de algas calcárias (interior da linha poligonal).....  | 88  |
| <b>FIGURA 25</b> - Mapa Faciológico da área mineralizada requerida ao DNPM. ....   | 89  |
| <b>FIGURA 26</b> - Posicionamento dos perfis sísmicos e sondagens (S1, S2, S3) sobre o mapa batimétrico. ....  | 90  |
| <b>FIGURA 27</b> - Perfil sísmico 1. ....  | 91  |
| <b>FIGURA 28</b> - Perfil sísmico 2. ....  | 92  |
| <b>FIGURA 29</b> - Perfil sísmico 3. ....  | 93  |
| <b>FIGURA 30</b> - Perfil sísmico 3. ....  | 94  |
| <b>FIGURA 31</b> - Perfil sísmico 4. ....  | 95  |
| <b>FIGURA 32</b> - Perfil sísmico 5. ....  | 96  |
| <b>FIGURA 33</b> - Perfil sísmico 6. ....  | 97  |
| <b>FIGURA 34</b> - Depósito de algas, por gravidade, em um dos flancos da elevação batimétrica (Coordenadas E525573 N9895406.) *. ....   | 98  |
| <b>FIGURA 35</b> - Passagem lateral da camada de algas para areia quartzosa (Coordenadas E527615 N9895826)*.....   | 99  |
| <b>FIGURA 36</b> - Embasamento rígido e irregular sub aflorante coberto por areias quartzosas finas.....   | 100 |
| <b>FIGURA 37</b> - Posicionamento das rotas de deriva.....   | 102 |
| <b>FIGURA 38</b> - Mapa de localização das estações oceanográficas. ...  | 105 |
| <b>FIGURA 39</b> - Cartas de distribuição de Temperatura da Superfície do mar (TSM), obtidas a partir dos dados hidrográficos coletados nos                                      |     |



|   |     |
|---|-----|
| cruzeiros oceanográficos do programa REVIZEE/N durante os meses de: (a) (Novembro/1997; e (b) Junho/1999. ....  | 110 |
| <b>FIGURA 40</b> - Cartas de distribuições da Salinidade da superfície do mar (SSM), obtidas a partir dos dados hidrográficos coletados nos cruzeiros oceanográficos do Programa REVIZEE/N durante os meses de: (a) Novembro/1997; e (b) Junho/1999. ....   | 111 |
| <b>FIGURA 41</b> - Distribuição espacial dos valores médios mensais de Temperatura da Superfície do Mar (TSM) e vetores de correntes superficiais, gerados a partir dos resultados numéricos do Experimento ATL6: (a) Novembro/1997; e (b) Junho/1999. .... | 112 |
| <b>FIGURA 42</b> - Distribuição percentual das microalgas do fitoplâncton, por grupos, coletadas em 30/07/2006 no Banco do Tarol/MA. ....   | 125 |
| <b>FIGURA 43</b> - Percentual de abundância do zooplâncton total. ....  | 138 |
| <b>FIGURA 44</b> - Densidade do zooplâncton total. ....   | 139 |
| <b>FIGURA 45</b> - Percentual de abundância total do holoplâncton e meroplâncton. ....  | 139 |
| <b>FIGURA 46</b> - Densidade total de ovos e larvas de peixes. ....   | 141 |
| <b>FIGURA 47</b> - Abundância e número de táxons por estação de coleta. ....  | 153 |
| <b>FIGURA 48</b> - Número de indivíduos de cada filo nas três estações de coleta por período analisado (março, junho e setembro de 2006). ....  | 174 |
| <b>FIGURA 49</b> - Número de indivíduos de diferentes grupos de poliquetas que ocorreram nas estações de coleta durante o período analisado. ....   | 183 |
| <b>FIGURA 50</b> - Frequência de Ocorrência dos grupos meiofaunísticos nas amostras de sedimentos do Banco do Tarol analisadas. ....  | 190 |
| <b>FIGURA 51</b> - Abundância relativa dos grupos meiofaunísticos nas amostras da primeira coleta de sedimentos do Banco do Tarol. ...  | 190 |
| <b>FIGURA 52</b> - Abundância relativa dos grupos meiofaunísticos nas amostras da segunda coleta de sedimentos do Banco do Tarol. ....  | 191 |
| <b>FIGURA 53</b> - Abundância relativa dos grupos meiofaunísticos nas amostras da terceira coleta (ponto 1) de sedimentos do Banco do Tarol. ....   | 192 |



|   |     |
|---|-----|
| <b>FIGURA 54</b> - Abundância relativa dos grupos meiofaunísticos nas amostras da terceira coleta (ponto 2) de sedimentos do Banco do Tarol.....                                  | 193 |
| <b>FIGURA 55</b> - Abundância relativa dos grupos meiofaunísticos nas amostras da terceira coleta (ponto 3) de sedimentos do Banco do Tarol.....                                  | 194 |
| <b>FIGURA 56</b> - Área de distribuição de <i>Sotalia fluviatilis</i> na costa brasileira.....  | 198 |
| <b>FIGURA 57</b> - Faixa etária dos entrevistados nas quatro comunidades vizinhas ao Banco do Tarol, Maranhão.....  | 203 |
| <b>FIGURA 58</b> - Nível de escolaridade dos entrevistados nas quatro comunidades vizinhas ao Banco do Tarol, Maranhão.....   | 204 |
| <b>FIGURA 59</b> - Organização formal em associações dos entrevistados nas quatro comunidades vizinhas ao Banco do Tarol, Maranhão... ..  | 205 |
| <b>FIGURA 60</b> - Aparelhos de pesca utilizados pelos entrevistados nas quatro comunidades vizinhas ao Banco do Tarol, Maranhão.....   | 209 |
| <b>FIGURA 61</b> - Problemas listados pelos entrevistados relacionados com a atividade pesqueira nas quatro comunidades vizinhas ao Banco do Tarol.....                           | 210 |
| <b>FIGURA 62</b> - Medidas listadas pelos entrevistados a serem tomadas para a melhoria da vida dos pescadores nas quatro comunidades costeiras adjacentes ao Banco do Tarol..... | 211 |





## LISTA DE TABELAS

|   |     |
|---|-----|
| <b>TABELA 1</b> - Quadro de Pessoal. ....   | 44  |
| <b>TABELA 2</b> - Situação do licenciamento ambiental das empresas interessadas em extrair sedimento biodetríticos no Brasil. ....    | 50  |
| <b>TABELA 3</b> - Componente do Balanço Hídrico para o Município de Cururupu. ....  | 71  |
| <b>TABELA 4</b> - Componentes do Balanço Hídrico para o Município de Turiaçu. ....  | 72  |
| <b>TABELA 5</b> - Variáveis físico-químicas dos pontos amostrados. ....   | 117 |
| <b>TABELA 6</b> - Padrões de qualidade Resolução CONAMA 357 de 17 de 2005. ....   | 119 |
| <b>TABELA 7</b> - Relação dos táxons fitoplanctônicos coletados em três estações fixas, em 30/07/2006, no Banco do Tarol. ....        | 129 |
| <b>TABELA 8</b> (cont.)- Relação dos táxons fitoplanctônicos coletados em três estações fixas, em 30/07/2006, no Banco do Tarol. .... | 130 |
| <b>TABELA 9</b> (cont.)- Relação dos táxons fitoplanctônicos coletados em três estações fixas, em 30/07/2006, no Banco do Tarol. .... | 131 |
| <b>TABELA 10</b> (cont.)- Sinopse taxonômica do holoplâncton e meroplâncton identificado nas amostras coletadas em 30/07/2006. ....   | 134 |
| <b>TABELA 11</b> (cont.)- Sinopse taxonômica do holoplâncton e meroplâncton identificado nas amostras coletadas em 30/07/2006. ....   | 136 |
| <b>TABELA 12</b> (cont.)- Sinopse taxonômica do holoplâncton e meroplâncton identificado nas amostras coletadas em 30/07/2006. ....   | 137 |
| <b>TABELA 13</b> - Taxonomia das macroalgas identificadas nas três estações de coletas do Banco do Tarol. ....                        | 158 |
| <b>TABELA 14</b> - Táxons de macroalgas identificados nas estações de coleta. ....  | 160 |
| <b>TABELA 15</b> - Ocorrência dos grupos zoológicos nas três estações de  |     |





|   |     |
|---|-----|
| coleta em março, junho e setembro de 2006.....  | 169 |
| <b>TABELA 16</b> - Frequência de ocorrência dos táxons bentônicos analisados nas três estações de coleta. ....  | 170 |
| <b>TABELA 17</b> (cont.)- Frequência de ocorrência dos táxons bentônicos analisados nas três estações de coleta. ....   | 171 |
| <b>TABELA 18</b> (cont.)- Frequência de ocorrência dos táxons bentônicos analisados nas três estações de coleta. ....   | 172 |
| <b>TABELA 19</b> - Número de indivíduos de cada táxon analisado nas três estações de coleta em março, junho e setembro de 2006. ....  | 173 |
| <b>TABELA 20</b> - Número de indivíduos e abundância relativa dos táxons encontrados na área.....   | 180 |
| <b>TABELA 21</b> (cont.) - Número de indivíduos e abundância relativa dos táxons encontrados na área. ....  | 181 |
| <b>TABELA 22</b> (cont.)- Número de indivíduos e abundância relativa dos táxons encontrados na área. ....   | 182 |
| <b>TABELA 23</b> - Valores de riqueza, diversidade e equitabilidade das espécies de poliquetas coletadas nas três estações de coleta. ....  | 184 |
| <b>TABELA 24</b> - Recursos pesqueiros, tipos de pesca, embarcações, período de pesca e quantidade de pescado capturado por dia, desembarcados no Município de Apicum Açú. ....         | 217 |
| <b>TABELA 25</b> (cont.) - Recursos pesqueiros, tipos de pesca, embarcações, período de pesca e quantidade de pescado capturado por dia, desembarcados no Município de Apicum Açú. .... | 218 |
| <b>TABELA 26</b> - Recursos pesqueiros, tipos de pesca, embarcações, período de pesca e quantidade de pescado capturado por dia na Ilha do Retiro. ....                                 | 219 |
| <b>TABELA 27</b> - Recursos pesqueiros, tipos de pesca, embarcações, período de pesca e quantidade de pescado capturado por dia na Ilha dos Lençóis.....                                | 220 |
| <b>TABELA 28</b> - Recursos pesqueiros, tipos de pesca, embarcações, período de pesca e quantidade de pescado capturado por dia em Porto do Meio.....                                   | 221 |







|   |     |
|---|-----|
| <b>TABELA 29</b> - Espécies ícticas registradas para o litoral ocidental maranhense onde estão incluídas as áreas adjacentes ao Banco do Tarol. ....          | 223 |
| <b>TABELA 30</b> (cont.)- Espécies ícticas registradas para o litoral ocidental maranhense onde estão incluídas as áreas adjacentes ao Banco do Tarol. ....   | 224 |
| <b>TABELA 31</b> - (cont.)- Espécies ícticas registradas para o litoral ocidental maranhense onde estão incluídas as áreas adjacentes ao Banco do Tarol. .... | 225 |
| <b>TABELA 32</b> - (cont.)- Espécies ícticas registradas para o litoral ocidental maranhense onde estão incluídas as áreas adjacentes ao Banco do Tarol. .... | 226 |
| <b>TABELA 33</b> - (cont.)- Espécies ícticas registradas para o litoral ocidental maranhense onde estão incluídas as áreas adjacentes ao Banco do Tarol. .... | 227 |
| <b>TABELA 34</b> - (cont.)- Espécies ícticas registradas para o litoral ocidental maranhense onde estão incluídas as áreas adjacentes ao Banco do Tarol. .... | 228 |
| <b>TABELA 35</b> - (cont.)- Espécies ícticas registradas para o litoral ocidental maranhense onde estão incluídas as áreas adjacentes ao Banco do Tarol. .... | 229 |
| <b>TABELA 36</b> - (cont.)- Espécies ícticas registradas para o litoral ocidental maranhense onde estão incluídas as áreas adjacentes ao Banco do Tarol. .... | 230 |
| <b>TABELA 37</b> - Impactos citados na literatura para atividades de mineração marinha. ....  | 238 |
| <b>TABELA 38</b> - Matriz de Avaliação Quanti-Qualitativa - Área de Influência Direta. ....   | 246 |
| <b>TABELA 39</b> - Matriz de Avaliação Quanti-Qualitativa - Área de Influência Indireta. ....   | 247 |
| <b>TABELA 40</b> - Descrição das medidas mitigadoras e programas de controle. ....  | 253 |





## LISTA DE FOTOS

|  |     |
|--|-----|
| <b>Foto 1</b> - Draga tipo DragFlow. ....  | 26  |
| <b>Foto 2</b> - Equipamento ClamShell. ....  | 28  |
| <b>Foto 3</b> - Embarcação MAR 22 realizando trabalhos de coleta e sondagem. ....  | 83  |
| <b>Foto 4</b> - Catamaran que auxiliou nos trabalhos de levantamentos sísmicos e filmagens submarinas. ....  | 84  |
| <b>Foto 5</b> - Equipamento desenvolvido para coleta de amostras superficiais do fundo. ....   | 85  |
| <b>Foto 6</b> - Sensor da sísmica de alta resolução (Tow-Fish SB216S) sendo lançado para reboque sobre o fundo. ....   | 87  |
| <b>Foto 7</b> - Suporte metálico, cabos, câmera de vídeo e sistema de iluminação. ....   | 103 |
| <b>Foto 8</b> - Equipamento de recepção da sísmica (1), DGPS (2), gravador de DVD (3), computador para visualização em tempo real da navegação (4) e TV para exibição e acompanhamento das imagens (5). .... | 103 |
| <b>Foto 9</b> - Coleta de água para amostragem. ....   | 115 |
| <b>Foto 10</b> - Redes de plâncton com malha de 65 µm. ....  | 123 |
| <b>Foto 11</b> - Arrastos horizontais das redes de plâncton. ....  | 123 |
| <b>Foto 12</b> - Coleta com garrafas de Niskin. ....   | 124 |
| <b>Foto 13</b> - Rhizosolenia stigeria (A), Rhizosolenia styliformis (B), Pseudosolenia calcar-avis (C), Rhizosolenia castracanei (D). ....  | 126 |
| <b>Foto 14</b> - Ceratium tripos (A), Ceratium teres (B), Ceratium breve (C). ....   | 126 |
| <b>Foto 15</b> - Trichodesmium thiebautii (A), Phormidiaceae (B). ....   | 127 |
| <b>Foto 16</b> - Ceratium furca (A), Ceratium lineatum (B) e Pseudonitzschia sp. (C). ....   | 128 |
| <b>Foto 17</b> - Ovos de peixe com embrião (A) e larvas de Scianidae (B). ....   | 141 |





|  |     |
|--|-----|
| <b>Foto 18</b> - Holoplâncton representado por indivíduos adultos de Chaetognatha - Sagitta enflata (A) e Copepoda - Calocalanus pavo(B).<br>.....   | 143 |
| <b>Foto 19</b> - Organismos indicadores de massas d'água limpas e oceânicas representados por Protista Foraminifera (A), Appendicularia - Oikopleura dióica (B) e Siphonophora (C). ....                                     | 144 |
| <b>Foto 20</b> - Mergulho autônomo visando realizar censo e registro fotográfico da ictiofauna do Banco do Tarol. ....   | 146 |
| <b>Foto 21</b> - Rede de emalhar utilizada nas três campanhas experimentais de pesca em barco Copama, no período de 24/01/2006 a 30/07/2006 no Banco do Tarol e adjacências.....   | 147 |
| <b>Foto 22</b> - Captura de peixes nas adjacências do Banco do Tarol utilizando-se anzol no período de 24/01/2006 a 30/07/2006. ....   | 147 |
| <b>Foto 23</b> - (A) Hirundichthys affinis (Peixe Voador); (B) Parexocoetus brachypterus (Peixe Voador); (C) Haemulon steindachneri (Ariacó); (D) Scomberomorus brasiliensis (Peixe Serra) coletados no Banco do Tarol. .... | 150 |
| <b>Foto 24</b> - (A) Scomberomorus cavalla (Cavala); (B) Echeneis naucrates (Rêmoras); (C) Carcharhinus porosus (cação Junteiro) coletados no Banco do Tarol. ....   | 151 |
| <b>Foto 25</b> - Algas calcárias de formas livres que crescem no Banco do Tarol, formando depósitos sedimentares inconsolidados (foto do sedimento in situ).....   | 155 |
| <b>Foto 26</b> - Megulhador mostrando o sistema utilizado para realização das filmagens submarinas (video-transects) para avaliação das comunidades fitobentônicas do Banco do Tarol*. ....                                  | 157 |
| <b>Foto 27</b> - Sedimento biodetrítico constituído por talos de macroalgas calcárias (Tipo Lithothamnium) observado in situ no Banco do Tarol. ....   | 159 |
| <b>Foto 28</b> - Sedimento biodetrítico constituído por talos de macroalgas calcárias coletado no Banco do Tarol (amostra seca).....   | 160 |
| <b>Foto 29</b> - Aspecto geral da macroalga Lithothamnion sp, com fragmentos despigmentados (mortos). ....   | 161 |
| <b>Foto 30</b> - Aspecto geral da macroalga Mesophyllum sp. ....   | 162 |



|  |     |
|--|-----|
| <b>Foto 31</b> - Aspecto geral da macroalga <i>Sporolithon</i> sp. ....  | 162 |
| <b>Foto 32</b> - Amostrador (draga) pronto para ser lançado no ponto de coleta.....  | 165 |
| <b>Foto 33</b> - Preparação da amostra de sedimento para armazenagem. ....   | 165 |
| <b>Foto 34</b> - Conchas de organismos representantes do filo Mollusca encontrados na área (Classes Bivalvia e Gastropoda). ....       | 176 |
| <b>Foto 35</b> - Conchas de organismos representantes do filo Mollusca encontrados na área (Classes Bivalvia e Gastropoda). ....       | 176 |
| <b>Foto 36</b> - Organismos representantes do filo Echinodermata da classe Asteroidea coletados na área de estudo (Vista aboral). .... | 177 |
| <b>Foto 37</b> - Organismos representantes do filo Echinodermata fotografados in situ. ....  | 177 |
| <b>Foto 38</b> - Porto de desembarque de Apicum Açú, Maranhão. ....  | 213 |
| <b>Foto 39</b> - Ilha do Retiro, Município de Cururupu, MA. ....   | 214 |
| <b>Foto 40</b> - Ilha dos Lençóis, Município de Cururupu, MA.....  | 214 |
| <b>Foto 41</b> - Ilha Porto do Meio, Município de Cururupu, MA.....  | 215 |
| <b>Foto 42</b> - Arte de pesca registrada na região (Rede Malhão). ....  | 216 |
| <b>Foto 43</b> - Arte de pesca registrada na região (Gozeira). ....  | 216 |
| <b>Foto 44</b> - Zangaria registrada na Ilha do Retiro. ....   | 219 |





## LISTA DE ANEXOS

**ANEXO 1** - Planta de Situação

**ANEXO 2** - Exame físico-químico e bacteriológico da água.

**ANEXO 3** - Exame físico-químico e bacteriológico da água (Cont.)

**ANEXO 4** - Exame físico-químico e bacteriológico da água (Cont.)

**ANEXO 5** - Metodologia utilizada para análise da água.

**ANEXO 6** - Métodos utilizados para análise da água.

**ANEXO 7** - Mapa Faciológico da plataforma continental entre o Piauí e Maranhão.

**ANEXO 8** - Mapa geológico

**ANEXO 9** - Mapa geológico

**ANEXO 10** - Mapa geológico

**ANEXO 11** - Mapa batimétrico da área de ocorrência de algas calcárias (interior da linha poligonal).

**ANEXO 12** - Mapa Faciológico da área mineralizada requerida ao DNPM.

**ANEXO 13** - Posicionamento dos perfis sísmicos e sondagens (S1, S2, S3) sobre o mapa batimétrico.

**ANEXO 14** - Complemento do EIA-RIMA referente à instalação e operação da unidade de beneficiamento do calcário marinho na área do Distrito Industrial em São Luís - MA.



## 1 OBJETIVO

A BIOMAR MINERAÇÃO LTDA pretende desenvolver a atividade de extração de sedimento biodetrítico marinho na plataforma continental em Cururupu e seu beneficiamento em São Luís, ambos no Estado do Maranhão, visando à produção de compostos naturais com aplicação na indústria de fertilizantes, rações animais, etc. Esses sedimentos contêm concentrações ideais de cálcio e magnésio além de vários micronutrientes, que aumentam a produtividade dos cultivos e ainda reduzem os custos de aplicação de fertilizantes.

Assim, em respeito à legislação ambiental vigente foi elaborado o presente Estudo de Impacto Ambiental (EIA) que servirá de subsídio ao processo de licenciamento ambiental do empreendimento, além de orientar o empreendedor a minimizar os impactos negativos advindos da atividade.

É importante frisar que o material a ser extraído é um sedimento formado *in situ*, que ocorre naturalmente no ambiente marinho, composto, principalmente, por fragmentos de algas calcárias.

Áreas que apresentam fundo consolidado, como recifes, não serão tocadas pelo empreendimento.

Empreendimentos similares já existem na França há mais de 50 anos. O Brasil detém hoje as maiores reservas do mundo desse tipo de sedimento biogênico.

### 1.1 Procedimentos Para o Licenciamento

A Política Nacional de Meio Ambiente (PNMA), instituída pela Lei nº 6.938/1981, tem por objetivo a preservação, melhoria e recuperação da qualidade ambiental propícia à vida, compatibilizando o desenvolvimento socioeconômico, os interesses da segurança nacional e a dignidade da vida humana.

Para alcançar tal objetivo a PNMA se vale de uma série de instrumentos, enumerados em seu art.9º, entre os quais se encontra



o licenciamento e a revisão de atividades efetivas ou potencialmente poluidoras. Tão importante a importância de tal instrumento, o Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) editou em 1997, a Resolução CONAMA nº 237, regulamentando os aspectos do licenciamento ambiental.

Entre os artigos que compõem a Resolução CONAMA nº 237 destacam-se o art. 3º, que condiciona a licença ambiental à apresentação de um estudo ambiental, o art.4º que trata da competência do IBAMA para licenciar atividades e empreendimentos com significativo impacto ambiental no âmbito nacional ou regional localizados, entre outros, no mar territorial, na plataforma continental ou na zona econômica exclusiva; além do Anexo I que apresenta uma lista não exaustiva de atividades e empreendimentos sujeitos ao licenciamento ambiental.

Cabe ressaltar que, anteriormente à Resolução CONAMA nº 237, esse Conselho já havia editado as Resoluções nº 1/1986 e a nº 009/1990 que dispõem, respectivamente, sobre critérios básicos e diretrizes gerais para o Relatório de Impacto Ambiental (RIMA), e sobre regras específicas para o licenciamento ambiental para extração mineral classes I e III à IX.

Assim, observadas as características do empreendimento em questão e a competência para licenciamento ambiental instituída pela Resolução CONAMA nº 237/1997, o processo de licenciamento ambiental deverá ser conduzido pelo IBAMA, ouvido o órgão estadual de meio ambiente do estado do Maranhão, e em conformidade com a Resolução CONAMA nº 009/1990.

Este Estudo de Impacto Ambiental, que tem como objetivo subsidiar o processo de licenciamento da atividade de “Exploração e Beneficiamento de Sedimento Biodetrítico Marinho na plataforma continental nas áreas dos processos DNPM: 806.029/2005, 806.001/2006 e 806.002/2006, localizadas no município de Cururupu/MA”, tendo sido produzido de acordo com as normas e regulamentações legais aplicáveis e as orientações do Termo de Referência fornecido pelo IBAMA.



## 1.2 Regulamentação Aplicável

### 1.2.1 Legislação Federal

- **Constituição da República Federal do Brasil** - Artigo 225, parágrafo 1º, itens IV e V, dispõem sobre a exigência de Estudos de Impacto Ambiental da atividade poluidora e controle da poluição das atividades que venham a causar riscos à vida, a qualidade de vida e ao meio ambiente.
- **Lei Federal nº 5197/67** - Dispõe sobre a proteção à fauna e dá outras providências.
- **Lei Federal nº 6.902/81** - Dispõe sobre a criação de Estações Ecológicas, Áreas de Proteção Ambiental e dá outras providências.
- **Lei Federal nº 6.938/81** - Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências.
- **Lei Federal nº 7.661/88** - Institui o Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro e dá outras providências. Esta lei define as praias como bens públicos de uso comum do povo, e estabelece a obrigatoriedade de garantia do livre acesso a elas e ao mar, em qualquer direção e sentido, exceto as áreas consideradas de segurança nacional ou incluídas em áreas protegidas por legislação específica.
- **Lei Federal nº 7.804/89** - Altera a Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981, que dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, a Lei nº 7.735, de 22 de fevereiro de 1989, a Lei nº 6.803, de 2 de julho de 1980, a Lei nº 6.902, de 21 de abril de 1981, e dá outras providências.
- **Lei Federal nº 9.314/96** - Altera dispositivos do Decreto-lei nº 227, de 28 de fevereiro de 1967, e dá outras providências.
- **Lei Federal nº 9.537/97** - Dispõe sobre a segurança do tráfego aquaviário em águas sob jurisdição nacional e dá outras providências.







- **Lei Federal nº 9.605 12/98** - Dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente e dá outras providências.
- **Lei Federal nº 9.966 04/00** - Dispõe sobre a prevenção, o controle e a fiscalização da poluição causada por lançamento de óleo e outras substâncias nocivas ou perigosas em águas sob jurisdição nacional e dá outras providências.
- **Lei Federal nº 9.985 07/00** - Regulamenta o Art. 225 § 1º Incisos I, II, III e IV da Constituição Federal, institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza SNUC e dá outras providências.
- **Decreto Lei nº 227/67** - Dá nova redação ao Decreto-lei nº 1.985, de 29 de janeiro de 1940. (Código de Minas).
- **Decreto Federal nº 89.336/84** - Dispõe sobre Reservas Ecológicas e Áreas de Relevante Interesse Ecológico, e dá outras providências.
- **Decreto Federal nº 99.274/90** - Regulamenta as leis nºs. 6.902/81 e 6.938/81, que dispõem, respectivamente sobre a criação de Estações Ecológicas e Áreas de Proteção Ambiental e sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, e dá outras providências.
- **Decreto Federal nº 1.530/95** - Declara a entrada em vigor da Convenção das Nações Unidas sobre o Direito do Mar, concluída em Montego Bay, Jamaica, em 10 de dezembro de 1982.
- **Decreto Federal nº 2.596/98** - Regulamenta a Lei nº 9.537, de 11 de dezembro de 1997, que dispõe sobre a segurança do tráfego aquaviário em águas sob jurisdição nacional.
- **Decreto Federal nº 4.136/02** - Dispõe sobre a especificação das sanções aplicáveis às infrações às regras de prevenção, controle e fiscalização da poluição causada por lançamento de óleo e outras substâncias nocivas ou perigosas em águas sob jurisdição nacional, prevista na Lei nº 9.966, de 28 de abril de 2000, e dá outras providências.
- **Resolução CONAMA nº 001/86** - Estabelece as definições, responsabilidades, critérios básicos e diretrizes gerais para uso e





implementação da Avaliação do Impacto Ambiental como um dos instrumentos da Política Nacional do Meio Ambiente. Alterada pela Resolução CONAMA n.º 011, de 18.03.86.

- **Resolução CONAMA n.º 237/97** - Revisa os procedimentos e critérios utilizados no processo de licenciamento ambiental.
- **Resolução CONAMA n.º 9/90** - Dispõe sobre normas específicas para o licenciamento ambiental de extração mineral, classes I, III a IX.
- **Resolução CONAMA n.º 10/90** - Dispõe sobre normas específicas para o licenciamento ambiental de extração mineral, classe II.
- **Resolução CONAMA n.º 10/88** - Estabelece normas gerais relativas às Áreas de Proteção Ambiental - APA's.
- **Resolução CONAMA n.º 274/00** - Revisa os critérios de Balneabilidade em Águas Brasileiras.
- **Resolução CONAMA n.º 344/04** - Estabelece as diretrizes gerais e os procedimentos mínimos para a avaliação do material a ser dragado em águas jurisdicionais brasileiras, e dá outras providências.
- **Resolução CONAMA n.º 357/05** - Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências.
- **Resolução CONAMA n.º 371/06** - Estabelece diretrizes aos órgãos ambientais para o cálculo, cobrança, aplicação, aprovação e controle de gastos de recursos advindos de compensação ambiental, conforme a Lei no 9.985, de 18 de julho de 2000, que institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza-SNUC e dá outras providências.
- **Portaria IBAMA 147/97** - Regulamenta a exploração dos campos naturais de algas vivas por pessoas físicas e jurídicas.
- **Portaria do Ministério da Marinha - PORTOMARISNST - 32-02/83** - Regulamenta o lançamento de óleo e outros poluentes em águas sob jurisdição nacional.



- **Norma da Autoridade Marítima - NORMAM nº11/DPC** - Normas da marinha para obras, dragagens, pesquisa e lavra de minérios, sob, sobre e as margens sob jurisdição nacional.
- **Norma da Autoridade Marítima - NORMAM nº 01/DCP** - Estabelece normas da Autoridade Marítima para embarcações destinadas à operação em mar aberto.
- **Portaria nº 109/DPC/03** - Aprova as Normas da Autoridade Marítima para Obras, Dragagens, Pesquisa e Lavra de Minerais Sob, Sobre e às Margens das Águas Jurisdicionais Brasileiras.
- **Portaria Nº 45/DPC/05** - Aprova as Normas da Autoridade Marítima para Embarcações Empregadas na Navegação de Mar Aberto.
- **Portaria DNPM nº 266/08** - Dispõe sobre o processo de registro de licença e altera as Normas Reguladoras de Mineração aprovadas pela Portaria nº 237, de 18 de outubro de 2001.
- **Instrução Normativa IBAMA nº 89/02** - Define critérios para a exploração, a exploração, o transporte e a comercialização, inclusive a revenda, de algas marinhas do litoral brasileiro.
- **Portaria MMA Nº 09/07** - Reconhece como áreas prioritárias para a conservação, utilização sustentável e repartição de benefícios da biodiversidade brasileira as áreas que menciona.

### 1.2.2 Legislação Estadual

- **Constituição Estadual do Maranhão** - Artigo 201 e 202 que discutem os objetivos a serem analisados no Plano de desenvolvimento do setor pesqueiro no Estado, Artigo 241 que define os aspectos locais e regionais a serem observados pelo Estado e Municípios na preservação do meio ambiente.
- **Lei nº 8528/2006** - Dispõe sobre a Política Florestal e de Proteção à Biodiversidade no Estado do Maranhão.
- **Lei nº 5405/1992** - Institui o Código de Proteção do Meio Ambiente e dispõe sobre o Sistema Estadual do Meio Ambiente e o



uso adequado dos recursos naturais do Estado do Maranhão.

- **Lei nº 8089/2004** - Dispõe sobre a Política Estadual de Desenvolvimento da Pesca e da Aquicultura e dá e dá outras providências.
- **Lei nº 8149/2004** - Dispõe sobre a Política Estadual de Recursos Hídricos, o Sistema de Gerenciamento Integrado de Recursos Hídricos, e dá outras providências.
- **Lei nº 4734/1986** - Proíbe a derrubada de palmeira de babaçu e dá outras providências.
- **Lei nº 7824/2003** - Altera a Lei nº 4734/1986, que cuida da proibição da derrubada de palmeiras de babaçu no Estado do Maranhão, e dá outras providências.
- **Medida Provisória nº 12/2006** - Dispõe sobre a Política Florestal à Biodiversidade no Estado do Maranhão.
- **Decreto nº 13494/1993** - Regulamenta o Código de Proteção do Meio Ambiente do Estado do Maranhão.
- **Decreto nº 18600/2002** - Dispõe sobre a organização da Gerência do Estado de Meio Ambiente e Recursos Naturais, e dá outras providências.
- **Decreto nº 20378/2004** - Regulamenta o Conselho Estadual de Recursos Hídricos, e dá outras providências.





## **2 CARACTERIZAÇÃO DA ATIVIDADE**

### **2.1 Empreendimento**

Exploração de sedimento biodetrítico marinho na plataforma continental nas áreas dos processos do Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM) n°s 806.029/2005, 806.001/2006 e 806.002/2006, em Cururupu/MA e seu Beneficiamento, em São Luís/MA.

### **2.2 Identificação da Consultoria Ambiental**

**NOME:** APOIO ENGENHARIA E MINERAÇÃO

**REPRESENTANTE LEGAL:** José Fernando Tajra Reis

**HABILITAÇÃO:** Engenheiro de Minas/Esp. Auditoria e Perícia Ambiental

**CREA:** 3284/D - Registro Nacional definitivo n° 1105031411

**ENDEREÇO:** Rua Prof.º Luís Pinho Rodrigues Q-33 L- 20  
Edifício Quartz sala 407 Renascença II São Luís/MA

**FONE:** (98)3268.2864

**CNPJ:** 03.951.521/0001-12

**CADASTRO TÉCNICO NO IBAMA:** 119848

**EMAIL:** apoiomineracao@apoiomineracao.com.br



### 2.3 Identificação do Empreendedor

**NOME:** BIOMAR MINERAÇÃO LTDA

**CNPJ:** 09.162.320/0001-12

**CADASTRO TÉCNICO NO IBAMA:**

**ENDEREÇO:** Av. Jornalista Miércio Jorge N 20 SALA 407 Bairro Renascença II, CEP 65075-675 São Luís- MA

**TELEFONE:** (98) 3268 2864

**EMAIL:** biomar@apoiomineracao.com.br

**PESSOA DE CONTATO (1):** *Pedro Ronald Maranhão Braga Borges*

**EMAIL:** p.maranhao@uol.com.br

**ENDEREÇO:** Av. Higienópolis nº 1048 - Apt 51 Bairro Higienópolis, CEP 01238-000 SÃO PAULO-SP

**TELEFONE:** (98) 3235 0202

**CPF:** 104.007.293-34

**PESSOA DE CONTATO (2):** *Fernando Nunes Reis*

**EMAIL:** fenure@gmail.com

**ENDEREÇO:** Rua dos Gerânios Q C Ed. San Juan Apt 802 - Ponta d'areia CEP 65065-750 São Luís - MA

**TELEFONE:** (98) 3268.2864 e (98) 8114.6953

**CPF:** 003.615.913-14



## 2.4 Justificativa

Os benefícios do uso do calcário biodetrítico marinho são conhecidos a centenas de anos, tanto que as primeiras referências de sua utilização como fertilizante datam de 1690, na Inglaterra. Na França, onde são conhecidos como maërl, depósitos semelhantes aos existentes no Brasil são explorados intensamente a mais de 50 anos, tendo atingido na década de 1970 uma produção de 600 mil ton./ano.

O produto também é extraído e consumido em outros países, como Itália, Irlanda e Japão, sendo utilizado na agricultura, nutrição animal, saúde humana, tratamento de águas potáveis e esgotos e na biotecnologia.

No Brasil, inicialmente, a agricultura será o setor que mais se beneficiará com o uso do calcário marinho, pois se trata de um enriquecedor de solo, capaz de melhorar suas condições físico-químicas, aumentando a disponibilidade, de forma natural, de micros e macros nutrientes, facilitando sua aeração, entre outros benefícios. Além disso, o calcário marinho apresenta-se como uma alternativa sustentável para a realização da calagem do solo.

O calcário utilizado para calagem do solo é, quase que em sua totalidade, de origem continental, tratando-se de uma rocha metamórfica. O sedimento carbonático que deu origem a essa rocha passou por muitas transformações ao longo de muitos milhões de anos, e seus elementos originais foram incorporados à rede cristalina dos minerais que compõem a rocha (calcita, dolomita, etc.), e, dessa forma, não estão facilmente disponíveis. Diferentemente, o calcário marinho possui um vasto número de elementos disponíveis fundamentais à nutrição.

Entre as principais características físicas, as algas possuem uma estrutura muito porosa (40%), o que, na utilização agrícola, facilita a aeração dos solos e suas reações químicas. Seu processamento na forma de pó muito fino permite uma absorção imediata pelo solo, disponibilizando nutrientes para a fase de crescimento rápido e



formação de raízes.

Essas características ganham mais importância ao considerarmos que, atualmente, a expansão da fronteira agrícola brasileira está ocorrendo principalmente em regiões com solos que apresentam problemas no pH (acidez); toxicidade por metais, como o Alumínio (Al) e Manganês (Mn) e também baixos níveis de Cálcio (Ca) e Magnésio (Mg), características comuns nos solos do cerrado.

O consumo de calcário agrícola, no entanto, não tem sequer acompanhado a evolução do consumo dos fertilizantes agrícolas, os quais somente são plenamente potencializados quando o solo recebe calagem adequada, o que não ocorre, em geral, na agricultura brasileira. Isto sugere que o consumo de calcário agrícola está muito abaixo do ideal, e, caso o setor desenvolva uma maior consciência da importância e dos benefícios da calagem, o consumo de calcário agrícola poderá crescer significativamente no futuro.

Além disso, o uso sustentável de recursos naturais está evidenciado no 5º Plano Diretor da Embrapa (PDE - 2008/2010/2023), que estabelece tendências e suas implicações para a agricultura brasileira e indica, entre outros, a necessidade da busca por fontes alternativas de insumos agrícolas de baixa toxicidade e alta eficiência.

A justificativa técnica para extração do calcário biodetrítico consiste na facilidade de exploração do produto desagregado, acarretando um baixo custo de extração e beneficiamento. Considerando que a extração será feita através de bomba de sucção em áreas localizadas, atingindo-se as camadas de subsuperfície, será minimizado significativamente o impacto da camada superficial onde se concentram os organismos vivos. As áreas do empreendimento aqui propostas não representam áreas de atividade pesqueira em consequência da relativa baixa biodiversidade na região.

A relevância do empreendimento, no ponto de vista social e econômico, consiste na geração direta de novos empregos na região e nos benefícios econômicos indiretos, principalmente, devido à potencialização da produtividade de culturas agrícolas e da pecuária. Além do fato das características físicas e químicas do calcário de





algas, tornarem o produto muito mais valioso comparativamente ao calcário continental (mármore).

Ambientalmente, a extração do calcário em alto mar apresenta uma série de vantagens sobre a lavra à céu aberto, pois diversos impactos são minimizados ou não ocorrem naquele tipo de exploração, tais como: o desmatamento de extensas áreas, que nem sempre são devidamente recuperadas; retirada das camadas superficiais do solo, ocasionando perda de nutrientes e proporcionando o carreamento do solo desagregado para cursos d'água; o uso de explosivos para a remoção do minério, causando alteração física e estética à paisagem, podendo inclusive atingir o lençol freático; a grande movimentação de máquinas e operários, que são potenciais fontes de poluição sonora, atmosférica, de solo e água devido a derramamento de óleos e geração de resíduos.

No evento da não realização do empreendimento, a utilização do calcário continental continuará sendo o principal insumo para a correção de acidez no solo, embora o calcário biodetrítico seja mais eficiente, conseqüentemente o uso de fertilizantes e demais insumos químicos não serão reduzidos, podendo ocasionar prejuízo à evolução no saldo comercial e as reduções de custo para os produtores. O mercado brasileiro continuará carente de fontes alternativas de insumos.

## **2.5 Metodologia do processo de produção**

O processo de produção pode ser dividido nas seguintes etapas: extração, descarregamento e beneficiamento da matéria-prima.

A etapa de extração envolve a navegação para a jazida, a exploração do material e o retorno da embarcação ao ponto de descarregamento. O descarregamento envolve a retirada do material explorado da embarcação e sua disposição até iniciar o beneficiamento, enquanto a fase de beneficiamento abrange a classificação, moagem e distribuição do produto para os diversos segmentos do mercado.



### 2.5.1 Extração

Toda a operação de lavra obedecerá ao disposto na Lei n° 9537/97 e conforme normas existentes será comunicado a Capitania dos Portos para que sejam ressaltados os interesses da navegação, as seguintes informações: limites da área de operações; período das operações; data de início e término anual das operações; características do equipamento de lavra e tipo de sinalização a ser empregada.

#### 2.5.1.1 Característica da Draga

A draga que será utilizada no processo de extração consiste em uma unidade de aspiração do tipo DRAGFLOW (Foto 1) COM ~1500 kg de peso e que pode descer verticalmente até o fundo manipulada por um guincho. A draga é conectada a uma mangueira flexível de 8 polegadas de diâmetro.

Foto 1 - Draga tipo DragFlow.



Fonte: <http://www.dragflow.com>

Para a realização da atividade de dragagem será utilizada uma embarcação com comprimento entre 60 e 80m, com capacidade de carga entre 600 e 900 m<sup>3</sup>, permitindo atingir uma velocidade



carregada entre 8 a 10 nós.

A embarcação contará com todos os equipamentos de apoio e segurança exigidos, tais como bote inflável; balsa salva vidas; indicação de carga máxima em local visível; sinalização luminosa; câmaras estanques de flutuação de segurança na popa e proa.

#### **2.5.1.2 Navegação para a jazida**

A embarcação sairá de São Luís - MA, após abastecimento com combustível, víveres e água. O tempo de navegação previsto é de 12 horas, em velocidade de cruzeiro entre 8 e 10 nós.

#### **2.5.1.3 Método de extração**

A draga aspira o fundo pontualmente, com o navio ancorado, mas pode ser movimentada localmente, através do guincho ou do cabo de amarra do navio. A grande vantagem desse tipo de draga é poder extrair as camadas subsuperficiais do sedimento (minério). A grande vantagem desse tipo de draga é poder extrair as camadas subsuperficiais do sedimento (minério). Este é um fator primordial, pois minimiza o impacto nas espécies vivas que colonizam o fundo e o subfundo raso (endofauna).

Na operação de aspiração, o minério será conduzido ao porão (cisterna) onde a sua parte sólida sofrerá processo de decantação sendo acumulado no fundo. Uma bomba centrífuga bombeará a água da cisterna de decantação de volta para o fundo marinho.

#### **2.5.1.4 Transporte da matéria-prima**

Os sedimentos biodetríticos extraídos serão armazenados nas cisternas ou porões da draga. Quando o material atingir a capacidade máxima operacional da cisterna a atividade de dragagem é encerrada, ocasionando a interrupção do bombeamento e içamento dos braços de dragagem. A draga então retornará à base, onde será iniciado o descarregamento.



O tempo de viagem para cobrir as 100 milhas que separam a jazida de Cururupu e o porto será de, aproximadamente, 12 horas.

### 2.5.2 Descarregamento

A escolha do local de descarregamento dependerá do local onde será instalada a usina de beneficiamento, podendo ser o Porto de Itaqui ou o Porto Grande, ambos me São Luís/MA. Assim, torna-se impossível, neste momento, informar os critérios técnicos, econômicos, sociais e ambientais utilizados para sua escolha ou dados como drenagem, zona urbana, limites municipais, curvas de nível de 50m em 50m, malha de coordenadas e sistema viário da região.

Independente do porto, o método de descarregamento será mecânico, conhecido como clam shel (Foto 2) e a previsão de duração desta etapa é de aproximadamente 8 horas. O método hidráulico foi descartado em função do alto teor de partículas em suspensão da água estuarina presente no porto de descarregamento, o que provocaria a contaminação do material extraído.

**Foto 2 - Equipamento ClamShell.**



Fonte: [www.marmaray.com](http://www.marmaray.com)



Assim, o tempo aproximado para o ciclo exploração-transporte-descarregamento será de 22 horas, considerando alguns imprevistos considera-se um tempo de 24 horas. Teríamos então para a exploração das 200.000 toneladas anuais um ciclo de 300 dias, ficando 65 dias do ano para manutenção, folgas, ajustes.

### **2.5.2.1 Secagem**

Após o descarregamento será realizada a decantação e logo após o minério será temporariamente estocado em pilhas primárias, onde ocorrerá a fase de secagem inicial ao ar livre. Em volta das pilhas serão feitos canais de drenagem para que a água escorra por gravidade para os tanques de reaproveitamento (tanque de decantação), sendo armazenada e reutilizada em descartes sucessivos, de modo que não haverá liberação de águas residuais no entorno da área da Unidade de Beneficiamento.

Com a secagem inicial, o minério será transportado ao pátio de estocagem secundária junto à unidade de beneficiamento em um galpão coberto, com o objetivo de diminuir o consumo de energia para a sua secagem final.

O transporte do minério na área de decantação e nos pátios de estocagem das pilhas primárias e pilhas secundárias serão realizados mecanicamente com o uso de pá carregadeira e esteiras rolantes.

### **2.5.3 Beneficiamento**

O processo de beneficiamento se iniciará com o transporte da matéria-prima, ainda bastante úmida (15% a 20% de umidade), por meio de pá carregadeira para uma moega, que alimentará a central de britagem e moagem com o objetivo de uniformizar a granulometria do minério, seguindo dali para uma fase de classificação granulométrica por peneiramento.

O peneiramento visará à separação das partículas com granulometria



entre 2 mm e 6 mm. Essa fração será destinada para aplicações de tratamento de água, enquanto a restante seguirá para a fase de pré-moagem, através de um alimentador vibratório e transportador de correia.

Na fase de pré-moagem o material, ainda úmido e com granulometria heterogênea, terá sua granulometria uniformizada para facilitar a secagem. Nesta operação será utilizado um moinho de martelos para efetuar a fragmentação além de uma peneira para separar os fragmentos maiores. O minério peneirado, cerca de 80% menor que 2 mm, seguirá via transportador de rosca para a secagem, enquanto os grânulos maiores retornaram ao moinho de martelos.

No processo de secagem o minério será seco até 3% de umidade em um secador rotativo. Para reduzir a emissão de material particulado e de gases de enxofre e seus derivados para a atmosfera, o combustível usado será o gás natural. O ar de saída do secador passará por um filtro de mangas que coletará o pó para reintroduzi-lo no processo. Nesta etapa será utilizado um secador rotativo de chama direta com corpo tubular, acionamento por motor elétrico, acoplamento flexível, base metálica, polias e correias, com transmissão por coroa/pinhão e dispositivo para controle de temperatura da matéria-prima na sua saída.

Uma vez seco, o minério será conduzido por transportador de rosca e elevador de canecas até o silo de armazenagem. Esse percurso é todo enclausurado a fim de eliminar a poluição por pó. Do silo o produto é levado por transportadores de rosca para um elevador de canecas que abastece os moinhos do setor de moagem e ensacamento, situado dentro do galpão industrial.

No setor de moagem serão instalados 2 moinhos de rolos verticais, tipo Raymond, com capacidade de moagem de 4,5 toneladas por hora e acoplados com ciclone separador. O circuito contará, para despoeiramento exclusivo, com um filtro de mangas (72 mangas). Após passar pelos ciclones dos moinhos, o produto sofrerá nova classificação granulométrica por peneiramento, seguindo, por meio de transportador de rosca e elevador de canecas, para dois silos de



armazenagem do produto moído. Também para esses silos será conduzido o produto coletado nos filtros de mangas. O peneiramento será executado com peneiras vibratórias inteiramente fechadas equipadas com filtros de mangas de despoeiramento.

Dos silos de armazenagem do produto moído, o produto será levado, por meio de transportador de rosca, para a ensacadeira. Neste setor os produtos serão ensacados, em sacos de 25 kg e 50 kg, na sua forma física final.

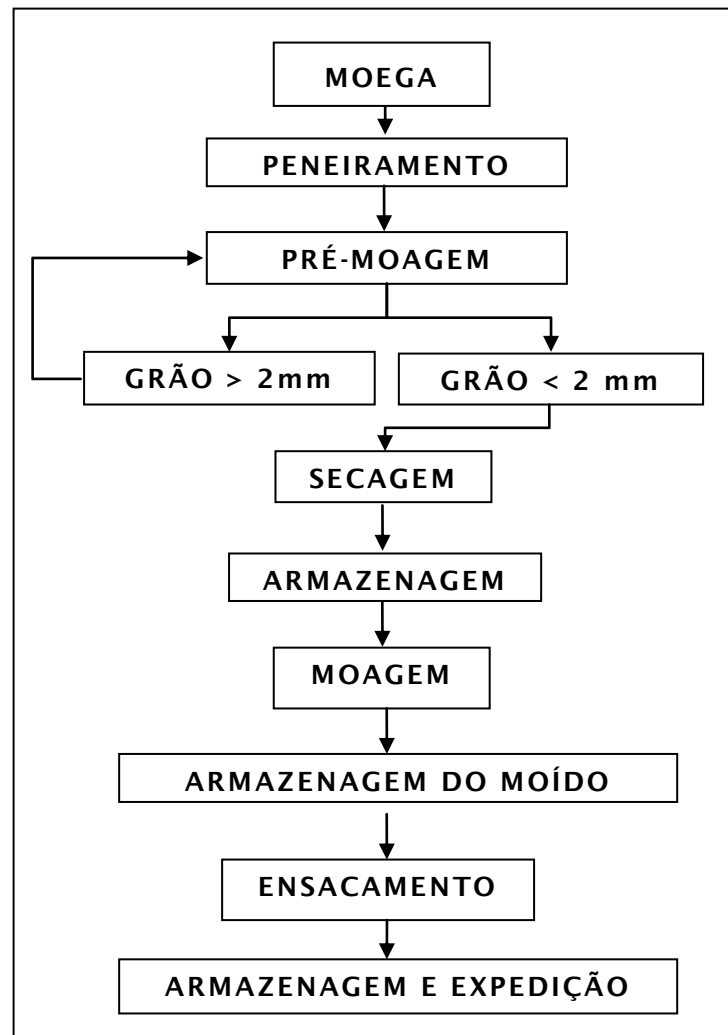
Depois de ensacado, o produto será colocado em unificadores de carga (*“Bag Flex”*) e empilhado sobre estrados de madeira por uma empilhadeira e armazenado. O carregamento dos caminhões para distribuição do produto será efetuado por meio de correias transportadoras móveis.

As operações de pelotização serão estudadas em outra etapa de expansão da usina.

A unidade de beneficiamento contará com um sistema de despoeiramento composto de ciclones e filtros de mangas para coleta do pó oriundo das várias fontes mencionadas (secagem, moagem, ensaque, silos e transportadores), o pó fino coletado será reaproveitado no processo. Esse sistema será utilizado para a recuperação de particulados (finos e grossos) e controle de poluição atmosférica na fonte (coleta de pó). O ar filtrado será expelido para a atmosfera enquanto as partículas coletadas serão reintroduzidas no processo.

As etapas do processo de beneficiamento podem ser visualizadas na FIGURA 1.

**FIGURA 1 - Etapas do processo de beneficiamento.**



#### **2.5.4 Sistema de distribuição e canais de comercialização**

Inicialmente a comercialização do produto será destinada a clientes corporativos, e também a venda no varejo. Deste modo, o foco comercial do produto beneficiado estará direcionado para os seguintes perfis de clientes:

- ✓ Segmento de fertilizantes - Grupos integrados ou multinacionais, empresas misturadoras, grandes produtores rurais e agricultores de manejo alternativo;
- ✓ Segmento de nutrição animal - Empresas e cooperativas





produtoras de ração, empresas e cooperativas produtoras de sal mineral, integradores, grandes criadores e criadores de manejos alternativos;

- ✓ Agricultura em geral na área de influência atingindo os Estados vizinhos.

## **2.6 Caracterização da atividade**

### **2.6.1 Localização do Empreendimento**

Para determinar a localização do empreendimento, deve-se considerar a metodologia do processo de produção apresentada no item 2.5, que divide a atividade em extração, descarregamento e beneficiamento da matéria-prima.

A atividade de extração ocorrerá de acordo com os trabalhos de prospecção realizados pela BIOMAR ao largo da costa maranhense, que revelaram uma área favorável à exploração de algas calcárias em um local denominado “Banco do Tarol”, conforme pode ser visto na FIGURA 5. Nessa área foi feito um detalhado estudo geológico, geofísico e de viabilidade econômica, que resultou em um “Relatório de Pesquisas” aprovado pelo DNPM pelos processos nº 806.029/2005; 806.001/2006 e 806.002/2006, conforme memoriais descritivos e representação gráfica, apresentados na FIGURA 2, FIGURA 3 e FIGURA 4.

As áreas objeto dos levantamentos de caracterização ambiental encontram-se localizadas na Plataforma Continental Brasileira a cerca de 40 km (quarenta quilômetros) em linha reta do farol de São João na cidade de Cururupu, no Estado do Maranhão e estão compreendidas entre as coordenadas UTM (sad 69) 23 m 523000 e 531000 W e 9892500 e 9897500 S (Anexo 1 – planta de situação).

Como informado anteriormente, o porto de descarregamento dependerá da área de instalação da usina de beneficiamento, podendo ser o Porto de Itaqui ou o Porto Grande, sendo ambas as áreas antropizadas e consolidadas com empreendimentos relacionados ao



carregamento e descarregamento de cargas. Existe ainda a previsão da construção de porto próprio, em uma etapa futura.





**FIGURA 2 - Área do processo DNPM nº 806.029/2005.**

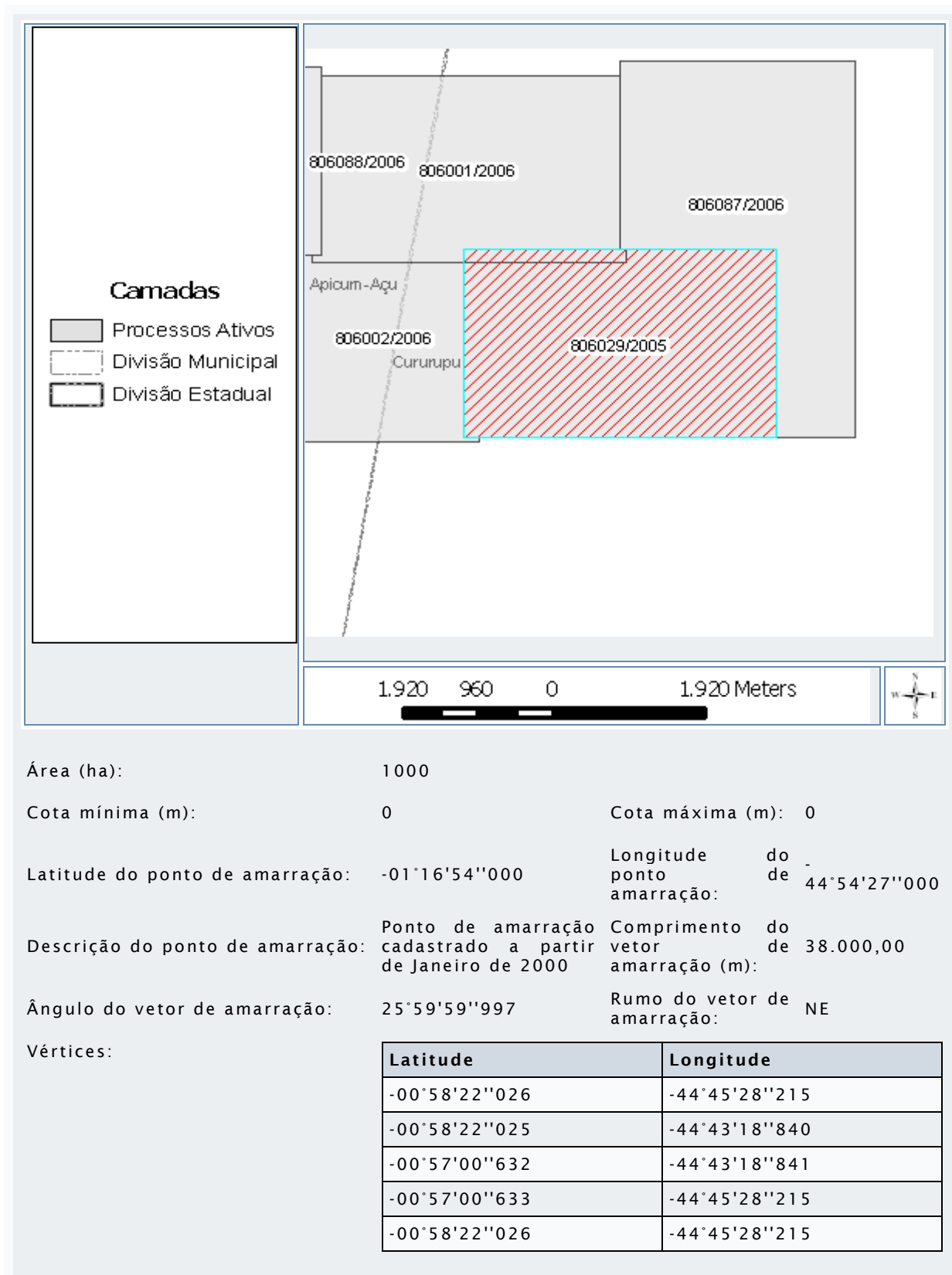
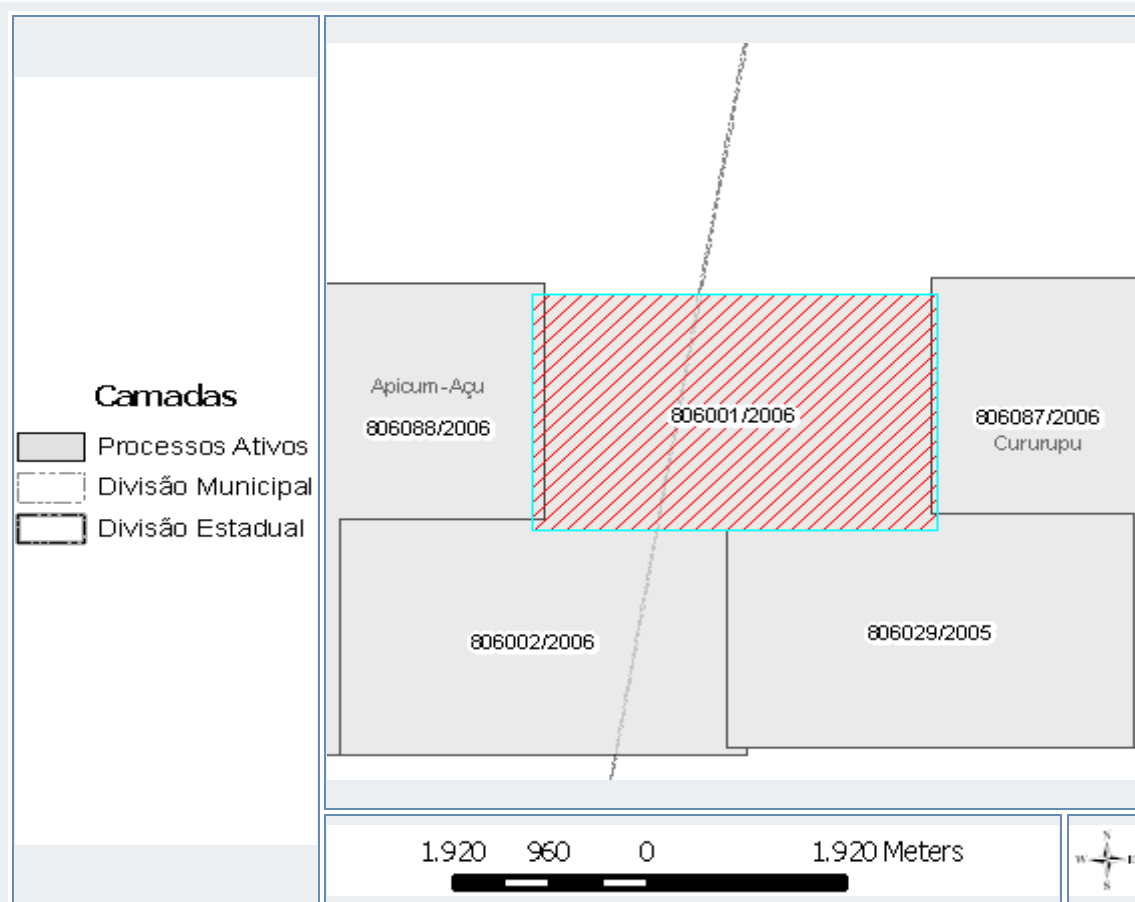




FIGURA 3 - Área do processo DNPM nº 806.001/2006.



Área (ha): 1000

Cota mínima (m): 0      Cota máxima (m): 0

Latitude do ponto de amarração: -01°16'54''000      Longitude do ponto de amarração: 44°54'27''000

Descrição do ponto de amarração: Ponto de amarração cadastrado a partir de Janeiro de 2000      Comprimento do vetor de amarração (m): 39.337,00

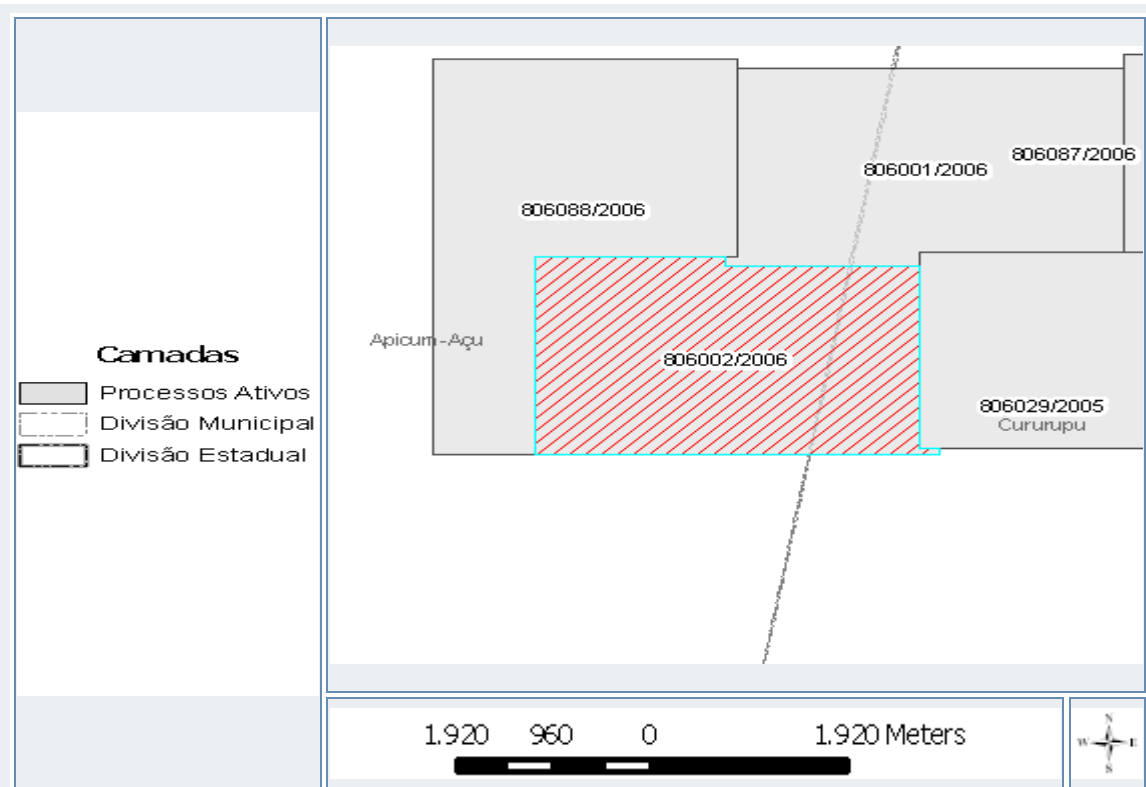
Ângulo do vetor de amarração: 21°59'59''997      Rumo do vetor de amarração: NE

Vértices:

| Latitude       | Longitude      |
|----------------|----------------|
| -00°57'06''547 | -44°46'30''390 |
| -00°57'06''546 | -44°44'21''015 |
| -00°55'45''153 | -44°44'21''016 |
| -00°55'45''154 | -44°46'30''390 |
| -00°57'06''547 | -44°46'30''390 |



**FIGURA 4 - Área do processo DNPM nº 806.002/2006.**



Área (ha): 930,15

Cota mínima (m): 0      Cota máxima (m): 0

Latitude do ponto de amarração: -01°16'54"000      Longitude do ponto de amarração: 44°54'27"000

Descrição do ponto de amarração: Ponto de amarração cadastrado a partir de Janeiro de 2000      Comprimento do vetor de amarração (m): 36.429,00

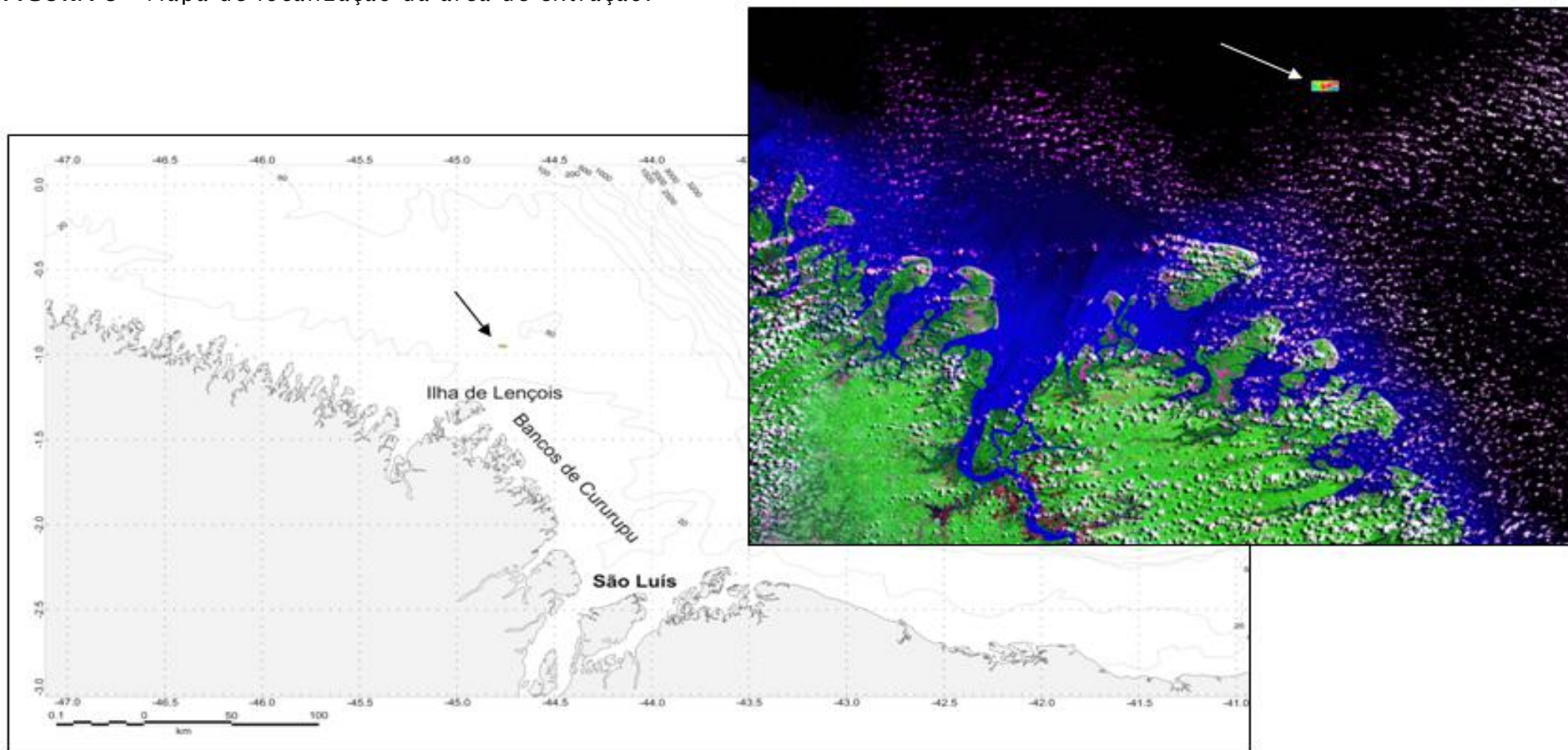
Ângulo do vetor de amarração: 20°39'59"997      Rumo do vetor de amarração: NE

Vértices:

| Latitude      | Longitude     |
|---------------|---------------|
| -00°58'24"291 | -44°47'31"160 |
| -00°58'24"290 | -44°45'21"784 |
| -00°58'22"031 | -44°45'21"784 |
| -00°58'22"031 | -44°45'28"214 |
| -00°57'06"547 | -44°45'28"215 |
| -00°57'06"548 | -44°46'30"389 |
| -00°57'02"895 | -44°46'30"389 |
| -00°57'02"895 | -44°47'31"160 |
| -00°58'24"291 | -44°47'31"160 |



FIGURA 5 - Mapa de localização da área de extração.



Fonte: Base cartográfica IBGE e imagem Landsat georeferenciada.



## **2.6.2 Plano de Produção**

Nesse capítulo será apresentada uma síntese geral do Plano de Produção, com ênfase nas fases de exploração e descarregamento do calcário, com destaque para as áreas selecionadas para exploração, a cubagem dos depósitos detríticos de algas e o plano preliminar de extração para os 4 primeiros anos. O método de extração foi detalhado no capítulo 2.5 Metodologia do processo de produção.

### **2.6.2.1 Áreas selecionadas para exploração e preservação**

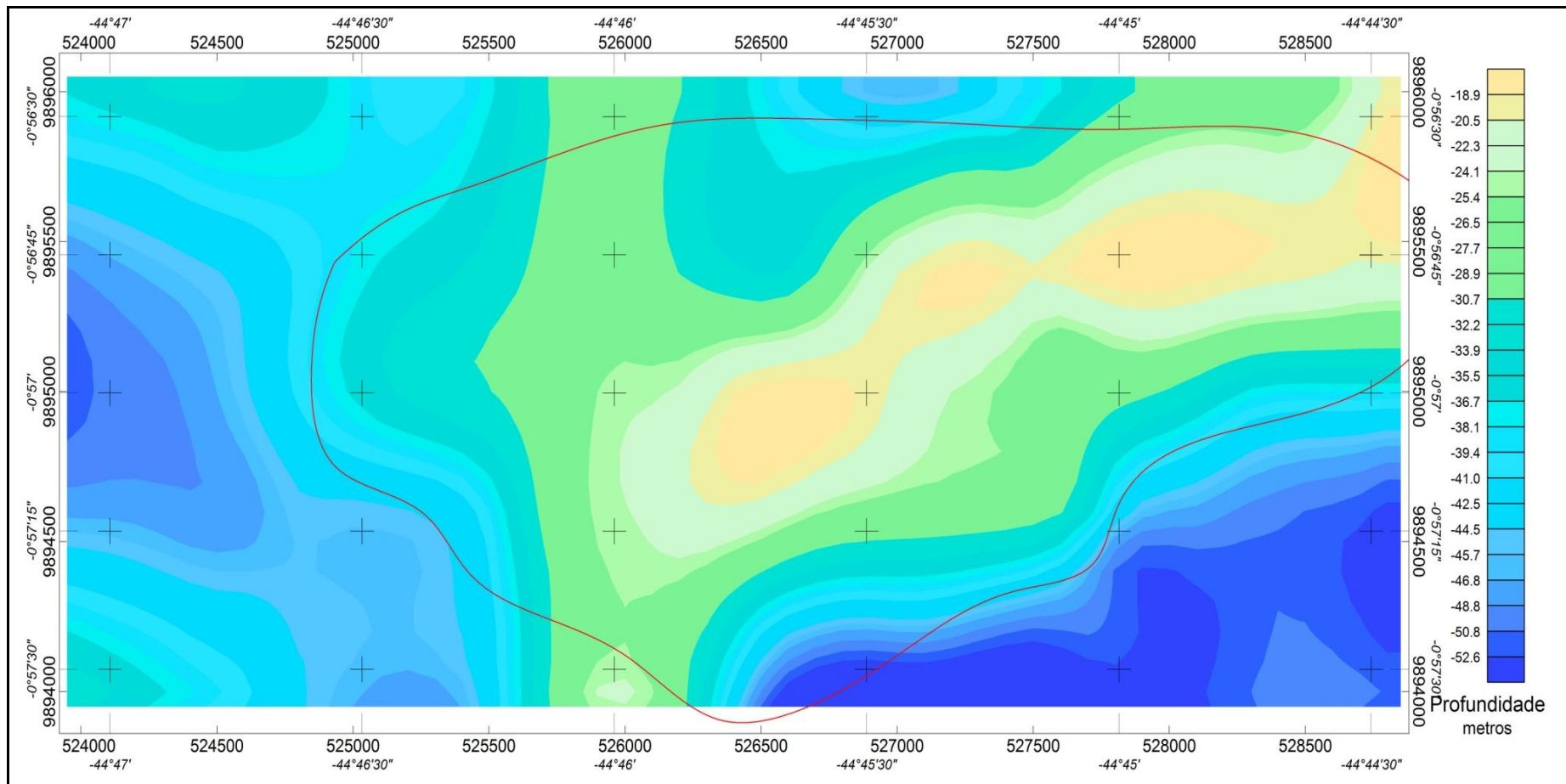
No mapa batimétrico, mostrado na FIGURA 6, foi delimitada a ocorrência dos depósitos de algas. Nota-se que estes sedimentos encontram-se depositados sobre um alto batimétrico e nos seus flancos, em profundidades que variam entre 18 e 35m. Nas áreas adjacentes, em profundidades maiores do que 35 m ocorrem areias quartzosas finas.

Os perfis sísmicos obtidos mostram nas bordas da elevação o contato dos sedimentos bioclásticos sobre as areias quartzosas. Os sedimentos bioclásticos (algas calcárias) depositam-se por gravidade nos flancos da elevação sobre as areias quartzosas, formando uma cunha que se espessa na direção da elevação batimétrica. A espessura do sedimento biodetrítico, medida através de perfis sísmicos e sondagens é variável, entre 1 e 4m.

Pelo fato de não existirem recifes de corais na área mapeada, foi definida como área de preservação, toda a superfície mais rasa do banco de algas, devido o maior desenvolvimento de algas vivas em função da maior incidência de luz. Esta área está delimitada na FIGURA 7 (linha pontilhada).



FIGURA 6 - Mapa batimétrico da área pesquisada\*.

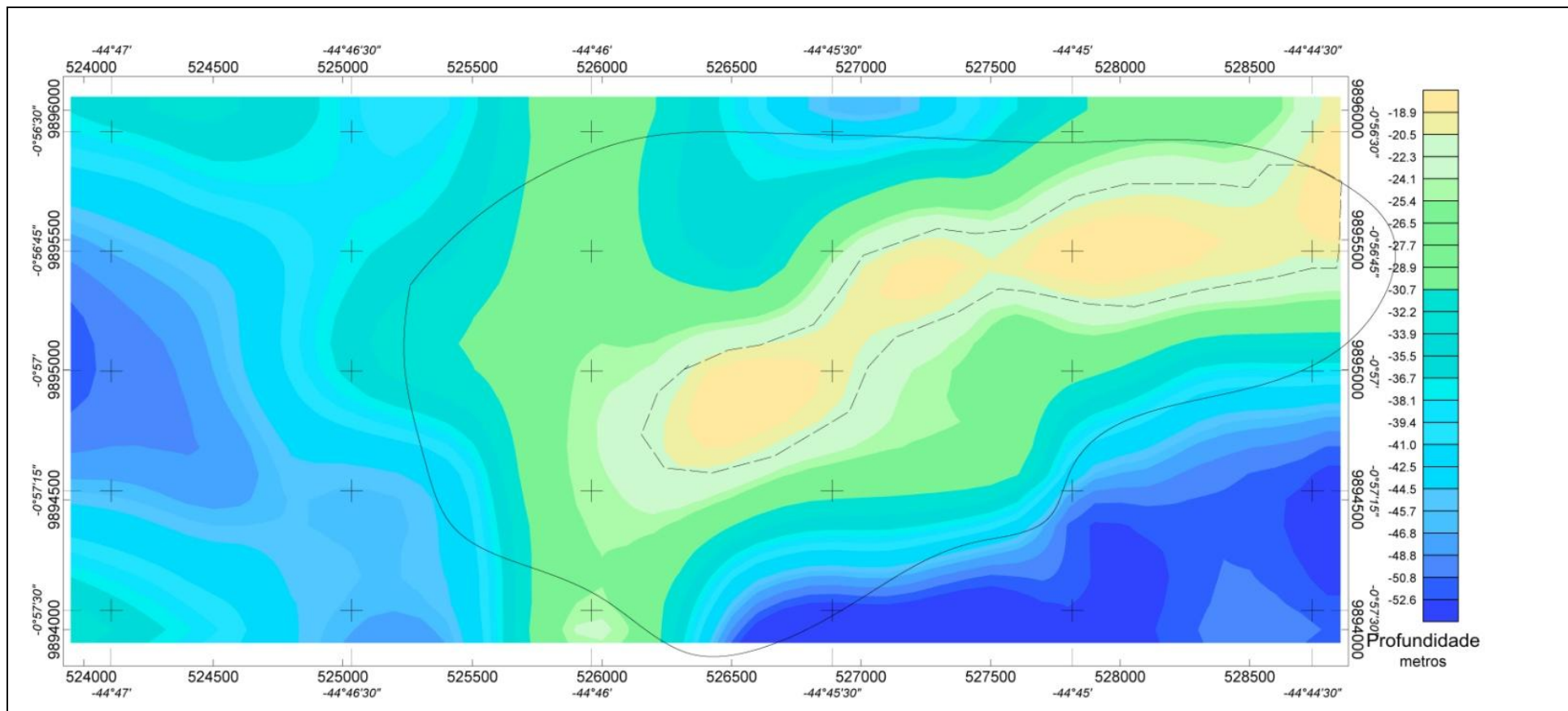


\* As profundidades foram obtidas dos perfis sísmicos e não estão reduzidas ao nível de referência da DHN. Para ser compatível com os valores da Carta Náutica DHN 410 deve-se subtrair ~4m.





FIGURA 7 - Mapa batimétrico da área pesquisada indicando a área destinada à preservação (linha pontilhada).





### **2.6.2.2 Cubagem dos depósitos bioclásticos**

Para efeito de cubagem dos depósitos detríticos de algas calcárias considerou-se a ocorrência contínua de uma camada de 3m de espessura média na faixa de profundidades entre 22 e 30m. A área do polígono compreendido entre essas isóbatas é de 2.278.609 m<sup>2</sup> e o volume de sedimentos bioclásticos correspondentes são de 6.835.827 m<sup>3</sup> ou 10.253.740 ton. (espessura 3m x densidade 2,5 - porosidade 40%).

Considerando que se planeja extrair apenas os sedimentos compreendidos na faixa de profundidade entre 22 e 30m, as áreas mais rasas do depósito entre 18m e 22m (1.168.864 m<sup>2</sup>) servirão como zonas de preservação. Considerou-se que no topo do banco, com maior incidência de luz, exista maior presença de algas calcárias vivas capazes de propiciar a regeneração (lenta) do banco de rodolitos. Estima-se a recuperação de 98% do minério lavrado.

A aprovação destas reservas pelo DNPM foi publicada no Diário Oficial da União de 17 de setembro de 2008.

### **2.6.2.3 Plano Preliminar de Extração**

O plano preliminar de extração para os primeiros quatro anos se dará em torno do banco, em faixas de profundidade definidas, iniciando nas faixas mais rasas em direção as faixas mais profundas: 22 a 24 metros; 24 a 26 metros; 26 a 28 metros; 28 a 30 metros.

A previsão de exploração anual é de 200.000 toneladas de calcário, em um ciclo de 300 dias, com 2 turnos diários de 8 horas, totalizando 4.800 horas trabalhadas/ano.

Assim, considerando a quantidade de calcário calculado para a faixa de profundidade entre 22 e 30m e a capacidade de exploração do empreendimento, a vida útil esperada para essa área é, aproximadamente, 51 anos.



#### **2.6.2.4 Planejamento dos pontos de dragagem**

A escolha dos locais de dragagem será feita observando-se as informações constantes do Relatório Final de Pesquisa da área as sondagens e os estudos geofísicos. Será utilizado sistema de rodízio sendo os alvos alternados nas porções norte sul leste e oeste da área.

Considerando que a cada metro percorrido a draga com a sucção de 22" deverá sugar um metro cúbico de calcário, estima-se que o carregamento do navio se dará com um deslocamento de aproximadamente 400 metros por vez.

#### **2.6.2.5 Quadro de pessoal**

Durante as fases de extração e descarregamento do calcário serão necessários cerca de 30 funcionários.

A mão-de-obra para o empreendimento será contratada considerando a experiência profissional dos funcionários, com preferência para contratação de moradores dos municípios diretamente atingidos pelas atividades de extração e beneficiamento do calcário.

Para as operações marítimas está prevista a utilização de uma embarcação com uma tripulação de 19 pessoas, divididas em 2 turnos de trabalho, já para a operação de descarregamento, que será feita de forma mecânica, serão necessários cerca de 11 funcionários, divididos entre o operador da *clam Shell*, das pás carregadeiras do tipo Cat 988 e pessoal de apoio, conforme TABELA abaixo:



TABELA 1 - Quadro de Pessoal.

| Fase            | Função                        | Quantidade |
|-----------------|-------------------------------|------------|
| Extração        | Comandante de embarcação      | 01         |
|                 | Imediato                      | 01         |
|                 | Mestre pequena cabotagem      | 01         |
|                 | Marinheiros draguistas        | 06         |
|                 | Marinheiros                   | 04         |
|                 | Chefe de máquinas             | 01         |
|                 | Condutor de máquinas          | 01         |
|                 | Mecânico soldador             | 01         |
|                 | Mergulhadores                 | 02         |
|                 | Cozinheiro                    | 01         |
| Descarregamento | Operador <i>clam shell</i>    | 01         |
|                 | Operadores de pá carregadeira | 03         |
|                 | Auxiliares e Motoristas       | 07         |
| Beneficiamento  | Engenheiro de minas           | 01         |
|                 | Ch. Dept pessoal              | 01         |
|                 | Ch de vendas                  | 01         |
|                 | Vendedores                    | 06         |
|                 | Aux. Administrativo           | 10         |
|                 | Vigias                        | 08         |
|                 | Op. Pá carregadeira           | 02         |
|                 | Encarregado da produção       | 02         |
|                 | Mecanico manutenção           | 01         |
|                 | Operários                     | 30         |
| <b>TOTAL</b>    |                               | <b>92</b>  |



### **2.6.2.6 Insumos, Efluentes e Resíduos Gerados**

Para obter o produto final, além da mão-de-obra presente em todo processo produtivo, alguns insumos serão utilizados, podendo esses ser separados de acordo com as diferentes etapas do processo.

Os insumos básicos usados nos processos de extração e descarregamento serão são: óleo diesel e óleos lubrificantes, que acionam os motores das dragas e outras máquinas. No processo de beneficiamento os insumos básicos serão: energia elétrica, água, além do próprio calcário biodetrítico marinho.

Os insumos necessários na fase de beneficiamento do calcário serão detalhados em capítulo próprio.

### **2.6.2.7 Efluentes e resíduos gerados**

Assim como os insumos, os efluentes e resíduos gerados podem ser divididos de acordo com diferentes etapas do processo produtivo.

O tratamento ou destinação final dos resíduos a serem gerados na embarcação estará de acordo com a Lei Federal Nº 9.966/00, que dispõe sobre a prevenção, o controle e a fiscalização da poluição causada por lançamento de óleo e outras substâncias nocivas ou perigosas em águas sob jurisdição nacional, e dá outras providências.

Os efluentes e resíduos gerados na fase de beneficiamento do calcário serão detalhados em capítulo próprio.

### **2.6.2.8 Efluentes e resíduos gerados na fase de extração**

#### **2.6.2.8.1 Dragagem**

Durante a dragagem do calcário, os resíduos gerados são oriundos da movimentação do fundo marinho. Os sedimentos que entram em suspensão durante a extração do minério geram uma pluma, que se deslocará e se dissipará conforme as condições do mar.



Como já mencionado em tópico anterior, o modelo idealizado para extração tem como resultado um processo de separação da água sugada, finos e areia (material com granulometria inferior à 2 mm), sendo que o duto que efetuará o retorno da água contará com telas nestas dimensões visando à redução das plumas de sedimentos associadas com a dragagem, além disso bombeamento do material de retorno deverá ser feito através de dutos submersos em profundidade próxima a da dragagem facilitando a volta dos sedimentos a sua origem, diminuindo assim a pluma de dispersão.

Durante o monitoramento do empreendimento, sugere-se que sejam realizadas medições sistemáticas dos teores de partículas em suspensão, em diversas condições de mar.

#### **2.6.2.8.2 Embarcação**

Os resíduos sólidos gerados na embarcação são constituídos por lixo comum, proveniente fundamentalmente da cozinha e sanitários.

Esses resíduos serão acondicionados em sacos plásticos apropriados, vedados e guardados para descarte em terra de forma ambientalmente correta, junto com os resíduos da unidade de beneficiamento.

Os efluentes líquidos são constituídos por óleos usados nos equipamentos motorizados, como motor da draga, motor propulsor do navio, motores dos geradores e outros resultantes da limpeza desses equipamentos (óleos misturados com água).

Os óleos usados na lubrificação dos motores e na manutenção dos equipamentos serão coletados e direcionados para um tanque apropriado. Após a atracação no porto, esses resíduos são entregues a empresas licenciadas que o transportam para o refino, conforme a Portaria nº 727 do Ministério da Infra-Estrutura, publicada no DOU de 01.08.90, que regulamenta o refino de óleos lubrificantes minerais usados ou contaminados.

### **2.6.2.8.3 Descarregamento**

Conforme já abordado em tópico anterior, a água associada ao material descarregado passará por gravidade para um tanque de decantação. Essa água será armazenada e reutilizada em descartes sucessivos, de modo que não haverá liberação de águas residuais no entorno da Unidade de Beneficiamento, na Baía de São Marcos.

### **2.6.2.8.4 Unidade de beneficiamento**

Os resíduos e efluentes, bem como sua disposição e destinação, gerados durante a etapa de beneficiamento serão abordados em capítulo específico à unidade de beneficiamento.

### **2.6.3 Medidas de Segurança e Prevenção de Acidentes**

As atividades de lavra em ambientes marinhos são regulamentadas pela Lei nº 9.537, de 11 de dezembro de 1997, que dispõe sobre a segurança do tráfego aquaviário em águas sob jurisdição nacional e dá outras providências.

No que diz respeito às atividades de lavra exercidas no mar, dentro do limite das 200 milhas, além das recomendações da lei acima citada e das Normas Reguladoras da Mineração, deve-se também atender as normas da Marinha do Brasil, em especial à NORMAM 01/DPC/2005.

A embarcação contará, no mínimo, com os seguintes equipamentos de segurança e prevenção de acidentes: plataforma equipada com corrimão; amarra de todos os equipamentos contra deslocamentos; alerta sonoro para caso de emergência; salva-vidas em número superior ao de tripulantes; indicação em local visível da carga máxima; sinalização luminosa; câmaras estanques de flutuação de segurança na popa e proa, equipamentos eletrônicos de navegação e comunicação.

Todos os tripulantes serão treinados para situações de emergências



e contarão com equipamentos de proteção individual (EPI), de acordo com a função desempenhada.

As medidas e equipamentos de segurança, e prevenção de acidentes da unidade de beneficiamento serão abordados em capítulo específico.



### 2.6.4 Cronograma de Implantação

| <b>ESTUDO DE IMPACTO AMBIENTAL</b>   |            |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |
|--|------------|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|--|
| <b>CRONOGRAMA FISICO DE IMPLANTAÇÃO</b>  |            |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |
| <b>ITEM</b>  | <b>MÊS</b> |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |
|  | 1          | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 |  |
| EMISSÃO DA LICENÇA DE INSTALAÇÃO   | █          |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |
| PUBLICAÇÃO DA PORTARIA DE LAVRA  | █          | █ |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |
| PEDIDO DE IMISSÃO DE POSSE DA JAZIDA   | █          | █ | █ |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |
| DESENVOLVIMENTO DE PROJETOS COMPLEMENTARES   | █          | █ | █ | █ | █ |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |
| ABERTURA DE ESTRADAS/PREP TERRENO/ENERGIA  |            |   |   |   |   | █ |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |
| CONTRUÇÕES   |            |   |   |   |   |   | █ | █ | █ | █  | █  | █  | █  | █  |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |
| AQUISIÇÃO DE EQUIPAMENTOS  |            |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    | █  | █  |    |    |    |    |    |    |    |    |  |
| AQUISIÇÃO DA DRAGA   |            |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |
| MONTAGEM DA USINA  |            |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |
| TREINAMENTO DE PESSOAL   |            |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |
| INICIO DA PRODUÇÃO   |            |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |
|  |            |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |
|  |            |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |
| <p>Responsável Técnico<br/>Jose Fernando Tajra Reis<br/>Engenheiro de Minas Crea 3284/D - MA</p> |            |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |



## 2.7 Empreendimentos Associados, Decorrentes e Similares

As atividades de exploração de algas calcárias no Brasil baseiam-se na experiência e na tradição do uso dessas algas principalmente na Europa, onde o produto é utilizado na agricultura, alimentação animal e farmacologia.

Diversas empresas francesas e irlandesas extraem e beneficiam o produto há décadas. A produção francesa já atingiu 600 mil ton/ano na década de 90.

Atualmente, no Brasil apenas a Empresa Algarea Mineração SA possui Licença de Operação do IBAMA, para extração de calcário no litoral do Espírito Santo. Outras 6 empresas possuem processo de licenciamento ambiental junto ao IBAMA para a atividade de extração de calcário marinho, conforme a TABELA abaixo.

**TABELA 2** - Situação do licenciamento ambiental das empresas interessadas em extrair sedimento biodetríticos no Brasil.

| EMPREENDEDOR   | ESTADO | SITUAÇÃO DO LICENC. AMBIENTAL | Nº PROC. IBAMA       |
|--|--------|-------------------------------|----------------------|
| Algarea Miner. Ltda  | ES     | LO emitida                    | 02009.002597/93-91   |
| Fertimar Miner. Ltda                                       | BA     | LI emitida                    | 02001.002370/2004-39 |
| Dragamar Tecnol. Submar. Comerc. de Minérios e Naveg. Ltda | MA     | LP emitida                    | 02012.003935/2000-42 |
| Domingos Afonso Jório ME                                   | ES     | Análise/Check-List do EIA     | 02009.000367/2000-87 |
| Biomar Mineração Ltda                                      | MA     | TR emitido                    | 02001.006777/2008-69 |
| Algadermis Ind. e Comercio Ltda                            | ES     | TR emitido                    | 02001.003444/2009-69 |
| J. R. Faria Fertilizantes ME                               | MA     | Em fase inicial               | 02012.000540/2006-83 |
| Roullier Brasil Ltda                                       | MA     | Em fase inicial               | 02001.001357/2008-96 |

Fonte: SISLIC/IBAMA, com adaptações (novembro, 2010)

### **3 ESTUDO DE IMPACTO AMBIENTAL - EIA**

#### **3.1 Definição da Área de Estudo**

A área de influência será definida considerando o perímetro que poderá sofrer e exercer, a qualquer momento e sob qualquer aspecto, influência do empreendimento, sendo definidas a Área Diretamente Afetada (ADA), Área de Influência Direta (AID) e Área de Influência Indireta (AII).

A Instrução Normativa nº 125/2006 do IBAMA define a ADA como a área que sofre diretamente as intervenções de implantação e operação da atividade; a AID como a área sujeita aos impactos diretos da implantação e operação do empreendimento e AII como a área real ou potencialmente ameaçada pelos impactos indiretos da implantação e operação da atividade.

##### **3.1.1 Área Diretamente Afetada (ADA)**

Considerando que as atividades em licenciamento ambiental são a extração do calcário biodetrítico marinho e seu beneficiamento, as áreas que sofrerão intervenções de implantação e operação dessas atividades são: o polígono de ocorrência de algas calcárias, delimitado nas áreas autorizadas para lavra pelo DNPM, e a área onde se instalará a usina de beneficiamento.

No polígono de extração haverá alteração da batimetria do fundo marinho. Não haverá, no entanto uma extração abrangente, mas sim localizada nas bordas do alto fundo onde estão depositados os sedimentos biodetrítico. Será totalmente preservado o topo do alto fundo onde há maior incidência de algas vivas na superfície do fundo.

A área em que a usina de beneficiamento sera implantada está localizada, em uma região destinada pelo poder público à



implantação de indústrias, ausente de vegetação nativa e previamente antropizada. Dessa forma, considerando as características técnicas e operacionais da usina, sua instalação e funcionamento não deverão acarretar impactos ambientais relevantes para a área.

### **3.1.2 Área de Influência Direta (AID)**

Com relação à atividade de extração do calcário, a AID será a área imediatamente em torno da região explorada, porém considerando o fato de que não haverá geração relevante de pluma de sedimentos na operação de dragagem, devido à granulometria do material extraído e ao método de extração empregado, a AID coincidirá geometricamente com a ADA. As partículas em suspensão serão totalmente dissipadas na coluna d'água, ao longo de grandes distâncias, devido à ação das fortes correntes marinhas existentes na região, impossibilitando o estabelecimento de limites.

A região imediatamente ao redor da usina poderá sofrer impactos advindos de seu funcionamento. Os principais impactos negativos potenciais nessa área são: poluição atmosférica e geração de ruídos, devido o manuseio da matéria-prima, o funcionamento do maquinário da usina e aumento no fluxo de máquinas e caminhões; e a geração de resíduos sólidos e efluentes domésticos, advindos das atividades cotidianas da usina (escritório, banheiro, refeitório). Com a adoção das práticas como a utilização de filtros em diferentes etapas do beneficiamento, o funcionamento da usina será apenas em horários permitidos, uso de veículos e máquinas com motores regulados, separação dos resíduos sólidos e destinação para áreas indicadas pelo poder público, tais impactos poderão ser minimizados.

Considera-se ainda como AID as rotas entre o porto e a jazida (hidroviária) e o porto e a usina (rodoviária).

A rota de navegação poderá interferir em rotas migratórias de espécies da fauna marinha, áreas de pescados, além de estar sujeito



ao derramamento de resíduos (oleosos orgânicos e inorgânicos). Esses impactos podem ser evitados se a embarcação sofrer manutenções preventivas, além de estar dotada com equipamentos de segurança e prevenção de acidente e rota de navegação for revista e adaptada, sempre que necessário, evitando o conflito com rotas migratórias e atividades pesqueiras.

A rota entre o porto e a usina sofrerá um aumento no fluxo de veículos, aumentando a emissão de gases para atmosfera e o risco de acidentes de trânsito. Para minimizar esses impactos deverá ser evitado o trânsito de caminhões no interior das cidades e respeitada a legislação brasileira de trânsito (velocidade adequada; veículos equipados, sinalizados e com motores regulados; motoristas habilitados; não transportar volume de carga além do permitido).

### **3.1.3 Área de Influência Indireta (AII)**

Será considerada como AII os municípios de Cururupu, onde se encontra a jazida, e São Luiz, onde se encontram o porto de descarregamento e a usina de beneficiamento. Esses municípios poderão sofrer impactos negativos como aumento na demanda por serviços públicos (saúde, segurança) e impactos positivos como aumento na oferta de empregos e na arrecadação de impostos.

## **3.2 Diagnóstico Ambiental**

### **3.2.1 Meio Físico**

#### **3.2.1.1 Meteorologia**

##### **a) Características Regionais**

De acordo com Silva; Araújo e Pinheiro (2007), a região atlântica equatorial está sob influência da variabilidade espaço-temporal da Zona de Convergência Intertropical (ZCIT). Dessa forma, verifica-se que durante os meses de janeiro a junho (inverno austral) são

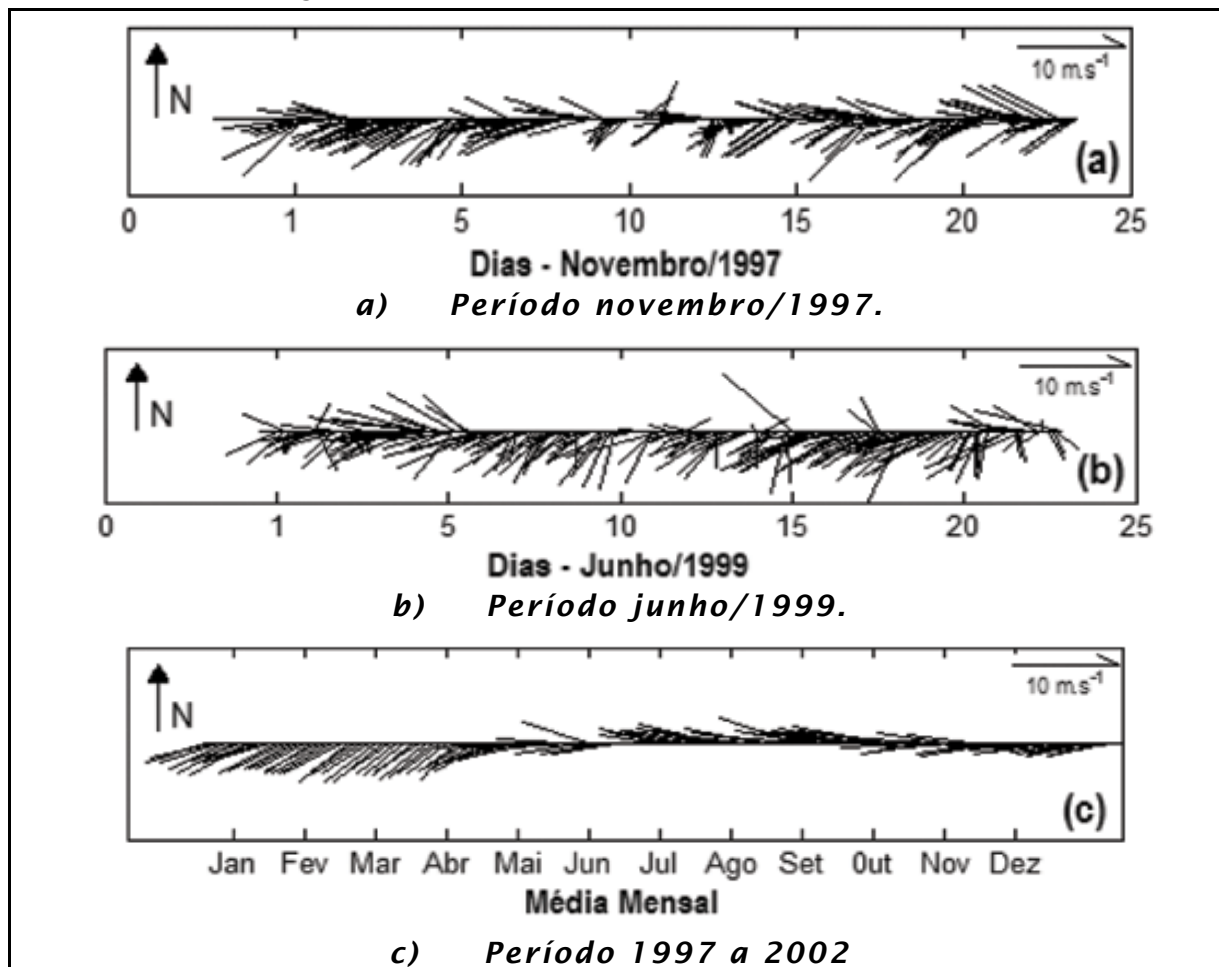


observadas chuvas mais fortes e com maior frequência na região Amazônica, período este em que a ZCIT se encontra em sua posição mais ao sul, alcançando a área costeira e oceânica próximas do equador. Por outro lado, os meses de setembro a novembro, no verão austral, são marcados por menores taxas de precipitações, associados à posição da ZCIT, que neste período do ano se encontra deslocada para o hemisfério norte (Silva, 2006).

Associadas à variabilidade da ZCIT, a ação do cisalhamento eólico na área de estudo é mais forte de janeiro a julho, com ventos fluindo de nordeste, incidindo quase que perpendicularmente à costa, e atingindo uma velocidade máxima em média de 10 m.s-1, enquanto que nos meses de outubro a dezembro estes ventos são menos intensos e sopram preferencialmente do quadrante leste e sudeste (Geyer et al., 1996; Silva, 2006).

As informações de intensidade e direção dos ventos, coletados durante campanhas oceanográficas, apresentadas na FIGURA 8, mostram que durante o mês de Novembro/1997 os ventos atuantes na região de estudo provêm dos quadrantes Nordeste e Sudeste, com intensidade média em torno de 5,5 m.s-1. Já durante o mês de Junho/1999, os ventos apresentaram-se com direções preponderantes de Nordeste (mais frequentes), com intensidade média da ordem de 6,4 m.s-1. Dados de médias climatológicas mensais de vento na área de estudo fornecido pelo National Centers for Environmental Prediction (NCEP) para o período de 1997 a 2002 mostram a predominância de ventos alísios de sudeste para o mês de Novembro e a mudança na variação de direção dos ventos alísios de nordeste para sudeste no mês de junho.

**FIGURA 8** - Direção e intensidade dos ventos medidos durante as campanhas oceanográficas: Novembro/1997 (a) e Junho/1999(b).



Fonte: SILVA, 2007.

## b) Caracterização Climática para os Municípios de Cururupu e Apicum Açú

As metodologias e critérios utilizados neste estudo permitiram a confecção de dez gráficos climáticos e duas tabelas, apresentados a seguir, que representam a distribuição dos valores médios dos principais parâmetros climáticos que atuam nos Municípios de Cururupu e Turiaçu (50,74 km de distância do Município de Apicum-Açu).

Os gráficos foram elaborados de acordo séries históricas de eventos climáticos e apresentam informações relacionadas à precipitação



pluviométrica, temperatura média do ar, balanço hídrico. Por fim, será apresentada a classificação climática para a região.

### **Precipitação Pluviométrica**

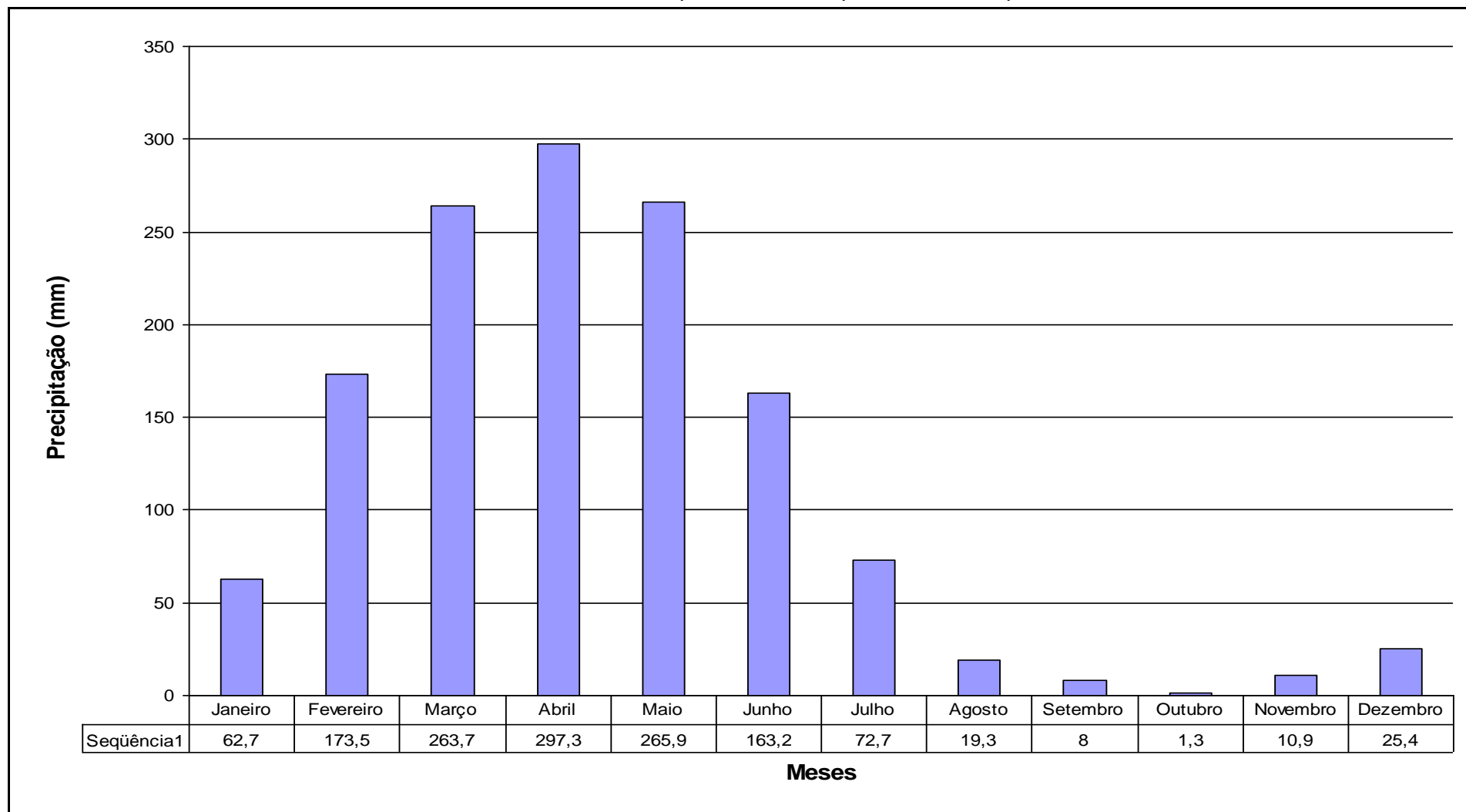
A distribuição pluviométrica do Município de Cururupu apresenta estação chuvosa entre os meses de fevereiro e junho, sempre com médias pluviométricas mensais superiores a 150 milímetros (mm). O trimestre mais chuvoso ocorre de março a maio, sendo abril o mês mais chuvoso do ano, com cerca de 300 mm. Ressalta-se ainda que após o período chuvoso, julho se caracteriza como um período de transição para o período seco. Após a transição do período chuvoso para o seco percebe-se a configuração da estação de estiagem de cinco meses, entre agosto a dezembro. No mês de janeiro ocorre a transição da estação seca para o período chuvoso, conforme FIGURA 9.

No Município de Turiaçu a distribuição pluviométrica apresenta estação chuvosa de seis meses, no período de janeiro a junho, sempre com médias pluviométricas mensais superiores a 200 milímetros (mm). O trimestre mais chuvoso ocorre de fevereiro a abril, sendo março o mês mais chuvoso do ano, com cerca de 430 mm. Ressalta-se ainda que após o período chuvoso se caracteriza, em julho, uma transição dessa estação para o período seco. Após a transição do período chuvoso para o seco percebe-se a configuração da estação de estiagem de quatro meses, entre agosto a novembro, com uma média pluviométrica mensal para o período de 27,72 mm. No mês de dezembro ocorre a transição da estação seca para o período chuvoso, com cerca de 70 mm, conforme FIGURA 10.



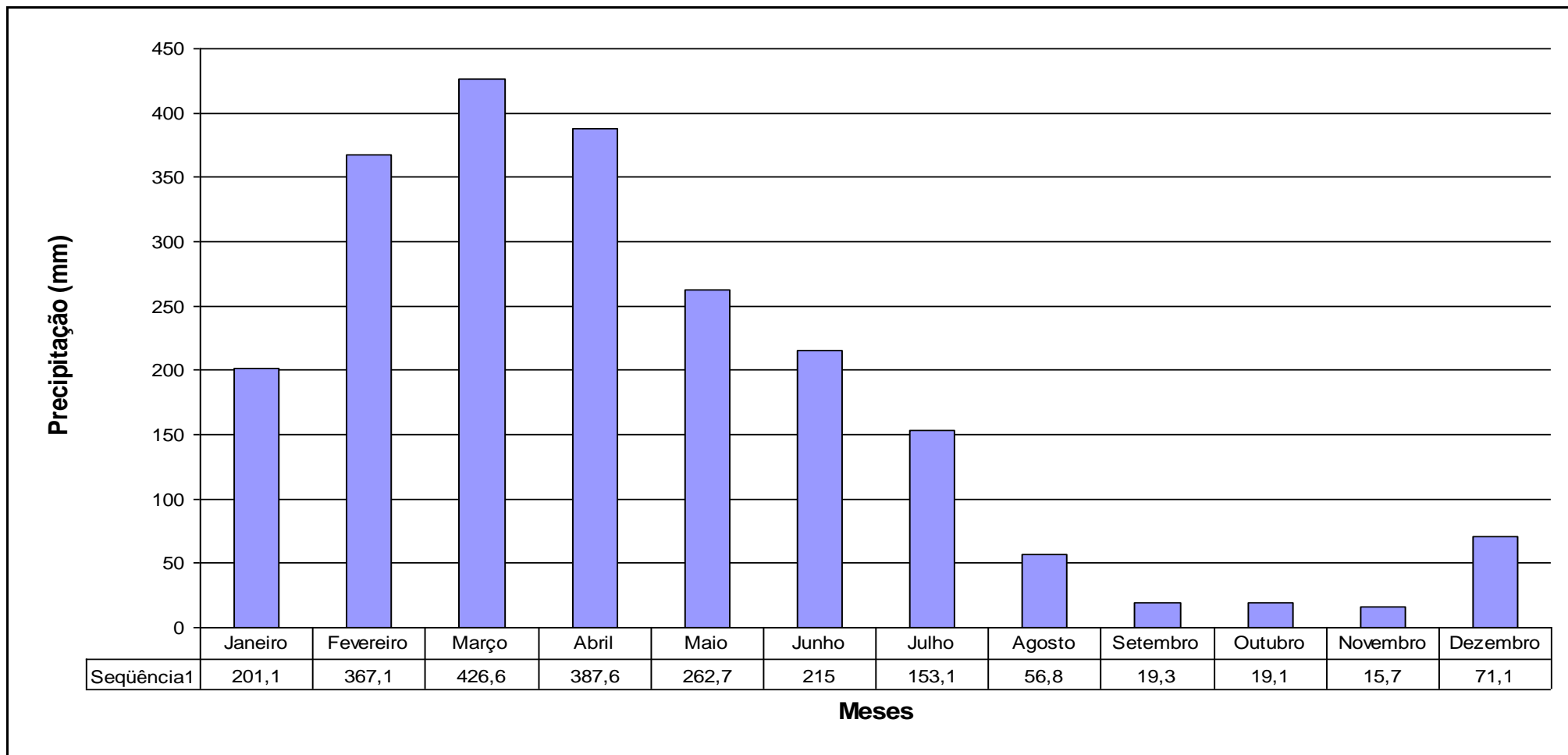


FIGURA 9 - Médias Históricas dos Totais Pluviométricos para o Município de Cururupu nos anos de 1965 a 1986.





**FIGURA 10 - Médias Históricas dos Totais Pluviométricos para o Município de Turiaçu nos anos de 1976 a 1990.**





### Temperatura Média do Ar

Com base na FIGURA 11, nota-se que a temperatura média mensal do ar em Cururupu é no mínimo de 26°C, alcançando as maiores médias nos meses entre setembro e dezembro, com temperatura média do ar para o período de 27,12°C, sendo dezembro o mês mais quente do ano. Por outro lado, as menores temperaturas do ano ocorrem nos meses de fevereiro a julho com temperatura média para o período de 26,18°C.

Em Turiaçu, município distante 50,74 km do município de Apicum-Açu, nota-se que a temperatura média mensal do ar é sempre superior a 25,5°C, alcançando as maiores médias entre os meses de setembro e dezembro, com temperatura média de 26,9°C para período. Por outro lado, as menores temperaturas do ano ocorrem no período de fevereiro a julho com uma temperatura média para o período de 25,9°C, conforme FIGURA 12.





**FIGURA 11** - Regime das Temperaturas Médias Mensais do Ar do Município de Cururupu, nos anos de 1965 a 1986.

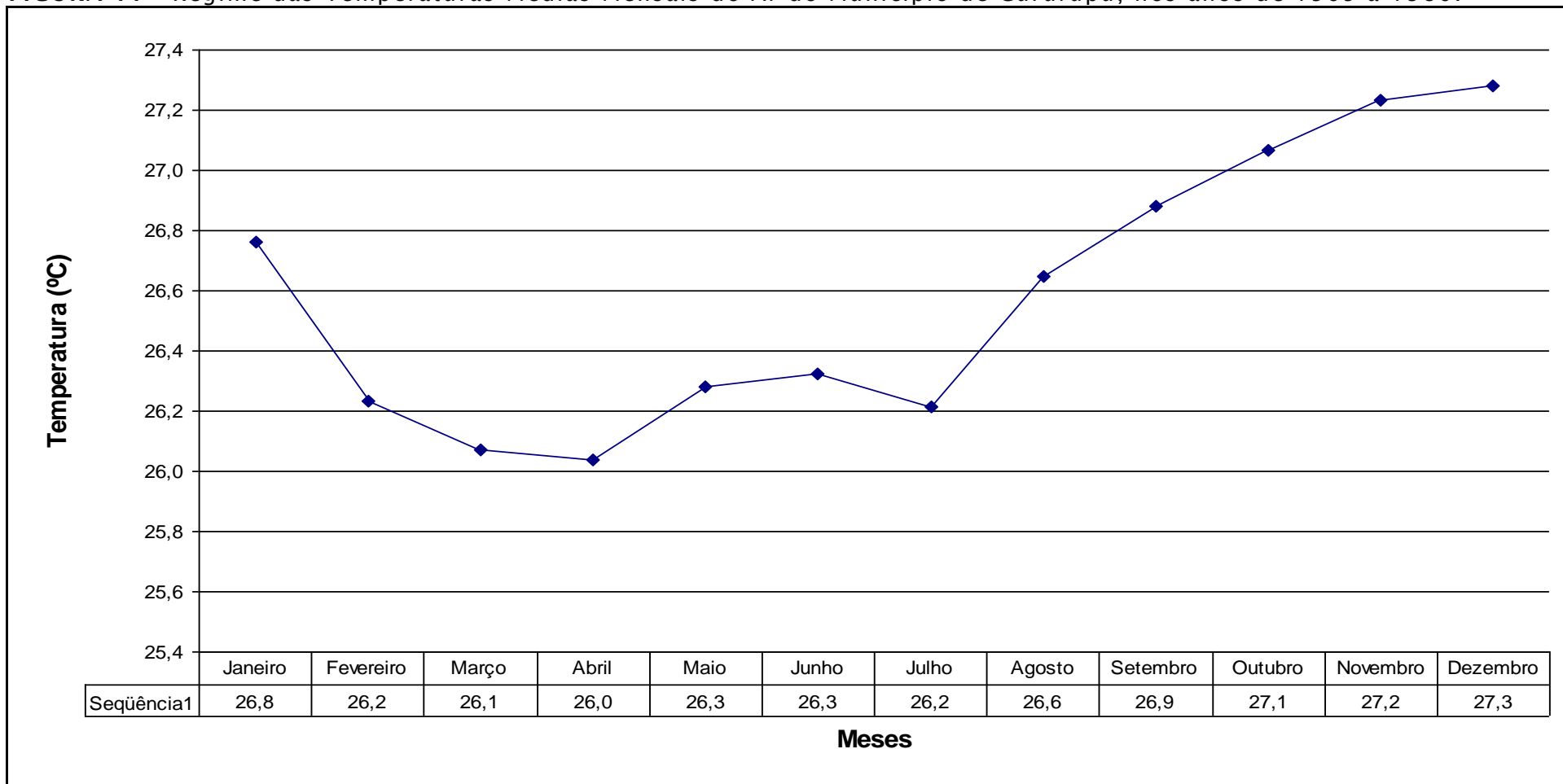
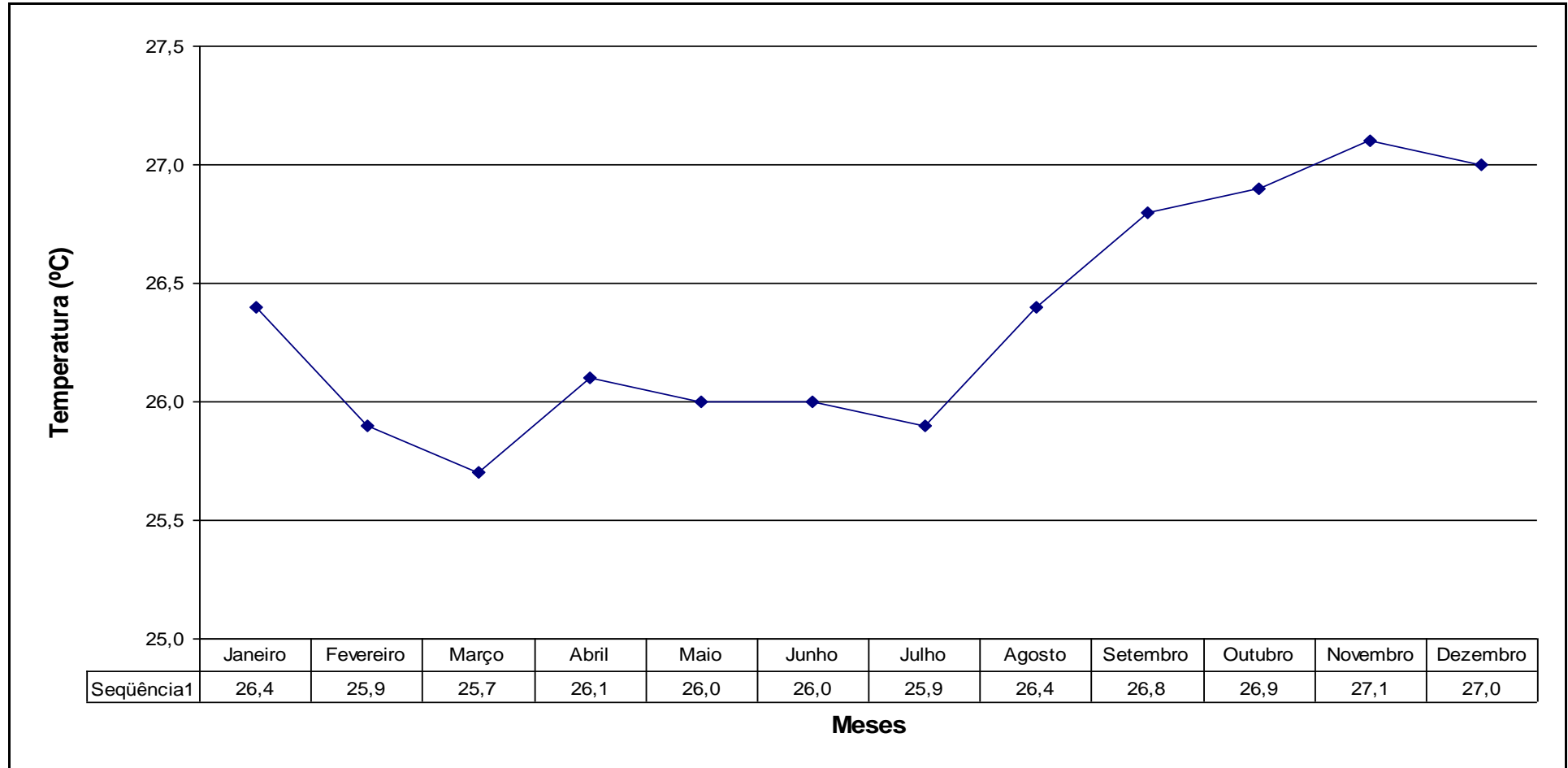


FIGURA 12 - Regime das Temperaturas Médias Mensais do Ar do Município de Turiaçu nos anos de 1976 a 1990.





## **Balanço Hídrico**

### **a) Evapotranspiração Potencial**

De acordo com a FIGURA 13 e TABELA 3, a época seca em Cururupu concentra-se nos meses de outubro a janeiro, com pico no mês de dezembro com 155,64mm. No mês de fevereiro é verificado o menor valor 121,14 mm, o que reflete a menor intensidade da radiação devido ao aumento na quantidade de nuvens sobre a região.

Em Turiaçu o período que compreendido entre fevereiro e julho apresenta os menores valores de evapotranspiração potencial, coincidindo com o período de apresenta os menores valores de temperatura média do ar para a região. Observa-se também que os maiores valores foram encontrados nos meses de outubro a dezembro, com valores mensais que ultrapassam os 140,00mm conforme FIGURA 14 e NA TABELA 4.

### **b) Evapotranspiração Real**

De acordo com a FIGURA 15 e TABELA 3, em Cururupu a evapotranspiração real apresenta um comportamento inverso ao da evapotranspiração potencial. A restrição de água no solo da região durante os meses mais secos de agosto a dezembro faz com que a evapotranspiração real alcance os seus valores mais baixos entre os meses de agosto e dezembro com um valor mínimo de 4,68 mm no mês de outubro. Por outro lado, no período mais chuvoso, entre fevereiro e junho, os totais alcançam valores superiores a 120 mm, com valor máximo de 133,44 mm no mês de maio.

De acordo com A FIGURA 16 e TABELA 4, assim como ocorre no município de Cururupu, a evapotranspiração real em Turiaçu apresenta um comportamento inverso ao da evapotranspiração potencial. A restrição de água no solo da região durante os meses de setembro a dezembro faz com que a evapotranspiração real alcance os seus valores mais baixos entre os meses de setembro à dezembro



com um valor mínimo de 18,5 mm no mês de novembro. Por outro lado, no período de janeiro a agosto, os totais alcançam valores superiores a 110 mm, com valor máximo de 133,6 mm no mês de janeiro.



FIGURA 13 - Evapotranspiração Potencial do Município de Cururupu, nos anos de 1965 a 1986.

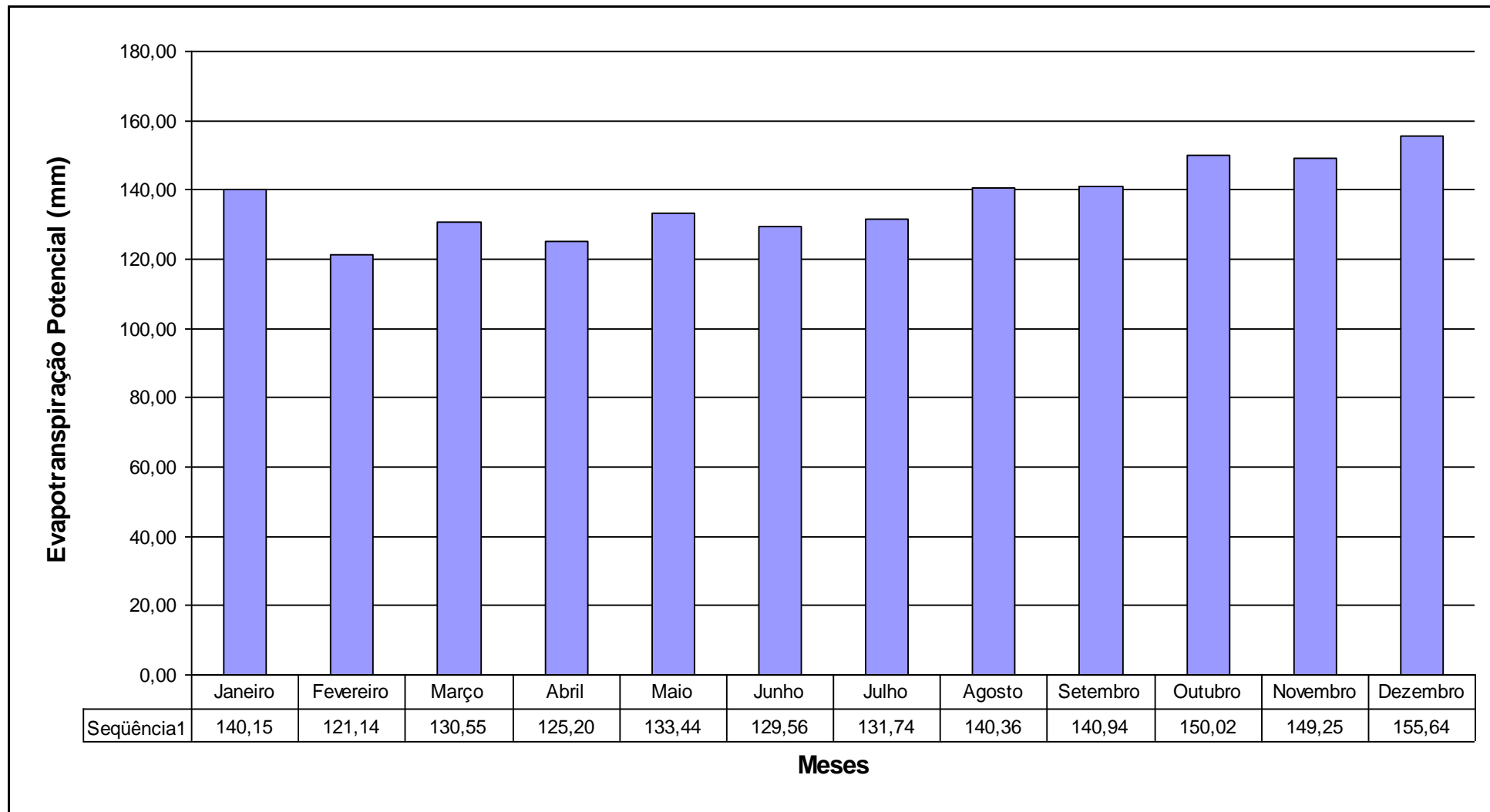






FIGURA 14 - Evapotranspiração Potencial do Município de Turiaçu nos anos de 1976 a 1990.

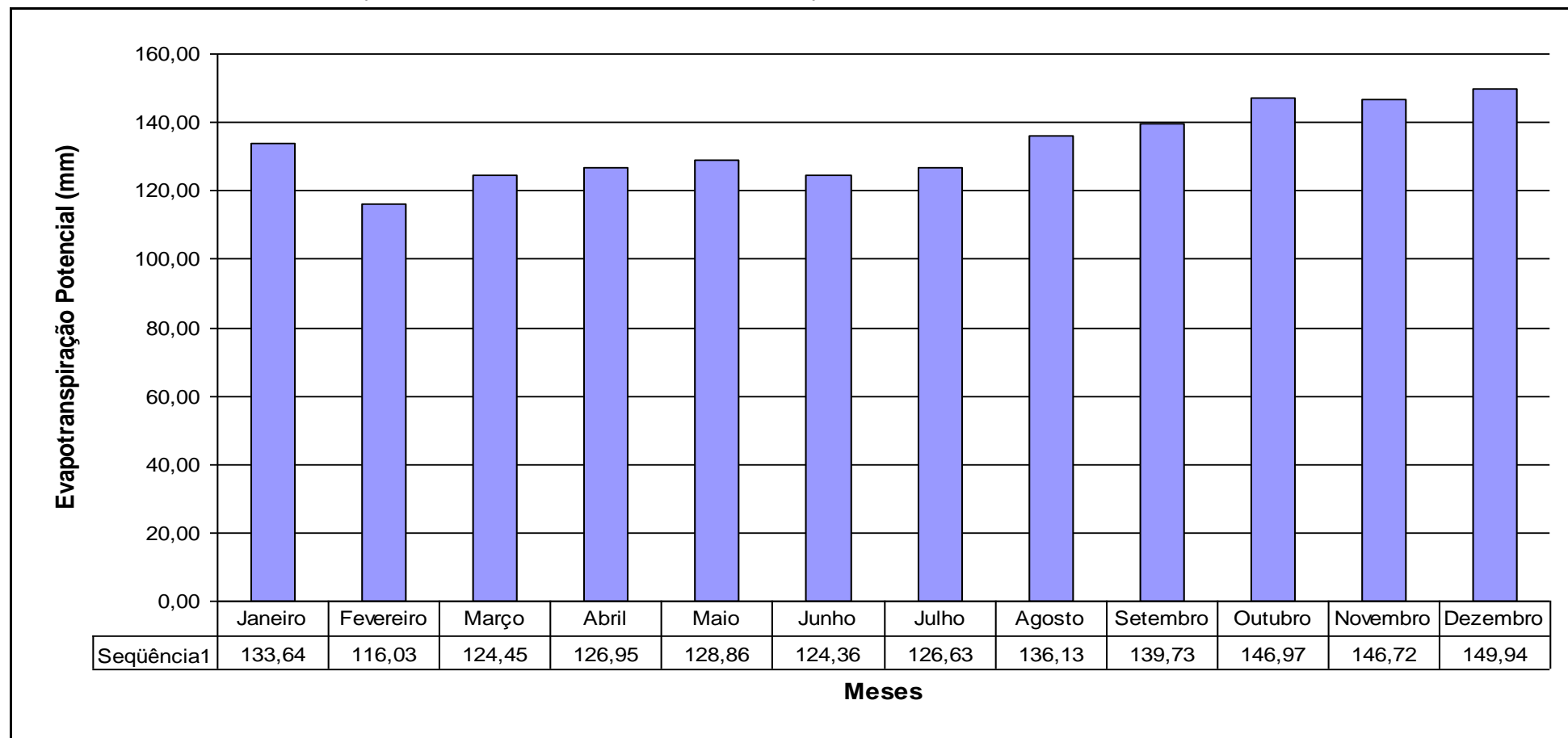




FIGURA 15 - Evapotranspiração Real do Município de Cururupu, nos anos de 1965 a 1986.

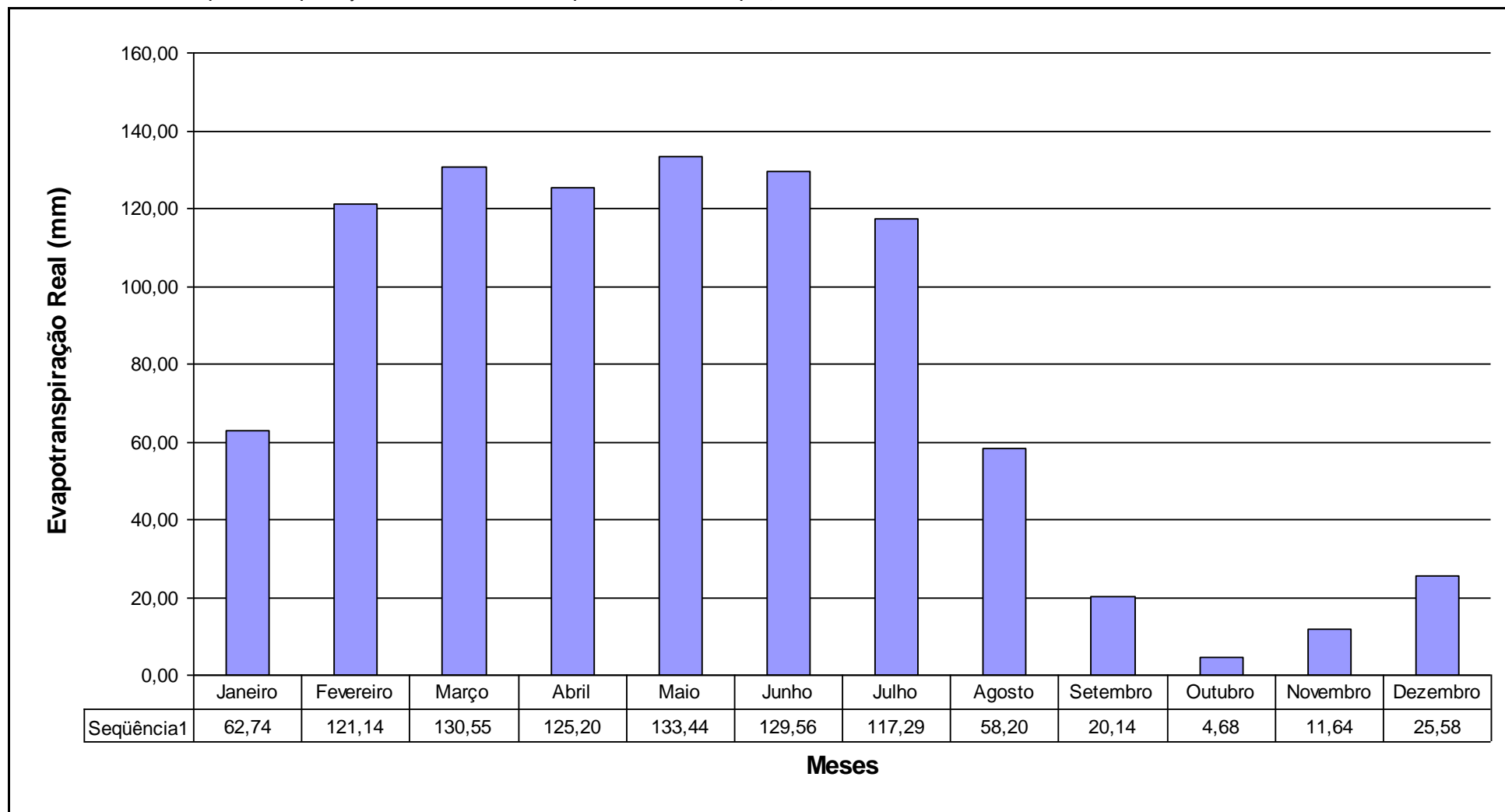
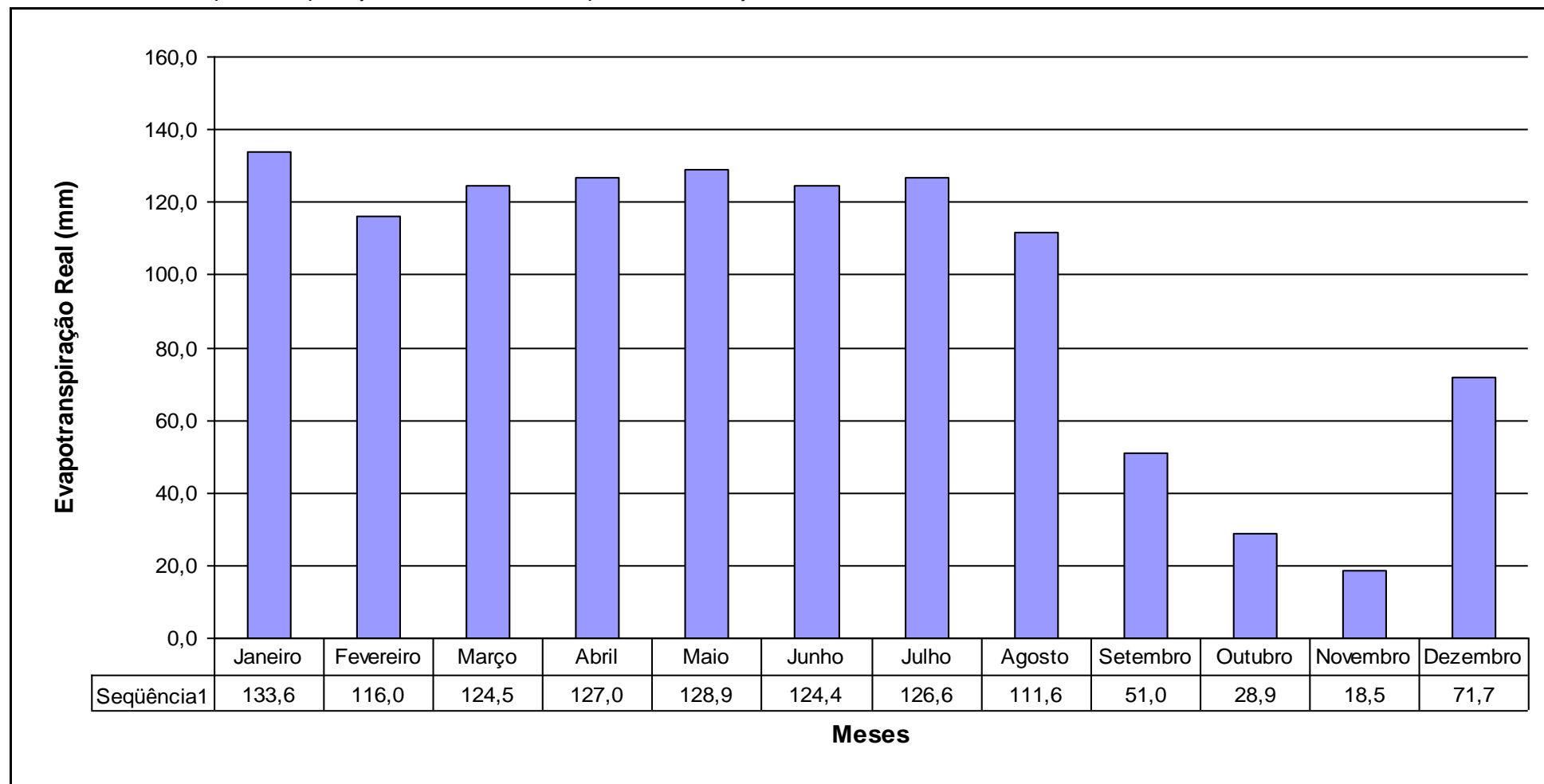




FIGURA 16 - Evapotranspiração Real do Município de Turiaçu nos anos de 1976 a 1990.





**c) Excedente e Deficiência Hídrica**

Através da FIGURA 17 e TABELA 3 observa-se que o município estudado apresenta um período de quatro meses (março à junho) com excesso de água no solo, sendo o excedente hídrico médio da região para o período de 105,9 mm. Nota-se ainda que as deficiências hídricas se configuram de julho a janeiro. Desta forma a deficiência hídrica média da região, para os sete meses é de 101,1 mm.

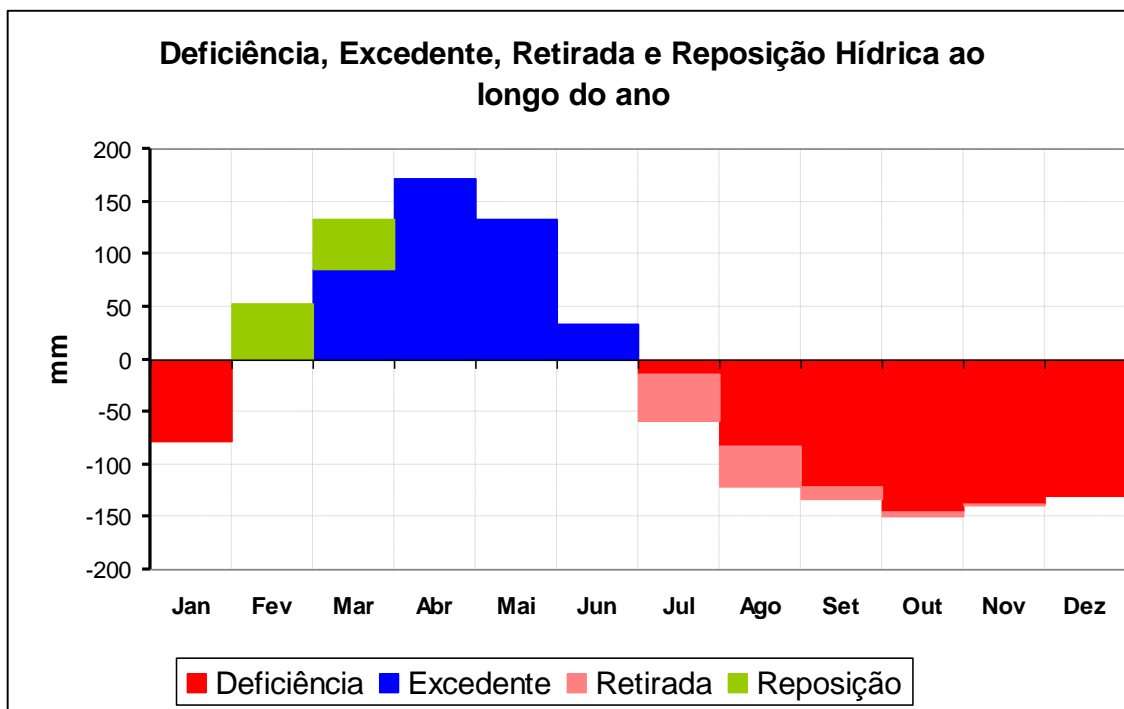
Através da FIGURA 18 e TABELA 4, observa-se que o município estudado apresenta um período de seis meses com excesso de água no solo, que normalmente vai de fevereiro a julho. O excedente hídrico médio da região, para os seis meses é de 172,1 mm; sendo que durante o mês de março alcança o valor máximo com até 302,1 mm.

Nota-se ainda que as deficiências hídricas se configuram de agosto a dezembro. Desta forma, a deficiência hídrica média da região para o período é de 87,6 mm; com valor máximo de 128,3 mm, no mês de novembro.

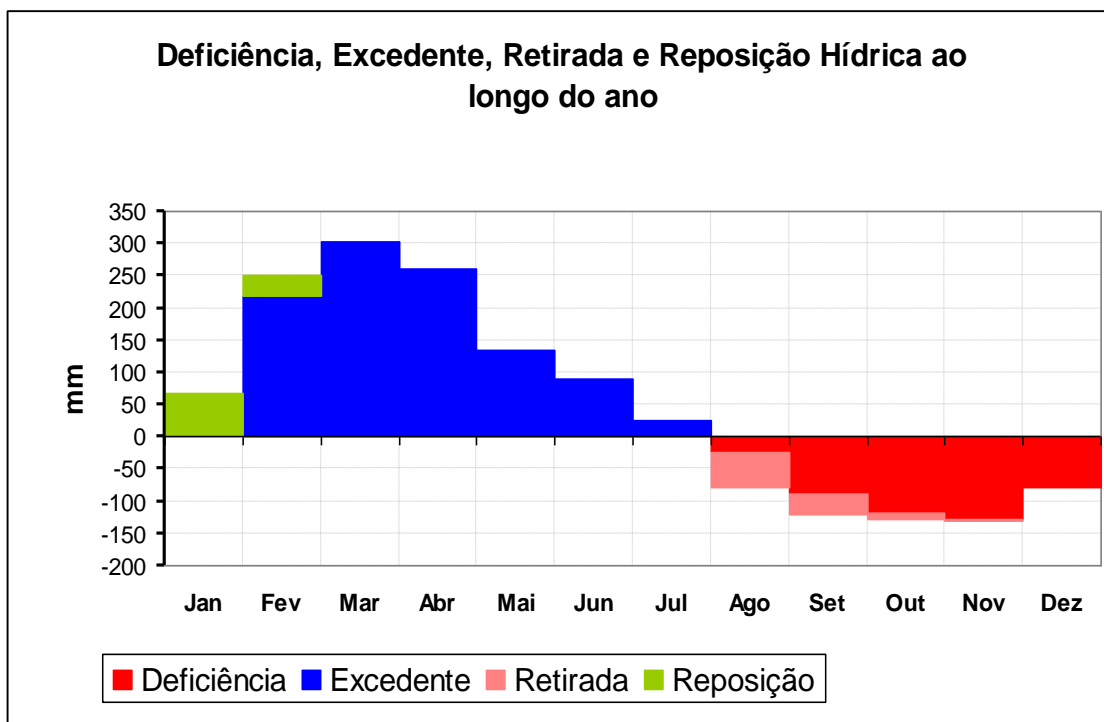




**FIGURA 17** - Excedente e Deficiência Hídrica do Município de Cururupu, nos anos de 1965 a 1986.



**FIGURA 18** - Excedente e Deficiência Hídrica do Município de Turiáçu nos anos de 1976 a 1990.





### Classificação Climática

O clima predominante do Município de Cururupu, segundo a classificação de Thornthwaite (1948), é o Úmido do tipo B1, com moderada deficiência de água no inverno, entre os meses de junho a setembro, megatérmico (A'), ou seja, temperatura média mensal sempre superior a 18,0 °C, sendo que a soma da evapotranspiração potencial nos três meses mais quentes do ano é inferior a 48%, em relação a evapotranspiração potencial anual (a'). A fórmula climática predominante, segundo a classificação de Thornthwaite é B1WA'a'.

O clima predominante do Município de Turiaçu, segundo a classificação de Thornthwaite (1948), é o Úmido do tipo B2, com moderada deficiência de água no inverno, entre os meses de junho a setembro, megatérmico (A'), ou seja, temperatura média mensal sempre superior a 18,0 °C, sendo que a soma da evapotranspiração potencial nos três meses mais quentes do ano é inferior a 48%, em relação à evapotranspiração potencial anual (a'). A fórmula climática predominante, segundo a classificação de Thornthwaite é B2WA'a'.



TABELA 3 - Componente do Balanço Hídrico para o Município de Cururupu.

| Meses         | Num de dias | ToC   | Pmm    | N horas | I     | a    |     | ETP<br>Thornthwaite<br>1948 | P-ETP<br>mm | NEG-<br>AC | ARM<br>mm | ALT<br>mm | ETR<br>mm | DEF<br>mm | EXC<br>mm |
|---------------|-------------|-------|--------|---------|-------|------|-----|-----------------------------|-------------|------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| Jan           | 30          | 26,8  | 62,7   | 12,1    | 12,7  | 3,8  |     | 140,15                      | -77,4       | -807,8     | 0,03      | -0,04     | 62,7      | 77,4      | 0,0       |
| Fev           | 28          | 26,2  | 173,5  | 12,1    | 12,3  | 3,8  |     | 121,14                      | 52,4        | -64,6      | 52,39     | 52,36     | 121,1     | 0,0       | 0,0       |
| Mar           | 31          | 26,1  | 263,7  | 12,0    | 12,2  | 3,8  |     | 130,55                      | 133,2       | 0,0        | 100,00    | 47,61     | 130,5     | 0,0       | 85,5      |
| Abr           | 30          | 26,0  | 297,3  | 12,0    | 12,2  | 3,8  |     | 125,20                      | 172,1       | 0,0        | 100,00    | 0,00      | 125,2     | 0,0       | 172,1     |
| Mai           | 31          | 26,3  | 265,9  | 11,9    | 12,3  | 3,8  |     | 133,44                      | 132,5       | 0,0        | 100,00    | 0,00      | 133,4     | 0,0       | 132,5     |
| Jun           | 30          | 26,3  | 163,2  | 11,9    | 12,4  | 3,8  |     | 129,56                      | 33,6        | 0,0        | 100,00    | 0,00      | 129,6     | 0,0       | 33,6      |
| Jul           | 31          | 26,2  | 72,7   | 11,9    | 12,3  | 3,8  |     | 131,74                      | -59,0       | -59,0      | 55,41     | -44,59    | 117,3     | 14,4      | 0,0       |
| Ago           | 31          | 26,6  | 19,3   | 11,9    | 12,6  | 3,8  |     | 140,36                      | -121,1      | -180,1     | 16,51     | -38,90    | 58,2      | 82,2      | 0,0       |
| Set           | 30          | 26,9  | 8,0    | 12,0    | 12,8  | 3,8  |     | 140,94                      | -132,9      | -313,0     | 4,37      | -12,14    | 20,1      | 120,8     | 0,0       |
| Out           | 31          | 27,1  | 1,3    | 12,0    | 12,9  | 3,8  |     | 150,02                      | -148,7      | -461,8     | 0,99      | -3,38     | 4,7       | 145,3     | 0,0       |
| Nov           | 30          | 27,2  | 10,9   | 12,1    | 13,0  | 3,8  |     | 149,25                      | -138,3      | -600,1     | 0,25      | -0,74     | 11,6      | 137,6     | 0,0       |
| Dez           | 31          | 27,3  | 25,4   | 12,1    | 13,1  | 3,8  |     | 155,64                      | -130,2      | -730,3     | 0,07      | -0,18     | 25,6      | 130,1     | 0,0       |
| <b>TOTAIS</b> |             | 319,0 | 1363,9 | 144,0   | 150,6 | 45,1 | 0,0 | 1647,97                     | -284,1      |            | 530       | 0,00      | 940,2     | 707,8     | 423,7     |
| <b>MÉDIAS</b> |             | 26,6  | 113,7  | 12,0    | 12,6  | 3,8  |     | 137,33                      | -23,7       |            | 44,2      |           | 78,3      | 59,0      | 35,3      |



TABELA 4 - Componentes do Balanço Hídrico para o Município de Turiaçu.

| Meses         | Num de dias | T oc  | P mm   | N horas | I     | a    |     | ETP Thornthwaite 1948 | P-ETP mm | NEG-AC | ARM mm | ALT mm | ETR mm | DEF mm | EXC mm |
|---------------|-------------|-------|--------|---------|-------|------|-----|-----------------------|----------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Jan           | 30          | 26,4  | 201,1  | 12,1    | 12,4  | 3,7  |     | 133,64                | 67,5     | -38,7  | 67,92  | 67,46  | 133,6  | 0,0    | 0,0    |
| Fev           | 28          | 25,9  | 367,1  | 12,1    | 12,1  | 3,7  |     | 116,03                | 251,1    | 0,0    | 100,00 | 32,08  | 116,0  | 0,0    | 219,0  |
| Mar           | 31          | 25,7  | 426,6  | 12,0    | 11,9  | 3,7  |     | 124,45                | 302,1    | 0,0    | 100,00 | 0,00   | 124,5  | 0,0    | 302,1  |
| Abr           | 30          | 26,1  | 387,6  | 12,0    | 12,2  | 3,7  |     | 126,95                | 260,6    | 0,0    | 100,00 | 0,00   | 127,0  | 0,0    | 260,6  |
| Mai           | 31          | 26,0  | 262,7  | 11,9    | 12,1  | 3,7  |     | 128,86                | 133,8    | 0,0    | 100,00 | 0,00   | 128,9  | 0,0    | 133,8  |
| Jun           | 30          | 26,0  | 215,0  | 11,9    | 12,1  | 3,7  |     | 124,36                | 90,6     | 0,0    | 100,00 | 0,00   | 124,4  | 0,0    | 90,6   |
| Jul           | 31          | 25,9  | 153,1  | 11,9    | 12,1  | 3,7  |     | 126,63                | 26,5     | 0,0    | 100,00 | 0,00   | 126,6  | 0,0    | 26,5   |
| Ago           | 31          | 26,4  | 56,8   | 11,9    | 12,4  | 3,7  |     | 136,13                | -79,3    | -79,3  | 45,24  | -54,76 | 111,6  | 24,6   | 0,0    |
| Set           | 30          | 26,8  | 19,3   | 12,0    | 12,7  | 3,7  |     | 139,73                | -        | -199,8 | 13,57  | -31,67 | 51,0   | 88,8   | 0,0    |
| Out           | 31          | 26,9  | 19,1   | 12,0    | 12,8  | 3,7  |     | 146,97                | -        | -327,6 | 3,78   | -9,79  | 28,9   | 118,1  | 0,0    |
| Nov           | 30          | 27,1  | 15,7   | 12,1    | 12,9  | 3,7  |     | 146,72                | -        | -458,6 | 1,02   | -2,76  | 18,5   | 128,3  | 0,0    |
| Dez           | 31          | 27,0  | 71,1   | 12,1    | 12,8  | 3,7  |     | 149,94                | -78,8    | -537,5 | 0,46   | -0,56  | 71,7   | 78,3   | 0,0    |
| <b>TOTAIS</b> |             | 316,2 | 2195,2 | 144,0   | 148,6 | 44,2 | 0,0 | 1600,42               | 594,8    |        | 732    | 0,00   | 1162,5 | 438,0  | 1032,7 |
| <b>MÉDIAS</b> |             | 26,4  | 182,9  | 12,0    | 12,4  | 3,7  |     | 133,37                | 49,6     |        | 61,0   |        | 96,9   | 36,5   | 86,1   |



### 3.2.1.2 Geologia Regional

#### a) Evolução estrutural e estratigráfica regional

Os estudos apresentados baseiam-se em dados, conceitos e modelos adotados pela Agência Nacional de Petróleo (ANP), principalmente aqueles utilizados nos últimos dez anos pela Sociedade Brasileira de Geologia e Geofísica, CPRM e a Petrobrás, cuidadosamente abordados por Mohriak (2003), e assim sendo, a região de Cururupu, no Estado do Maranhão encontra-se geologicamente inserida em um ambiente sedimentar da margem continental passiva da placa sul americana e de modo específico dentro do *rift* abortado de São Luís, que abrange área continental e se estende para a plataforma continental rasa.

O *rift* é parte integrante da evolução tectono-sedimentar da margem continental, estando relacionado de maneira direta à ruptura do super continente Gondwana e a sua gênese encontra-se associada aos processos formadores das bacias de Bragança-Viseu-Ilha Nova e São Luís, as quais, segundo (Mohriak, op cit.), constituem um sistema de *riftes* (semi-grábens e grábens) localizados na margem equatorial brasileira, próximo do litoral dos estados de Pará e Maranhão.

Esses *riftes* abortados, de modo geral possuem reduzido desenvolvimento de subsidência da fase termal e sedimentação marinha, constituem bacias relativamente pequenas, mas que podem alcançar grandes espessuras. Foram originados por distensão, relacionadas a movimentos direcionais e sua subsidência foi provocada por esforços transtrativos, originados por movimento dextral entre as placas Sul Americana e a Africana, (Pastana et al. 1995).

Segundo Mohriak (2003), esses grábens estão encaixados entre terrenos do cinturão de dobramentos do Gurupi, o Arco Ferrer e a



plataforma de Sobradinho, a sul, e pela plataforma da Ilha de Santana, a norte.

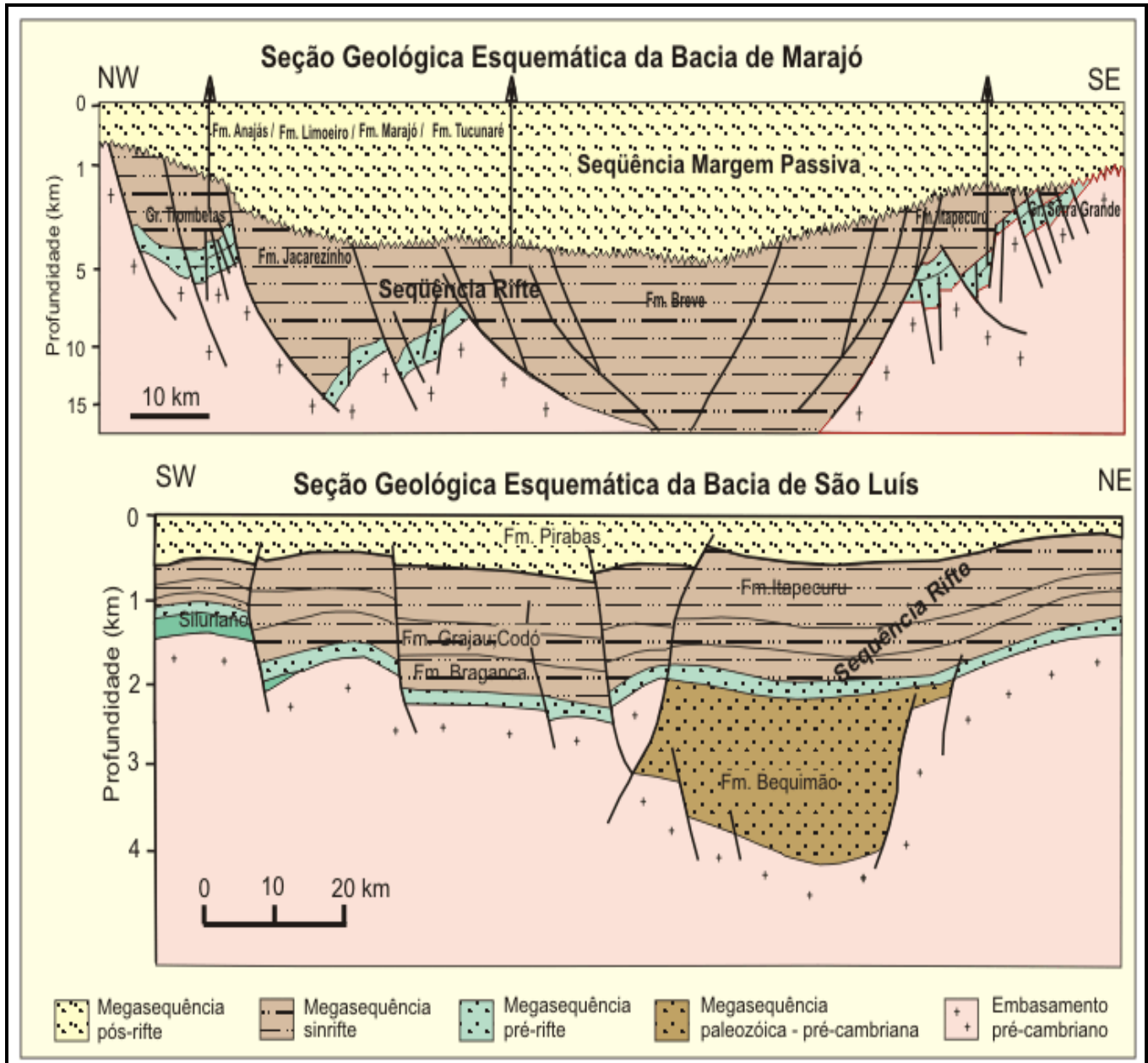
A sequência pré-*rift* inclui sedimentos de idade paleozóica (Formação Bequimão do Cambriano), e sedimentos Ordovicianos a Triássicos relacionados à Bacia do Parnaíba, enquanto a sequência *rifte*, de idade aptiana a albiana, é caracterizada por sedimentos arenosos a conglomeráticos da Formação Bragança, seguindo-se sedimentos da Formação Grajaú, Codó e Itapecuru. Ocorrem também remanescentes de sedimentos siliciclásticos da Formação Peria (Cenomaniano), correspondente à fácies arenosa da Formação Caju e Formação Humberto de Campos, na Bacia de Pará-Maranhão e Barreirinhas. Recobrimo a bacia ocorrem sedimentos cenozóicos da Formação Pirabas, conforme mostra a seção inferior da FIGURA 19.

Conforme já descrito após a sedimentação intracratônica que produziu a bacia sedimentar paleozóica do Parnaíba, no Mesozóico essa bacia foi afetada pela ruptura continental, resultando em feições extensionais de *riftes* superpostos aos sedimentos anteriormente depositados, estes *riftes* ao longo da margem continental evoluíram até formar as bacias sedimentares da margem passiva, FIGURA 20.

Diversos estudos têm contribuído para a compressão da evolução tectono-sedimentar das bacias sedimentares do Atlântico Sul, em especial aqueles desenvolvidos pela Petrobrás e CPRM.

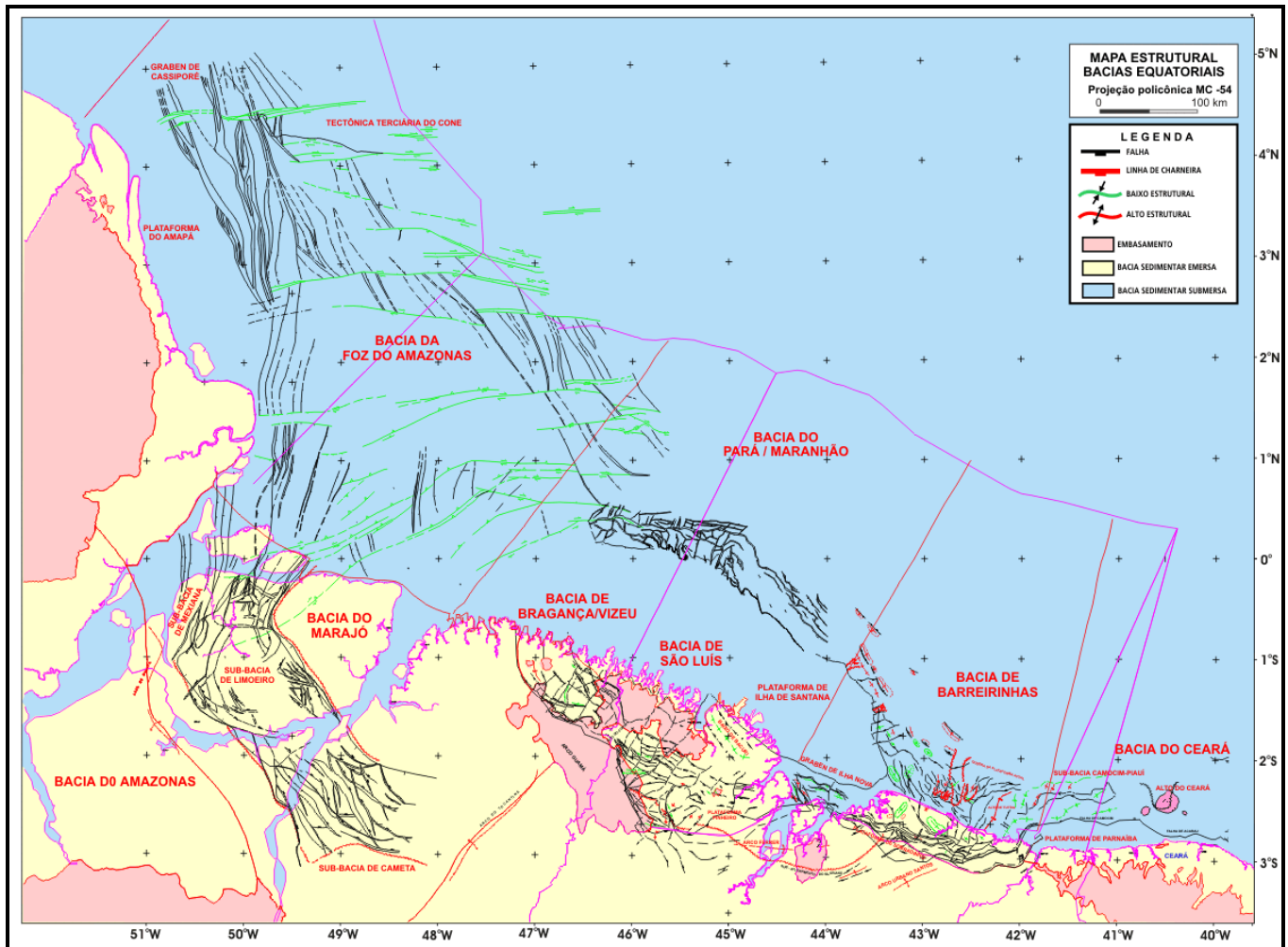


**FIGURA 19** - Seções geológicas esquemáticas na Bacia de Marajó e São Luís, mostrando o arcabouço estrutural e estratigráfico das sequências sinrifte e pós-rifte.



Fonte: <http://www.cprm.gov.br/publique/media/capIII-g.pdf>

**FIGURA 20** - Mapa geológico regional da margem equatorial entre o gráben Cassiporé e a região oeste da Bacia do Ceará, mostrando as zonas de fraturas transformantes.



Fonte: <http://www.cprm.gov.br/publique/media/capIII-g.pdf>

## b) Aspectos geológicos da Bacia de São Luís

A porção terrestre da Bacia de São Luís, localizada no litoral noroeste do Estado do Maranhão, ocupa a parte central de um sistema de *riftes* alongados, conhecidos como Bragança-Viseu, São Luís e Ilha Nova, que se estendem desde o litoral nordeste do Estado do Pará até a vizinha Bacia de Barreirinhas, no Estado do Maranhão. O conjunto das 03 bacias ocupa uma área de cerca de 30.000 km<sup>2</sup>, dos quais aproximadamente 20.000 km<sup>2</sup> cabem à Bacia de São Luís.

A bacia se limita a norte por embasamento do cráton de São Luís e



pela Plataforma de Ilha de Santana. Ao sul limita-se com a Bacia do Parnaíba pelo Arco Ferrer-Urbano Santos. A Bacia de São Luís é um *rifte* abortado, desenvolvido no Aptiano e Albiano, relacionado à abertura da margem equatorial norte do Oceano Atlântico.

Modelagem gravimétrica permite estimar espessura máxima de sedimentos em torno de 5.000m. Os sedimentos mais antigos perfurados são de idade Cambro-ordovicianos, pertencem a Formação Bequimão, estão distribuídos em uma calha central. No flanco sul ocorrem remanescentes paleozóicos Silurianos e Devonianos, os quais são extensões da Bacia do Parnaíba.

O principal gerador de hidrocarbonetos da bacia é a Fm Codó, de idade aptiana, com teores muito altos, entre 4% e 15%, que deve estar maturo nas partes mais profundas da bacia. No flanco sul, embora de ocorrência restrita, pode ser considerado como gerador potencial o folhelho devoniano da Fm Pimenteiras.

Os principais reservatórios são arenitos do Cretáceo Inferior. Reservatórios paleozóicos também devem ser considerados. Além das trapas relacionadas a falhas normais da fase *rift*, movimentos transcorrentes, resultantes do deslocamento das placas africana e sul-americana, que ocorreram no Albiano, ocasionaram dobras e falhas reversas que podem armazenar hidrocarbonetos.

### **3.2.1.3 Características Geológicas e Geofísicas das Áreas de Pesquisa**

O mapa regional da plataforma continental, entre os estados do Piauí e Leste do Pará, (FIGURA 21 e Anexo 7), foi realizado a partir da interpretação das amostras de fundo coletadas em Levantamentos Hidrográficos e Geológicos, cadastradas no Banco de Dados Oceanográficos da Diretoria de Hidrografia e Navegação da Marinha do Brasil (BNDO/DHN). A faciologia de fundo foi delimitada automaticamente pelo programa SeaFloor, desenvolvido especificamente pela Empresa Geosoft, por solicitação do Lagamar (UFF).



Esse mapa mostra uma predominância de areia quartzosa de granulometria fina, até a plataforma média a externa.

A região dos bancos de Cururupu aparece sem informação (ausência de amostras) em função das áreas rasas, sob a ação de fortes correntes, que dificultam a coleta de amostras por navios de maior porte.

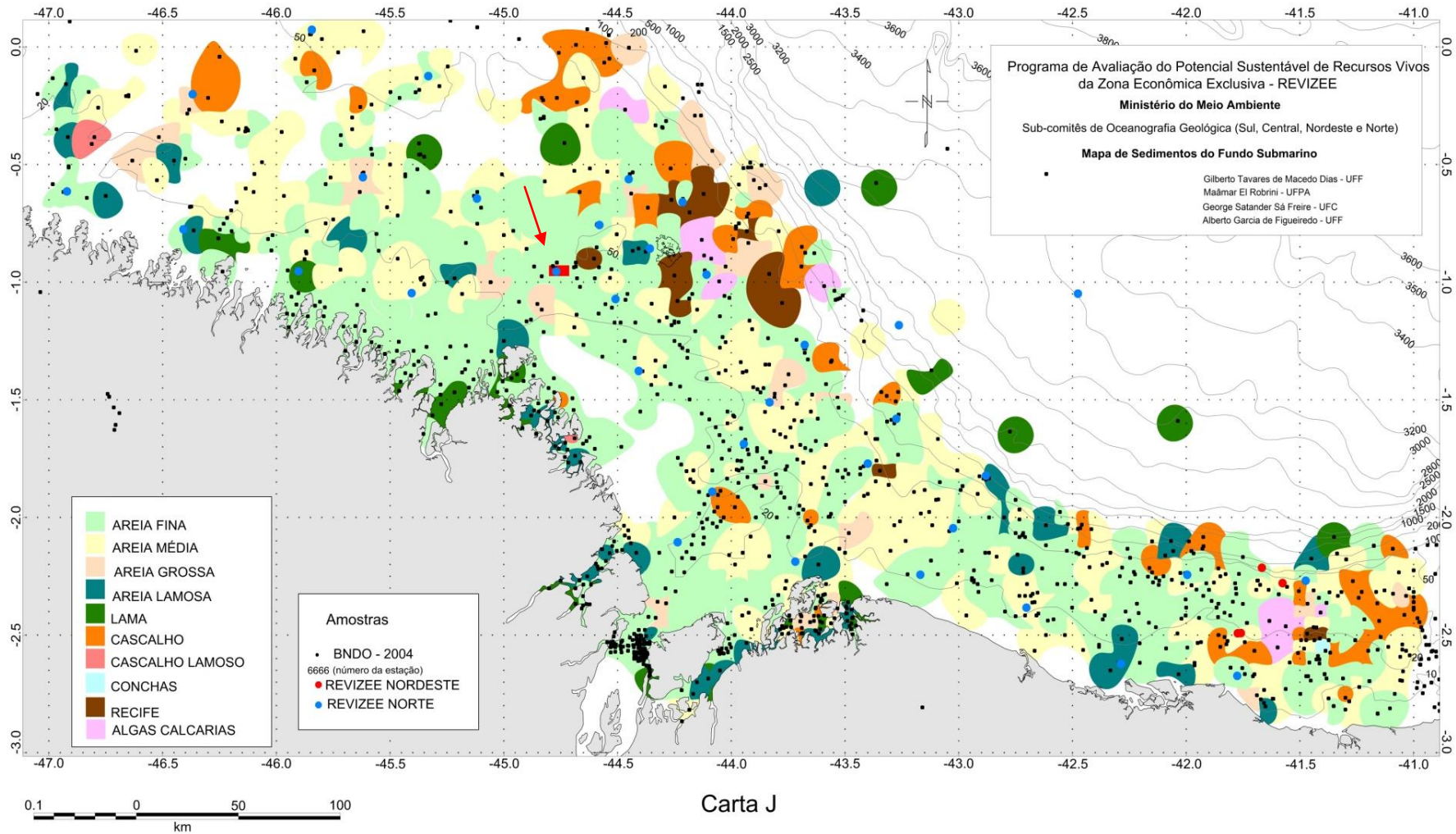
Na plataforma média e externa ocorrem depósitos de cascalhos que são relacionados às algas calcárias (formas livres do tipo *maërl*), bem como às construções recifais (ex. Manoel Luís).

Os recifes de Manoel Luís são constituídos por cabeços recifais verticais, formados por crostas muito endurecidas de algas calcárias, que podem aflorar em condições de maré baixa. Os espécimes de corais existentes não são formadores de recifes.

A área de pesquisas detalhadas, objeto do presente EIA relatório, encontra-se assinalada no referido mapa por um retângulo de cor vermelha. Esta área encontra-se em sua maior parte sobre uma elevação batimétrica (FIGURA 24) coberta por depósitos in situ de algas calcárias, semelhantes aos depósitos do tipo *Lithothamnium* (ou *maërl*), existentes em certos locais da plataforma continental francesa.

Nos anexos 8, 9 e 10 encontram-se os mapas geológicos.

FIGURA 21 - Mapa Faciológico da plataforma continental entre o Piauí e Maranhão.

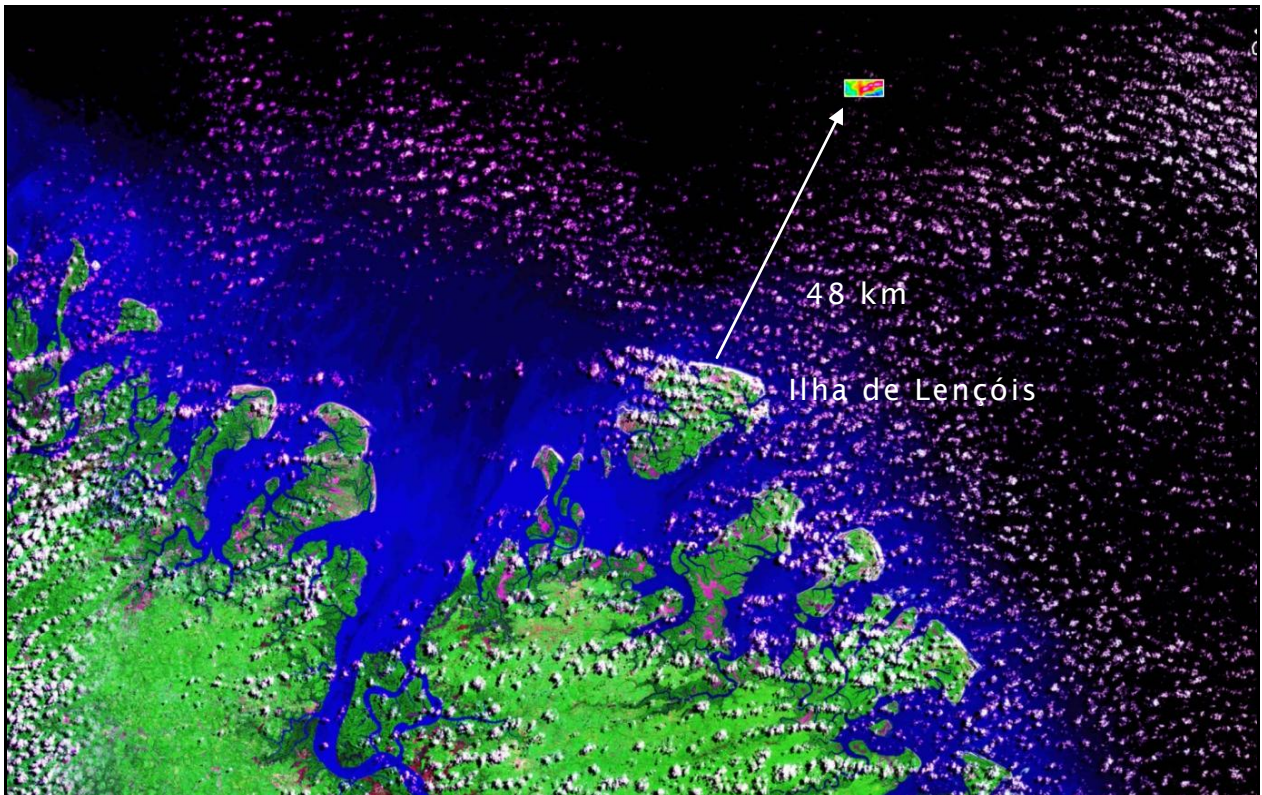


Fonte: Programa REVIZEE



A área objeto dos levantamentos de caracterização ambiental deste EIA encontra-se na plataforma continental média, ao largo dos bancos de Cururupu, distante 20,6 milhas náuticas (~38km) da ilha de Lençóis e 24 mn (~44km) do parcel de Manoel Luís (FIGURA 22).

**FIGURA 22** - Localização da área de levantamentos sobre imagem georeferenciada Landsat 2000.

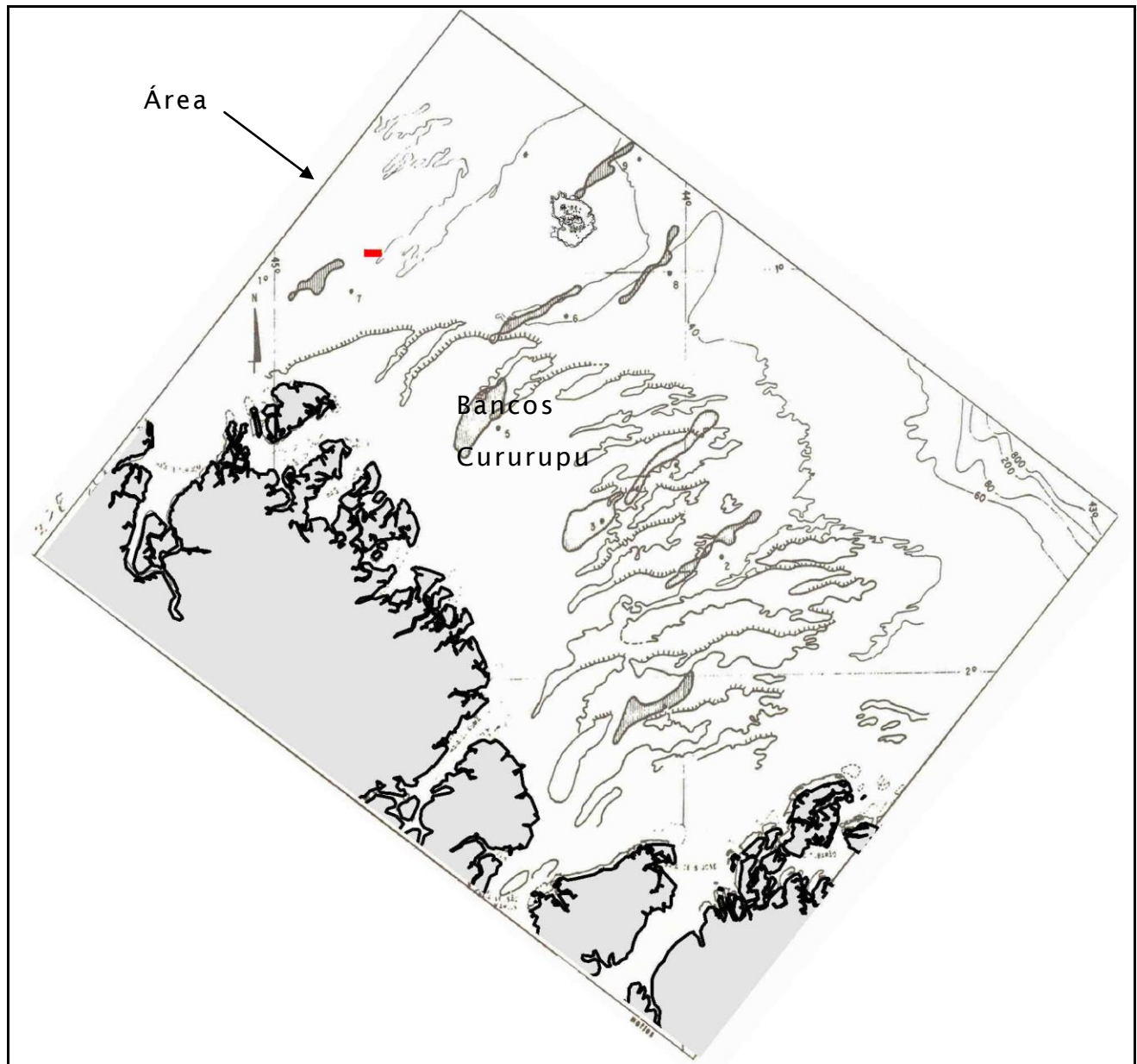


Fonte: <https://zulu.ssc.nasa.gov/mrsid/mrsid.pl>.

De acordo com Palma (1979), na plataforma continental interna a média ao largo de Cururupu existe 19 grandes bancos de areia. São bancos assimétricos com face escarpada voltada para NW, comprimentos entre 14 e 70 km, largura de aproximadamente 7km e altura entre 8 e 20m (FIGURA 23).



**FIGURA 23 -** Localização dos bancos de Cururupu.



**Fonte:** PALMA, 1979.

Superpostas a essas grandes feições ocorrem ainda numerosas outras com menor comprimento de onda, tais como ondas de areia (sand waves) e marcas de ondas (mega ripples e ripple marks). As ondas de areia possuem comprimento de onda entre 400 e 500m e altura média



de 7m.

Os grandes bancos são denominados “cristas de correntes de maré” (tidal current ridges) ou “cristas arenosas de maré” (tidal sand ridges) e são típicas de plataformas em que a onda de maré é amplificada por ressonância. Esses tipos de acumulações de areia foram bem estudados na plataforma continental atlântica dos EUA.

A formação dos bancos é devida a fluxos espirais de correntes de maré, interagindo com correntes litorâneas que deformam essas espirais, causando assimetria dessas feições de fundo.

A evolução geológica do campo de bancos entre os estuários de São Marcos e do Cumã (Depressão Maranhense) corresponde ao mecanismo de formação de bancos de recuo estuarino (estuarine shoal retreat massifs) que, de acordo com Swift (1975), representam o resultado da migração do Golfão Maranhense até a posição atual, durante a transgressão marinha holocênica. Estas feições podem se manter até grandes distâncias da costa desde que não haja mudanças consideráveis da direção do fluxo principal de correntes durante a transgressão.

O Campo de Bancos de Cururupu evidencia desenvolvimento diferente nos flancos Leste e Norte. Os bancos a Leste são semelhantes aos descritos no parágrafo precedente (estuarine shoal retreat massifs), os do flanco Norte ao contrário são mais largos e separados por canais mais estreitos e mais rasos e não se encontram canais dominados por fluxos de vazante. A distribuição de correntes de maré registradas mostra um desvio do fluxo para oeste-sudoeste.

Essas diferenças morfológicas e de regime hidráulico sugerem uma origem dos bancos a partir da dissecação e remobilização de uma acumulação preexistente de areia que, durante a Transgressão Holocênica, foi submersa e retrabalhada pelas correntes marinhas.

O paleocanal do Rio Turiaçu, que atravessa toda a plataforma



continental desde a baía de Turiaçu, ocorre à noroeste da escarpa do Campo de Cururupu (FIGURA 23).

A área estudada é adjacente à margem oeste do paleocanal de Turiaçu, delimitado na FIGURA 23 pela isóbata de 40m.

Os Levantamentos geofísicos (sísmica rasa) complementados por coletas de amostras superficiais, filmagens e sondagens submarinas por jateamento hidráulico, foram realizados com auxílio de duas embarcações adquiridas pela empresa. A embarcação MAR 22 (Foto 3), projetada para pesca em alto mar, foi adaptada com guinchos, compressor para mergulho e pau de carga com roldanas para coleta de amostras e realização de sondagens.

O catamaran Neptuno (Foto 4) foi também adaptado para a realização da pesquisa, com a instalação dos equipamentos de geofísica, filmagens submarinas e mergulho.

**Foto 3** - Embarcação MAR 22 realizando trabalhos de coleta e sondagem.



**Fonte:** Apoio Engenharia e Mineração, ANO 2006-2007.



**Foto 4-** Catamaran que auxiliou nos trabalhos de levantamentos sísmicos e filmagens submarinas.



Fonte: Apoio Engenharia e Mineração, ANO 2006-2007.

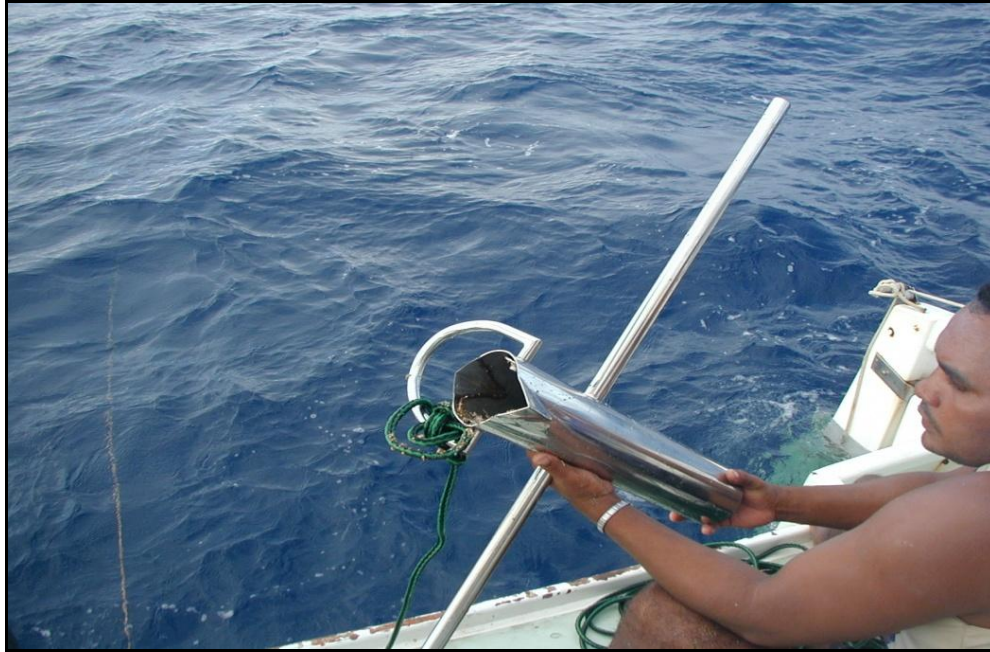
### **Coletas de Amostras de sedimentos superficiais do fundo marinho**

Antes da campanha de levantamento geofísico foi realizado um levantamento específico para coletas de amostras superficiais do fundo marinho (Foto 5). Os locais de coletas foram previamente planejados e distribuídos ao longo das 4 áreas requeridas ao DNPM. Após análise dessas amostras foi elaborado um mapa faciológico.

O levantamento geofísico e as sondagens por jateamento hidráulico foram então programados em função do conhecimento preexistente da distribuição faciológica do fundo marinho.



**Foto 5** - Equipamento desenvolvido para coleta de amostras superficiais do fundo.



Fonte: Apoio Engenharia e Mineração, ANO 2006-2007.

#### **a) Batimetria**

As profundidades descritas a seguir foram obtidas dos perfis sísmicos e não estão reduzidas ao nível de referência da DHN. Para ser compatível com os valores da Carta Náutica DHN 410 deve ser subtraído 4m dos valores apresentados.

O mapa batimétrico representado na FIGURA 24 (Anexo 11) evidencia um alto fundo de orientação ENE-WSW onde ocorrem as menores profundidades da área mapeada, próximas a 18 m. O depósito de algas calcárias situa-se sobre esse alto batimétrico, e sobre os seus flancos, até profundidades de 35 a 38m. O flanco SE possui forte gradiente, e constitui a borda de um canal batimétrico onde as profundidades atingem 58m. Esse canal mais profundo, de direção ENE-WSW,



representa um pequeno trecho do extenso paleocanal do rio Turiaçu, que corta toda a plataforma continental (FIGURA 24).

### **b) Mapa Faciológico**

O mapa representado na FIGURA 25 (Anexo 12) se restringe à área onde foram observadas as ocorrências de algas calcárias. Essa área foi definida como área final, requerida ao DNPM. Nas demais áreas adjacentes ocorrem areias quartzosas finas bem selecionadas.

### **c) Trabalhos de Geofísica**

A sísmica rasa de alta resolução é um método geofísico acústico (perfilador de subfundo) que permite investigar a estratigrafia dos sedimentos, sob o fundo marinho, com resolução vertical de aproximadamente 10 cm. O sistema utilizado (Geostar Full Spectrum com Tow-Fish SB216S da Edgetech Inc.) tem como fundamento físico, a propagação de ondas acústicas de alta frequência (2-16 kHz), com pulsos de 20 m/s que permitem “penetrar” no pacote sedimentar evidenciando as camadas do subfundo. Dependendo da textura e compactação dos sedimentos essa penetração pode ser de, aproximadamente, 5 metros em cascalhos e 60 metros em lamas.

Os dados de navegação e batimetria foram processados no programa Hypack 2008. Os dados sísmicos brutos foram processados no software Discover 3.27 da Edgetech Inc. para a filtragem dos ruídos de alta frequência e redução dos efeitos dos movimentos da embarcação (caturro).



**Foto 6** - Sensor da sísmica de alta resolução (Tow-Fish SB216S) sendo lançado para reboque sobre o fundo.



**Fonte:** Apoio Engenharia e Mineração, ANO 2006-2007.

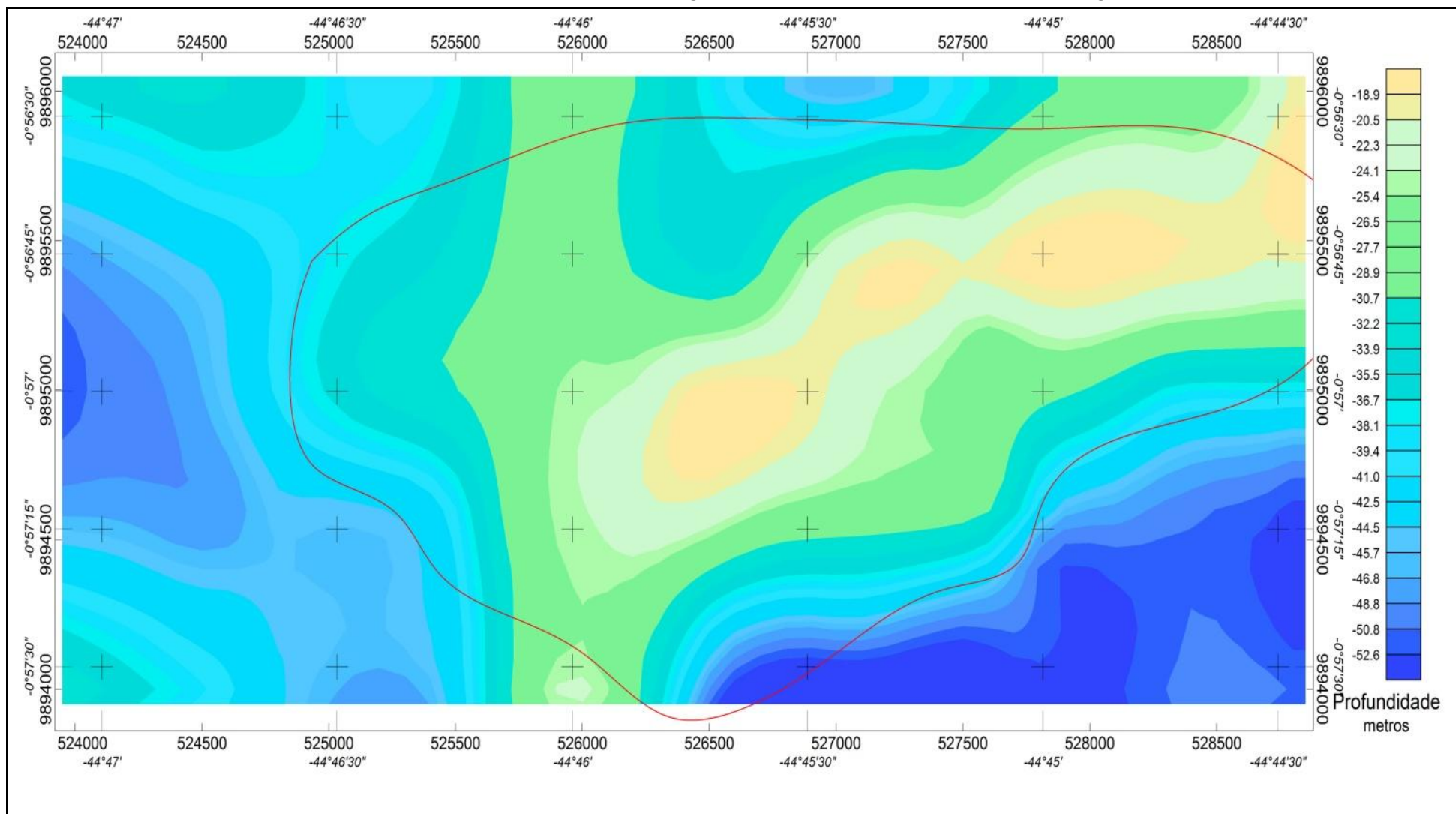
### **Registros Sísmicos obtidos na área**

Foram definidos 6 perfis sísmicos, que sobrepostos ao mapa batimétrico resultam na FIGURA 26 (Anexo 13), na qual as letras delimitam as seções sísmicas que serão mostradas nas FIGURA 27 a FIGURA 33 e a linha vermelha representa a área de ocorrência de algas calcárias, isentas de areia quartzosa.

A FIGURA 27 a FIGURA 33 representam as imagens dos registros sísmicos. As marcas horizontais nos registros representam espaçamentos de 25m e a distância vertical entre as linhas correspondem a uma espessura de 5m. As coordenadas geográficas estão assinaladas verticalmente no registro.



FIGURA 24 - Mapa batimétrico da área de ocorrência de algas calcárias (interior da linha poligonal).

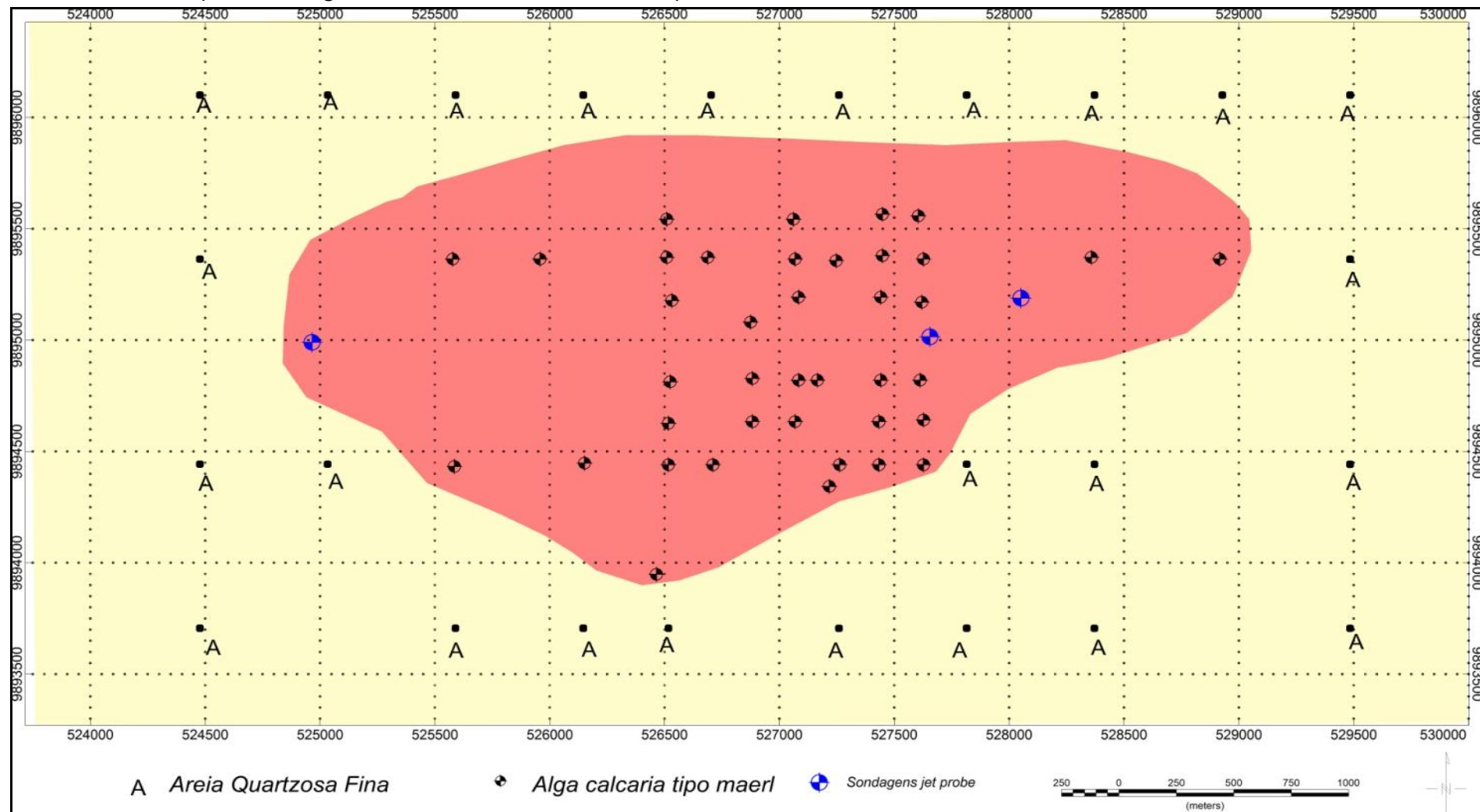


Fonte: Apoio Engenharia e Mineração





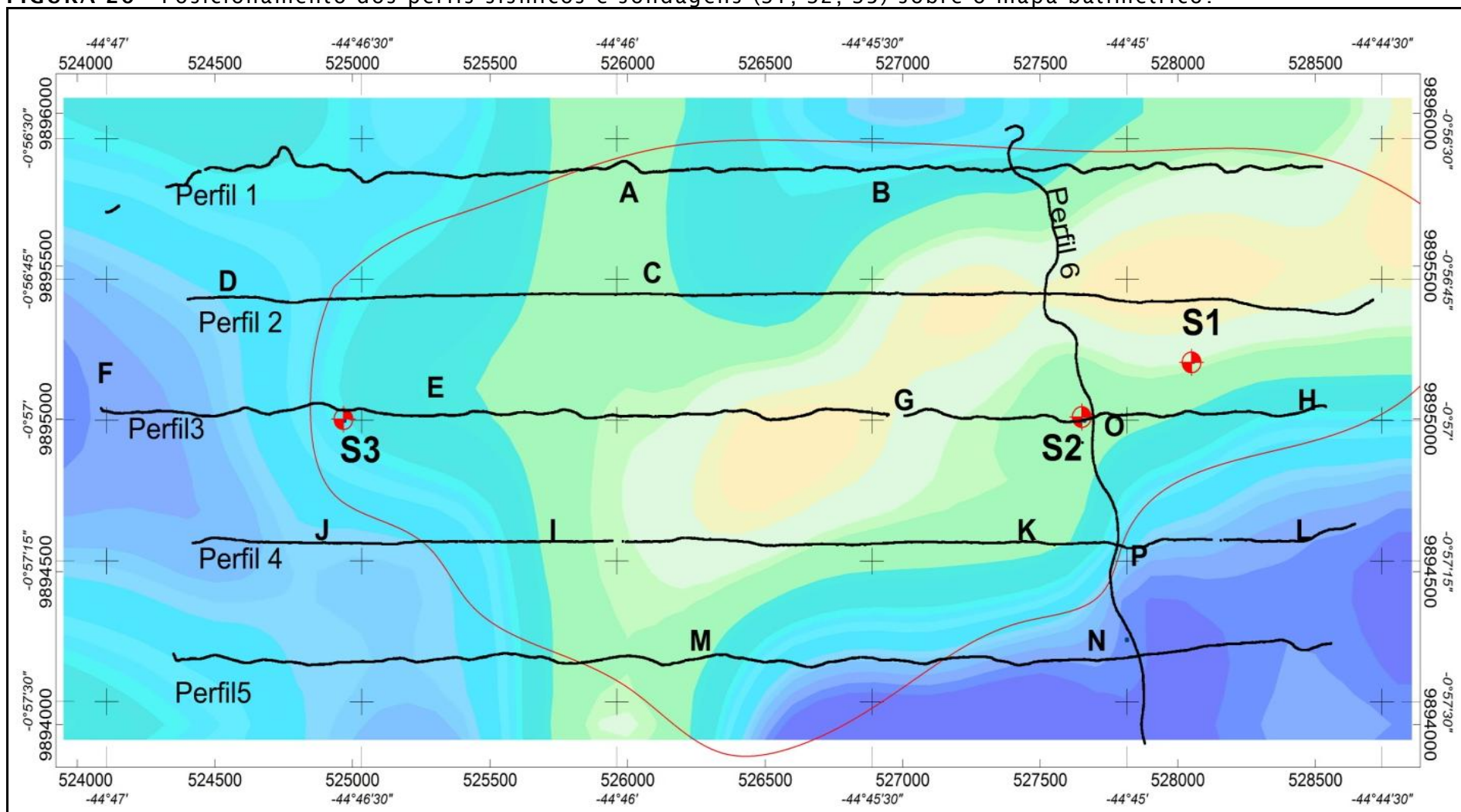
**FIGURA 25 - Mapa Faciológico da área mineralizada requerida ao DNPM.**



Fonte: Apoio Engenharia e Mineração.



**FIGURA 26** - Posicionamento dos perfis sísmicos e sondagens (S1, S2, S3) sobre o mapa batimétrico.

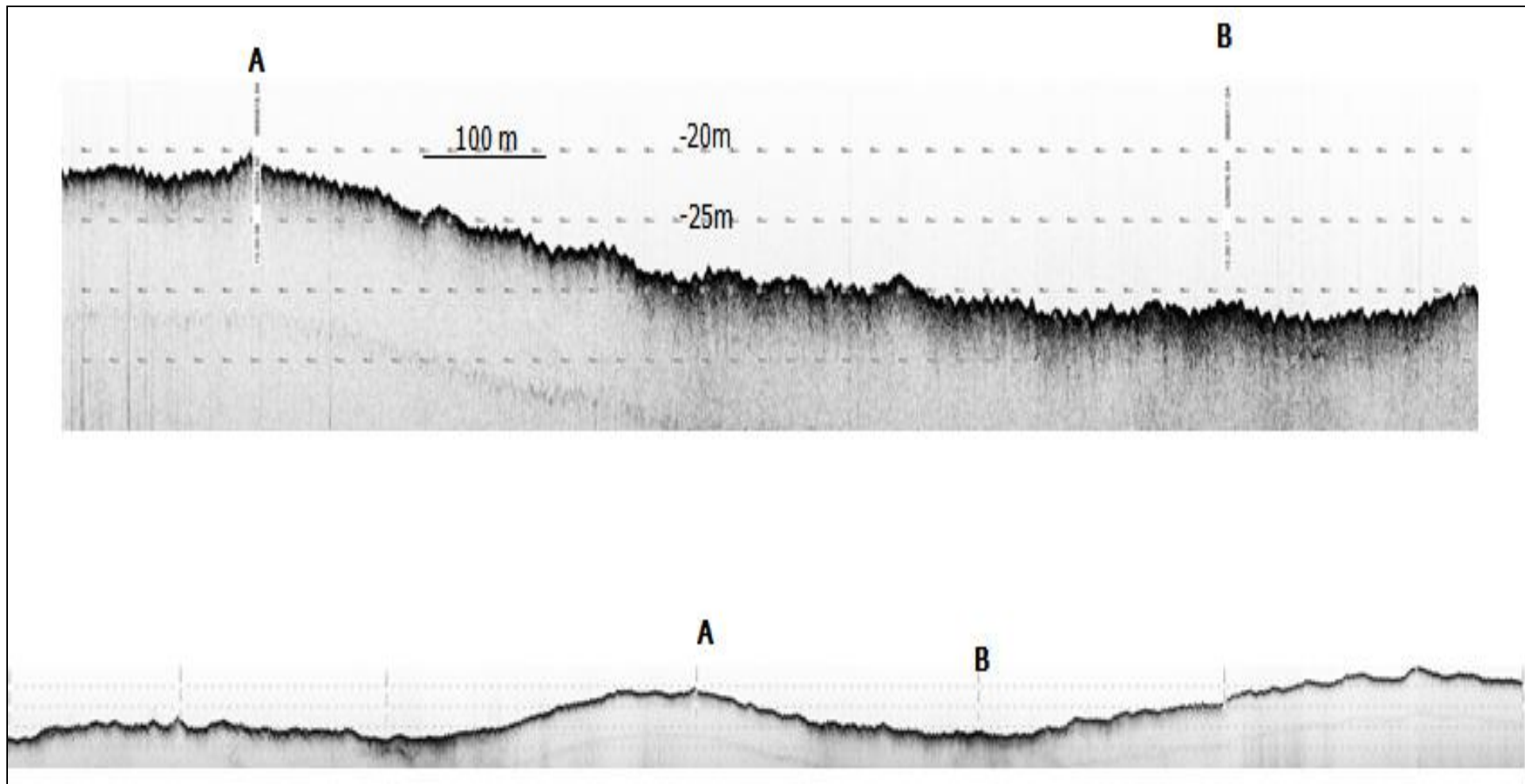


Fonte: Apoio Engenharia e Mineração.





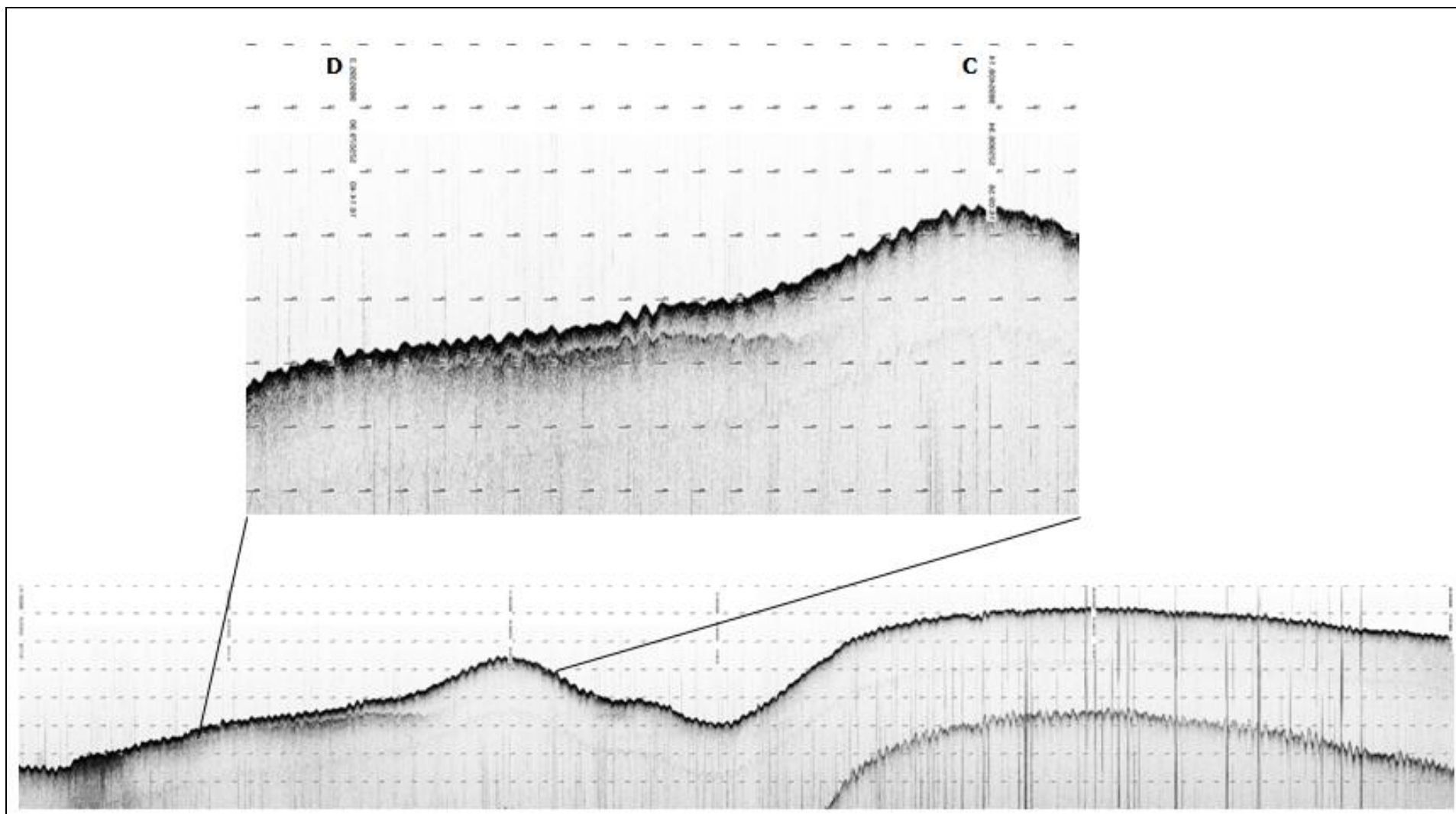
FIGURA 27 - Perfil sísmico 1.



Fonte: Apoio Engenharia e Mineração.



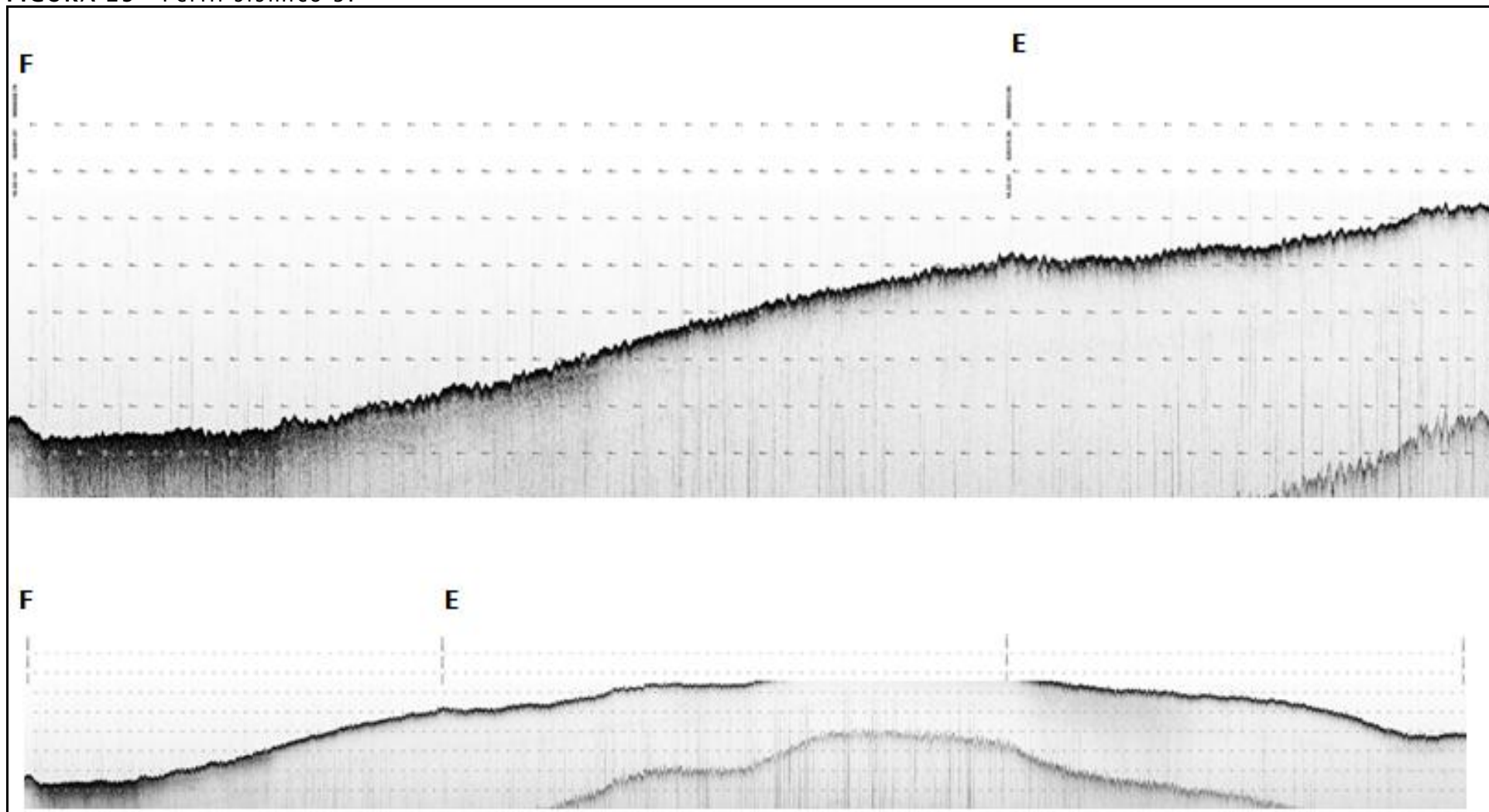
FIGURA 28 - Perfil sísmico 2.



Fonte: Apoio Engenharia e Mineração.



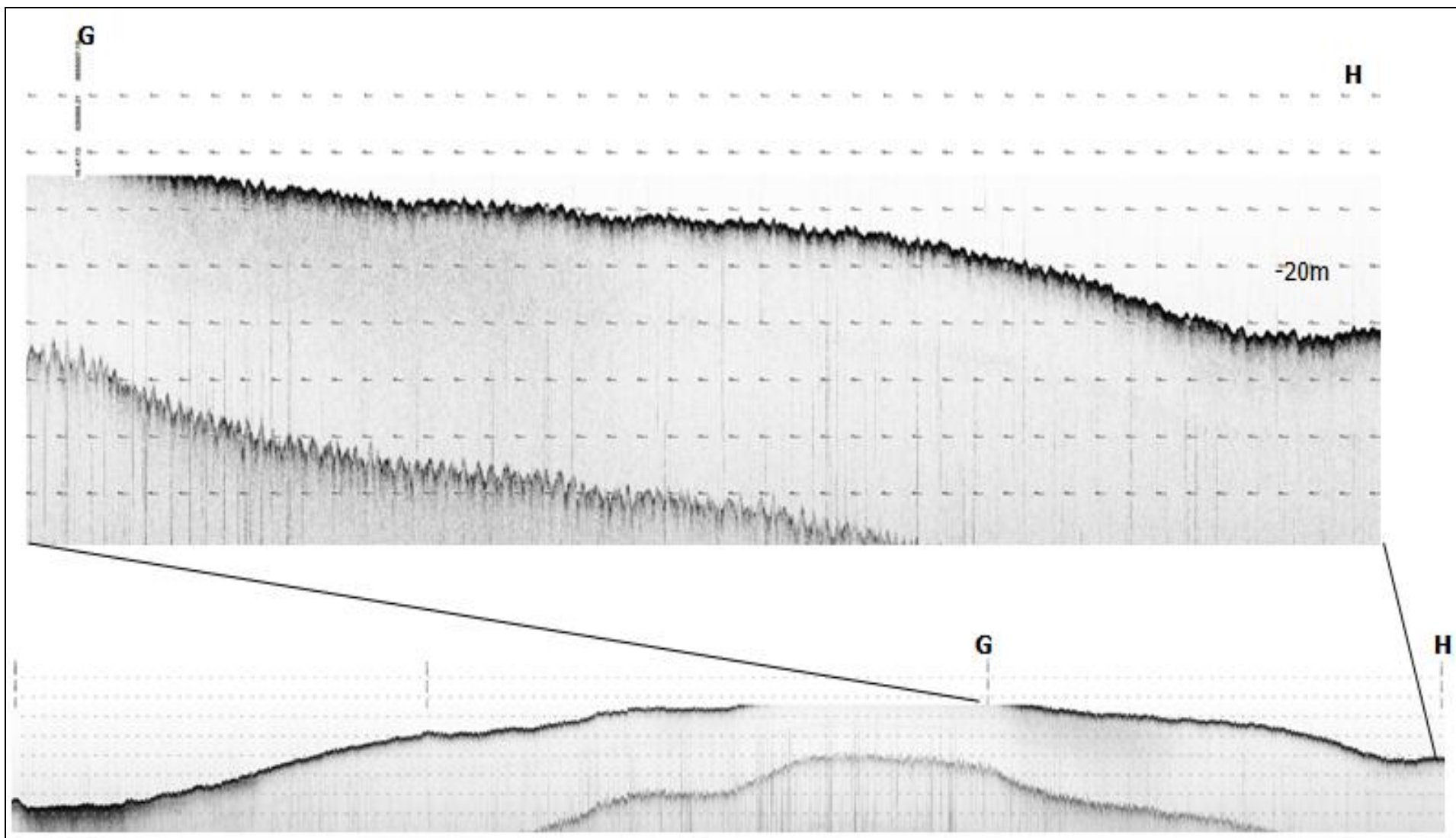
FIGURA 29 - Perfil sísmico 3.



Fonte: Apoio Engenharia e Mineração.



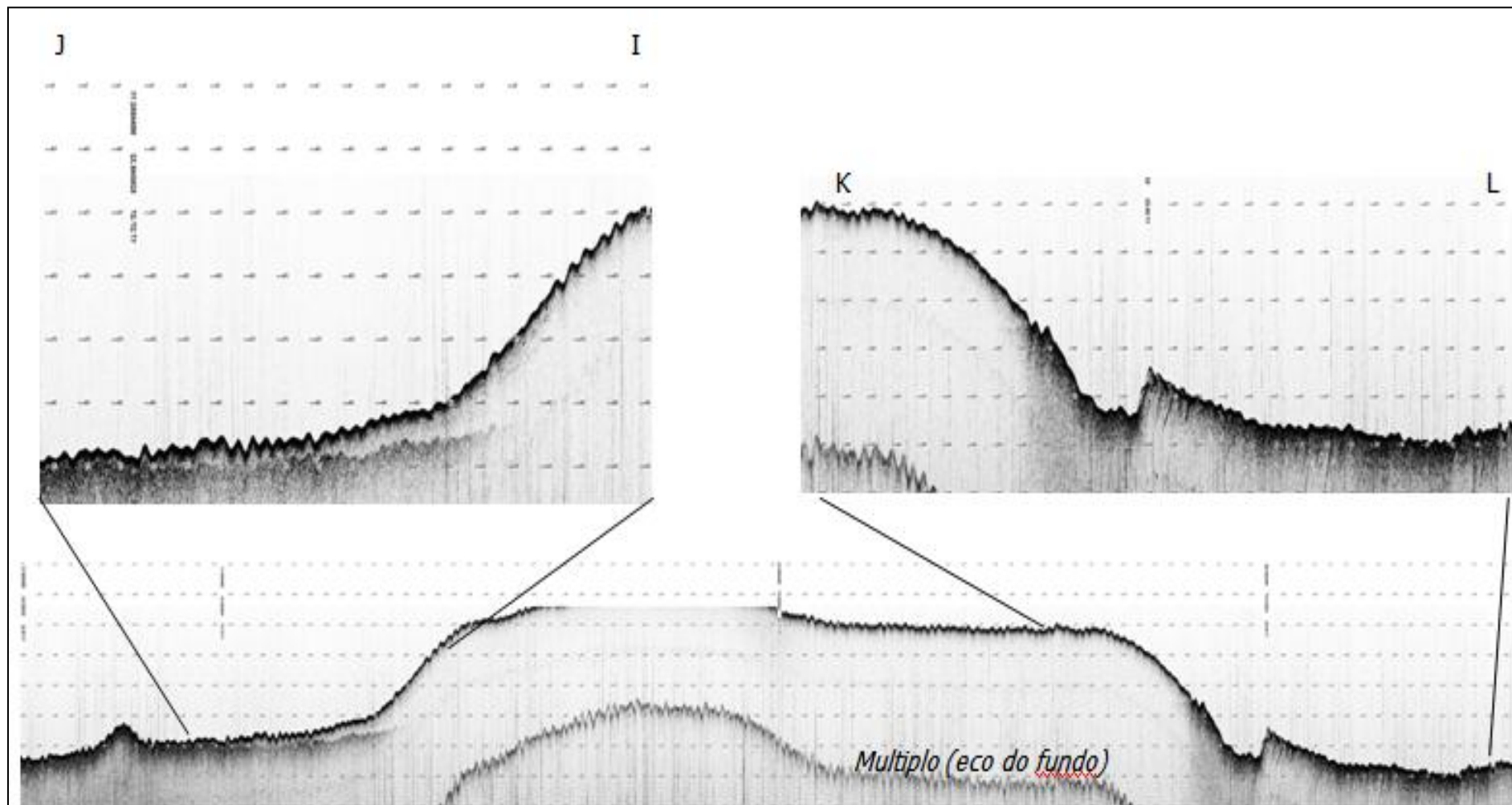
FIGURA 30 - Perfil sísmico 3.



Fonte: Apoio Engenharia e Mineração.



FIGURA 31 - Perfil sísmico 4.

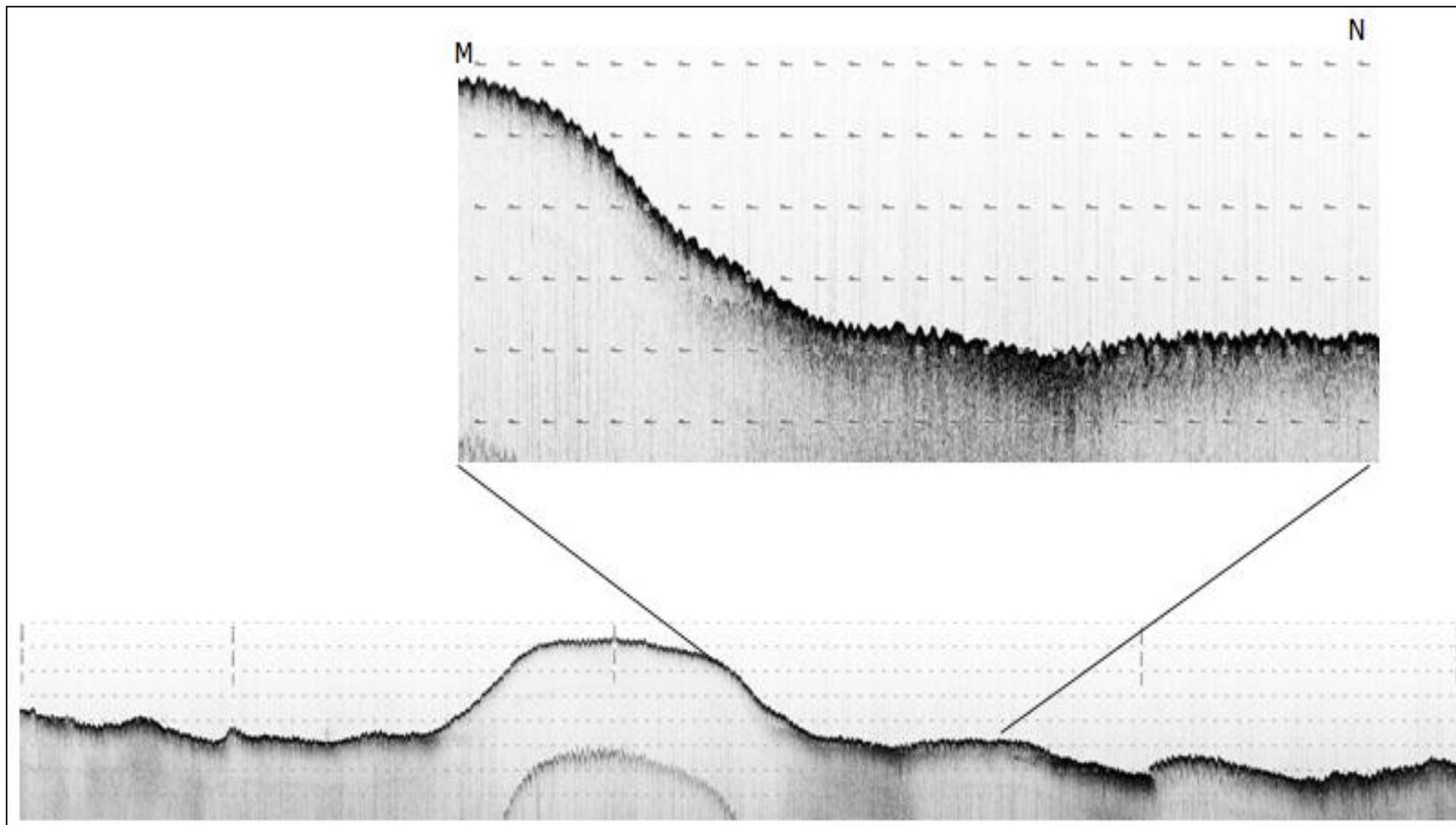


Fonte: Apoio Engenharia e Mineração.

No perfil 4 observa-se a esquerda (w) o contato em forma de cunha e a passagem lateral dos sedimentos biodetríticos (*maërl*) sobre as areias finas quartzosas. À direita (E) nota-se o relevo irregular e profundo (50m) relacionado ao PA.



FIGURA 32 - Perfil sísmico 5.

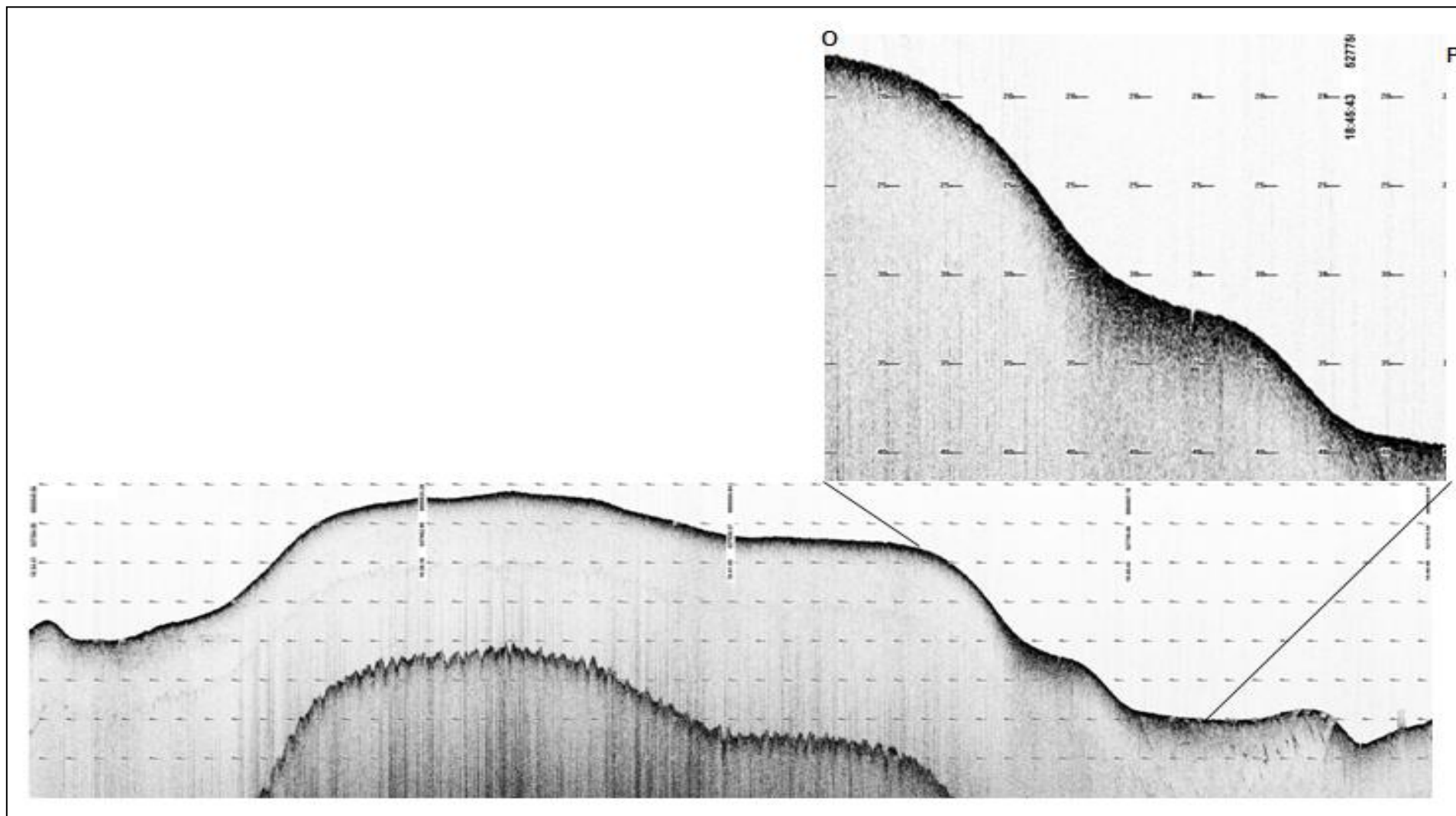


Fonte: Apoio Engenharia e Mineração.





FIGURA 33 - Perfil sísmico 6.



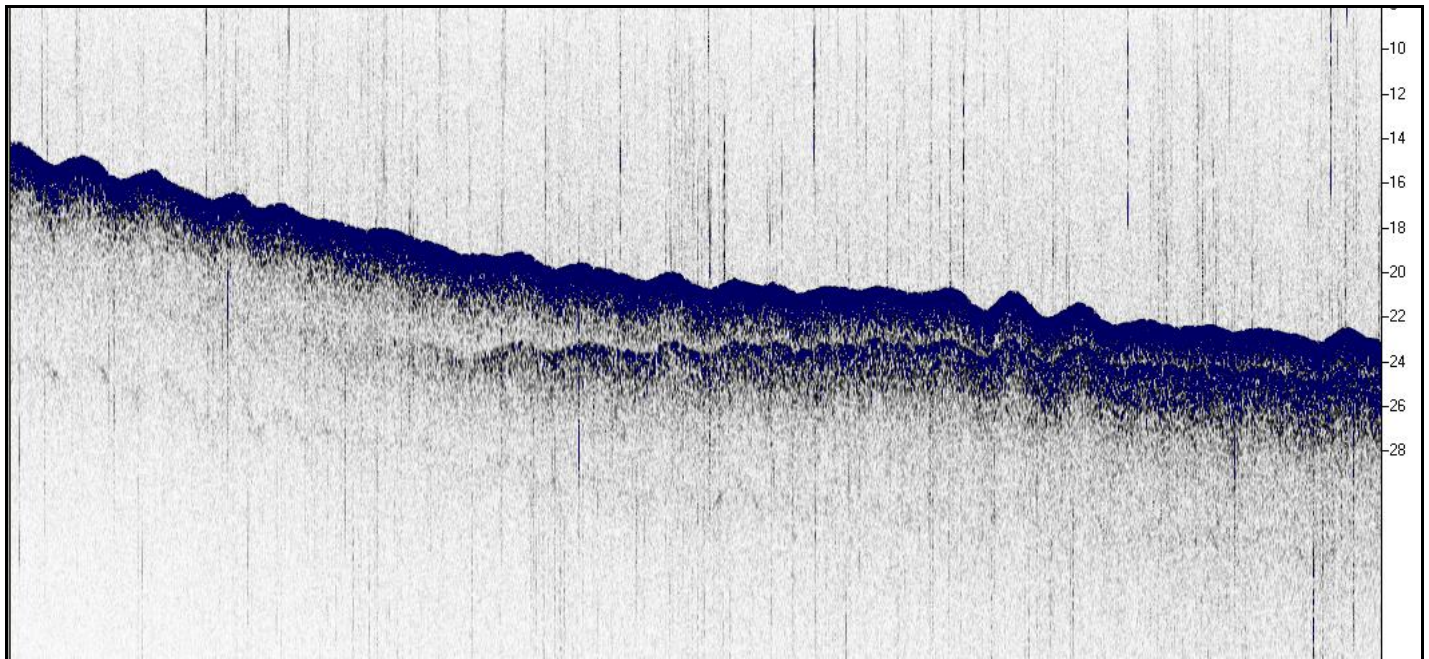
Fonte: Apoio Engenharia e Mineração.



Em todos os perfis sísmicos observa-se o alto fundo sobre o qual ocorrem os depósitos de algas calcárias. Nas bordas dessa elevação, nota-se a passagem lateral progressiva dos sedimentos bioclásticos sobre as areias quartzosas, características do fundo marinho regional. O refletor sísmico plano paralelo, correspondente ao topo da camada areno quartzosa, pode ser acompanhado sob o sedimento biodetrítico. Conclui-se que este sedimento deposita-se por gravidade, nos flancos da elevação, sobre as areias quartzosas, formando uma cunha que se espessa na direção da elevação batimétrica.

Na FIGURA 34 observa-se que no trecho onde o refletor subsuperficial (areia) não é mais visível, a espessura do sedimento biodetrítico é superior a 4 metros.

**FIGURA 34** - Depósito de algas, por gravidade, em um dos flancos da elevação batimétrica (Coordenadas E525573 N9895406.) \*.

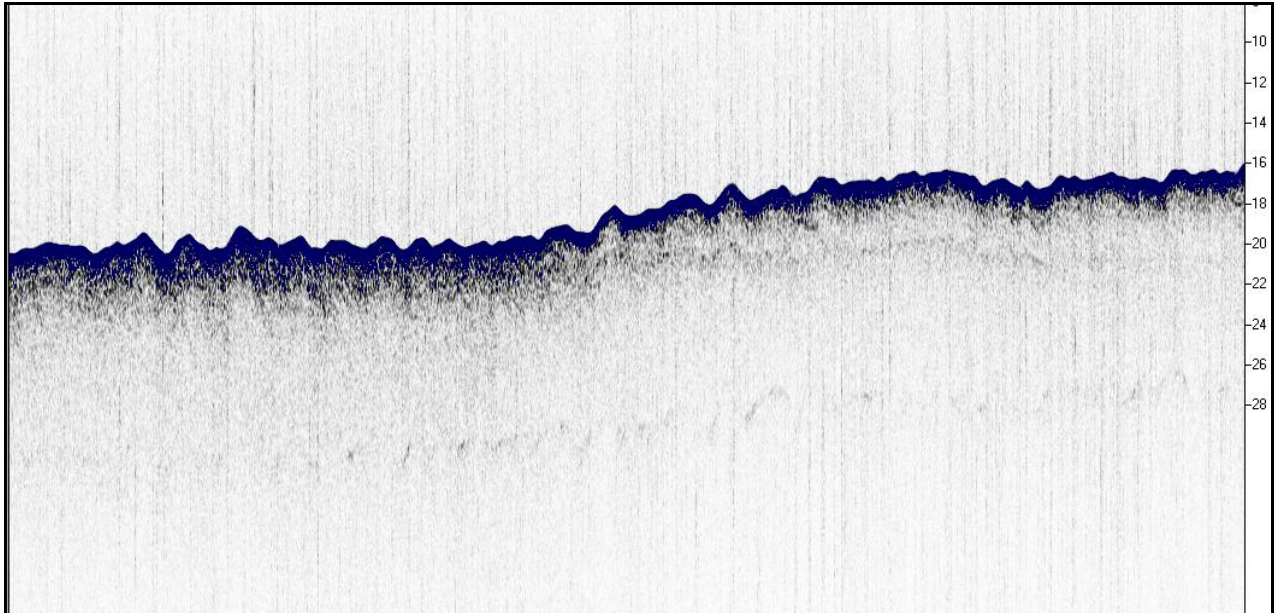


Fonte: Apoio Engenharia e Mineração.

\* Os bioclastos formam uma cunha, sobre as areias quartzosas (refletor escuro subsuperficial).



**FIGURA 35** - Passagem lateral da camada de algas para areia quartzosa (Coordenadas E527615 N9895826)\*.



Fonte: Apoio Engenharia e Mineração

\* A passagem é evidenciada pelo forte refletor superficial no lado esquerdo do registro.

### **Sondagens por Jateamento Hidráulico**

Foram realizadas sondagens submarinas por jateamento hidráulico (jet probe) distribuídas em três locais ao longo a área mapeada. Esse método de sondagem, realizada por mergulhadores autônomos, consiste na perfuração do sedimento, utilizando-se hastes de 1 1/2'' acopladas e conectadas por mangueira flexível, a uma bomba hidráulica de alta pressão que produz na extremidade inferior um jateamento de água. As amostras do material perfurado são coletadas ao serem extravasadas sobre a superfície do fundo.

As sondagens foram executadas nos 3 pontos assinalados na FIGURA 28 e atingiram as seguintes espessuras abaixo do fundo marinho: 0,90m ,

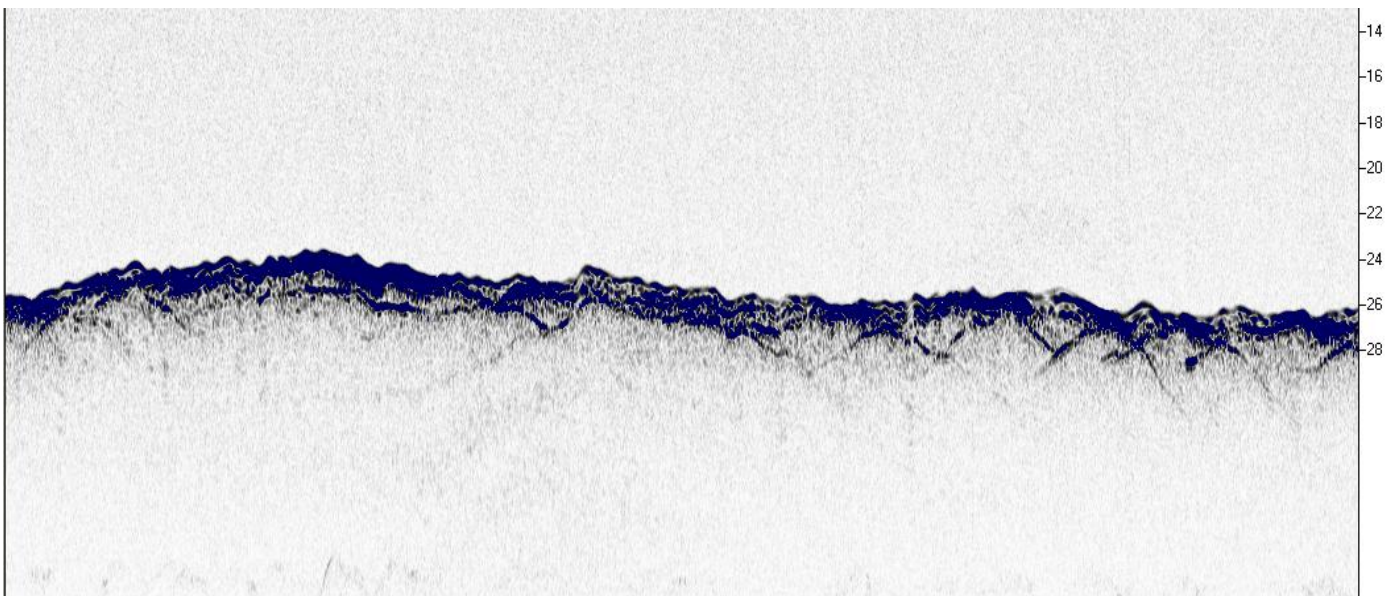


no ponto S1; 1,40 m, no ponto S2 e 2,10 m, no ponto S3.

Nas três sondagens houve facilidade de penetração na camada superficial de algas, evidenciando a natureza desagregada desse material bioclástico. A interrupção das sondagens foi devido à ocorrência de material endurecido abaixo do fundo, impedindo a penetração manual das hastes de sondagem. A natureza do material endurecido em subsuperfície pode estar relacionada à superfície rochosa, de relevo irregular, detectada sob as areias quartzosas, conforme visualizado na FIGURA 36.

O alto fundo seria então constituído em subsuperfície por material rochoso e sua superfície inteiramente coberta por depósitos bioclásticos de algas calcárias (rodolitos tipo *maërl*). A espessura da camada superficial de algas é irregular, acompanhando as irregularidades da superfície rochosa subjacente.

**FIGURA 36** - Embasamento rígido e irregular sub aflorante coberto por areias quartzosas finas.



**Fonte:** Apoio Engenharia e Mineração.



### **Filmagens Submarinas**

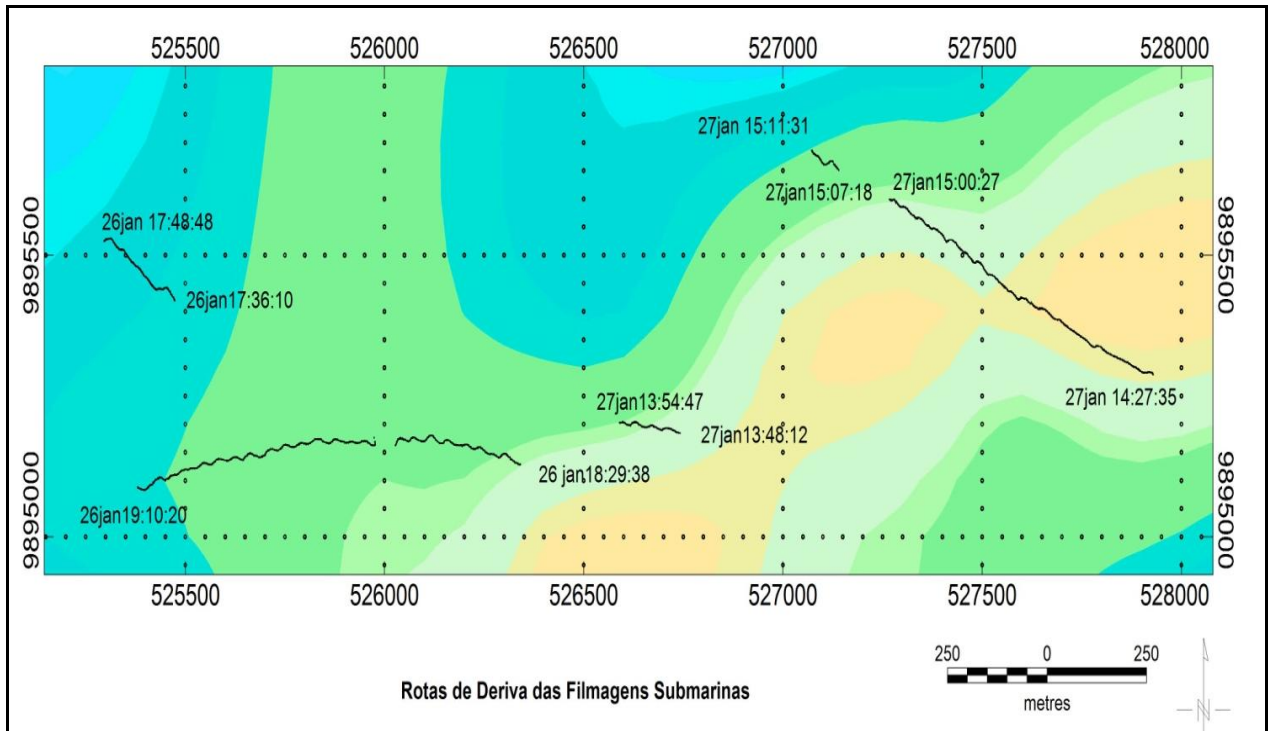
Nos dias 26 e 27 de janeiro de 2007 foram realizadas filmagens submarinas sobre o Banco do Tarol. As gravações em vídeo foram armazenadas em 3 discos. As filmagens foram classificadas conforme a data (26 e 27 de janeiro de 2008) e hora (FIGURA 37).

As gravações em vídeo submarino foram feitas com a embarcação se deslocando à deriva. A visualização das linhas de deriva foi acompanhada em tempo real, na tela do computador, sobre um mapa de fundo, importado pelo programa de navegação (Hypack).

A câmera foi operada por meio de um cabo coaxial que, suspenso pela borda do barco, permite realizar filmagens contínuas próximas ao fundo e quando necessário, obter imagens fixas, em escala, quando se permitia que o frame tocasse o fundo marinho. As imagens foram gravadas em DVD, sincronizando-se a gravação com o tempo de aquisição das posições DGPS, registradas no programa de navegação. Dessa forma as observações puderam ser precisamente posicionadas em mapa, apresentada na (FIGURA 37).



**FIGURA 37 -** Posicionamento das rotas de deriva.



**Fonte:** Apoio Engenharia e Mineração.

A câmera de vídeo utilizada nessas filmagens possui resolução de 530 linhas, sensibilidade de 0,01 lux e foco otimizado para uso submarino (10 cm a 5,0 m reajustável) (Foto 7 e Foto 8). Os DVDS das filmagens realizadas encontram-se anexados ao presente relatório.

**Foto 7** - Suporte metálico, cabos, câmera de vídeo e sistema de iluminação.



**Fonte:** Apoio Engenharia e Mineração, ANO 2006-2007.

**Foto 8** - Equipamento de recepção da sísmica (1), DGPS (2), gravador de DVD (3), computador para visualização em tempo real da navegação (4) e TV para exibição e acompanhamento das imagens (5).



**Fonte:** Apoio Engenharia e Mineração, ANO 2006-2007.



### 3.2.2 Oceanografia

Os dados apresentados a seguir foram resumidos do trabalho de Silva; Araújo e Pinheiro (2007) que analisou a variabilidade sazonal das propriedades termohalinas na Plataforma Continental do Maranhão e área oceânica adjacente. Foram considerados dois diferentes períodos, associados às distintas características de forçantes atmosféricas e continentais - Novembro/1997 e Junho/1999. Os resultados foram baseados na análise simultânea de dados hidrográficos obtidos a partir de cruzeiros oceanográficos do Programa "REVIZEE/SCORE-NO", complementados com informações oriundas de satélites e de resultados de modelagem numérica oceânica.

Se em épocas anteriores as medidas da Temperatura da Superfície do Mar (TSM) e Salinidade da Superfície do Mar (SSM) só poderiam ser feitas através de campanhas oceanográficas, nos últimos anos o avanço tecnológico permitiu estimar essas variáveis a partir de informações de refletância obtidas por sensores instalados em satélites. Ao mesmo tempo, modelos numéricos oceânicos vêm sendo cada vez mais utilizados como ferramenta importante na análise e previsão da distribuição espacial e temporal dessas variáveis.

#### a) Temperatura da Superfície do mar - TSM

Ao longo da costa norte brasileira atua em superfície a Corrente Norte do Brasil (CNB), transportando águas quentes e salinas do hemisfério sul em direção noroeste. Em profundidade, as águas frias formadas no Atlântico Norte transitam em direção sul, via a Corrente Profunda de Borda Oeste (CPBO). Este esquema de circulação foi denominado de circulação termohalina do Atlântico (Gordon, 1986), constituindo uma parte do que se costuma designar por "esteira transportadora" da circulação termohalina do oceano global.

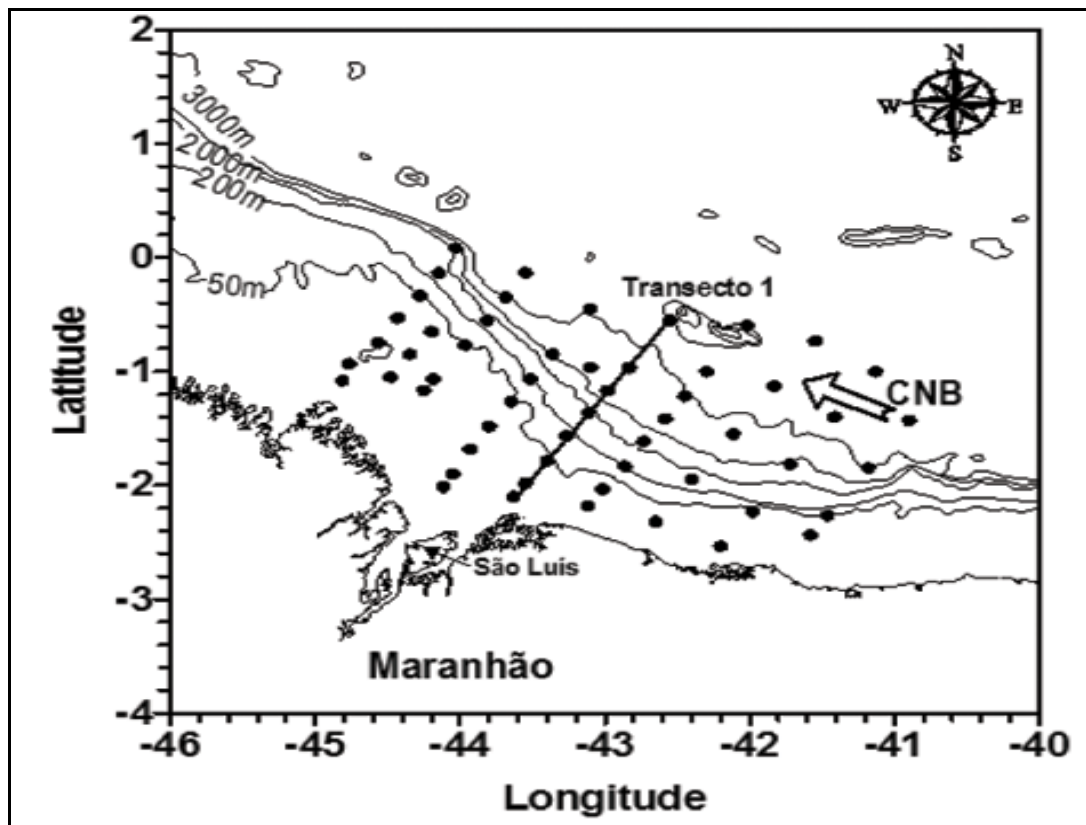
A distribuição superficial da temperatura da água do mar na Plataforma



Continental do Maranhão durante o mês de Novembro/1997 apresentou um valor máximo próximo a 28,5°C, localizado nas proximidades da costa (FIGURA 39a). Este período está associado às menores taxas de precipitação na região.

Durante este período, os menores valores da TSM foram observados na área oceânica adjacente à Plataforma, quando se verifica o aparecimento ou a intrusão de águas oceânicas com baixos valores de temperatura (em torno de 27,6°C).

FIGURA 38 - Mapa de localização das estações oceanográficas.



Fonte: SILVA; ARAÚJO E PINHEIRO (2007).

Na FIGURA 38, o perfil a NW, adjacente a ilha de Lençóis, encontra-se muito próximo da área do presente estudo.

Durante o mês de Junho/1999, época em que se verificam elevadas



taxas de precipitação na região, a distribuição espacial da TSM apresentou um valor máximo próximo da costa (em torno de 28,9°C), não muito diferente dos valores máximos de temperatura observados durante o mês de Novembro/1997 (FIGURA 39b). O padrão de distribuição de TSM sugere que há influência de águas costeiras, de acordo com núcleos observados de maiores temperaturas. Águas Costeiras apresentam maior concentração de material em suspensão e, conseqüentemente, propicia maior absorção de luz (e calor) nas camadas superficiais. A carta de distribuição da TSM média mensal gerada através de dados do satélite TRMM-TMI, para o mês de Junho/1999, apresentou uma nítida correlação com os dados hidrográficos, quando se registra a presença de altos valores da TSM próximo da costa, e o aparecimento de uma faixa de águas mais frias na região oceânica adjacente à quebra da PCM.

#### **b) Salinidade da Superfície do Mar – SSM**

As cartas de distribuição espacial da Salinidade da Superfície do Mar (SSM), geradas a partir dos cruzeiros oceanográficos do REVIZEE/N, indicam a presença de maiores valores ao longo da PCM durante o mês de Novembro/1997, quando comparado ao mês de Junho/1999. Em Novembro registrou-se um valor máximo de SSM de 37,4, diminuindo na direção do mar aberto. O valor médio de salinidade para esta época do ano foi de 36,6 (FIGURA 40).

No período de Novembro/1997 e Junho/1999, foram registrados os menores valores de TSM próximo da quebra da PCM. O período que corresponde o inverno austral (Junho/1999) é caracterizado pela alta capacidade de transporte do sistema Subcorrente Norte do Brasil - Corrente Norte do Brasil (SCNB-CNB) na área de estudo, com volume transportado de 26.7 Sv na longitude de 44°W (Bourlès et al., 1999). Medidas de correntes fornecidas por bóias oceanográficas realizadas por Johns et al. (1998) em torno de 4°S de latitude, demonstraram que



a CNB tem um significativo ciclo anual na área, com máximo transporte de 36 Sv em Julho-Agosto e mínimo transporte de 13 Sv em Abril-Maio, com uma média anual em torno de 26 Sv. Estas observações são bem reproduzidas pelas simulações numéricas do Experimento ATL6, quando se verifica uma maior ação do transporte superficial de massa e energia para Noroeste ao longo da quebra da PCM no mês de Junho/1999, quando comparado ao mês de Novembro/1997 (FIGURA 41a e FIGURA 41b).

Silva e col.(2007), concluem que os resultados das análises dos dados hidrológicos, obtidos na região da Plataforma Continental do Maranhão (PCM) e área oceânica adjacente, permitiram identificar situações distintas com relação às distribuições espaços-temporais de Temperatura e Salinidade da Superfície do Mar (TSM e SSM, respectivamente).

No que se refere à escala espacial, foi possível evidenciar dois padrões de distribuição, em função das forçantes modificadores do balanço térmico e salino. Um primeiro padrão é encontrado na região da Plataforma Continental Interna (limitada pela isóbata 50 m), onde as distribuições de salinidade e temperatura são preponderantemente afetadas pelo aporte continental de água doce e de material em suspensão. Esta influência ficou mais evidente nos dados coletados em Junho/1999, época de elevada pluviosidade regional. O segundo padrão de distribuição das propriedades termohalinas superficiais na área de estudo corresponde à região oceânica adjacente à Plataforma Continental. Neste caso, verifica-se que os valores superficiais da TSM, nos períodos estudados, podem ser explicados pela influência da corrente de fronteira oeste do Atlântico, dos ventos alísios e pelo aporte de águas de baixa salinidade, principalmente na região de influência da CNB, agindo próximo da quebra da Plataforma Continental.

As observações hidrográficas, os registros de modelo numérico e



medidas do satélite TRMM-TMI mostraram menores valores da TSM próximo da quebra da Plataforma, nos meses de Junho/1999 e Novembro/1997.

A comparação entre as distribuições verticais das propriedades termohalinas ao longo de um transecto perpendicular à costa indicou uma pequena elevação das ZMix e ZIsot (20 m e 40 m de profundidade) formado uma ECB de 20 m durante o mês de Junho/1999. Esta configuração é resultante da presença de águas de baixa salinidade em superfície provenientes do aporte de águas fluviais sendo subductadas por núcleos de salinidade máxima em subsuperfície no qual são transportados para a região de estudo pelo sistema de SCNB-CNB, ao longo da fronteira oeste do Atlântico.

Estes fenômenos de larga escala terminam por influenciar decisivamente o transporte de energia e de massa ao longo da costa brasileira, bem como as trocas entre águas continentais e oceânicas. Os resultados apresentados neste trabalho constituem uma contribuição para o conhecimento e a consequente quantificação destes processos.

Com relação à pluma de turbidez a ser gerada na fase de operação da atividade na área de influência do empreendimento, não existem ainda dados disponíveis para se efetuar essa modelagem com precisão. Pode-se afirmar, porém que a fragmentação dos talos de algas calcárias, do tipo maerl, existentes nas jazidas do Maranhão, geram sedimentos de granulometria grossa, maiores do que 1mm (areia grossa e cascalho), não existindo probabilidade de suspensão de partículas finas (lamas). Durante a extração dos sedimentos produzidos por essas algas, as partículas que estarão em suspensão na água da cisterna de deacantação do navio draga, serão reinjetadas para o fundo marinho e depositadas na própria área de extração.

O único possível impacto da geração de sedimentos em suspensão consiste na deposição permanente de sedimentos finos sobre o fundo marinho, recobrando as algas vivas no entorno da área de extração. Isto



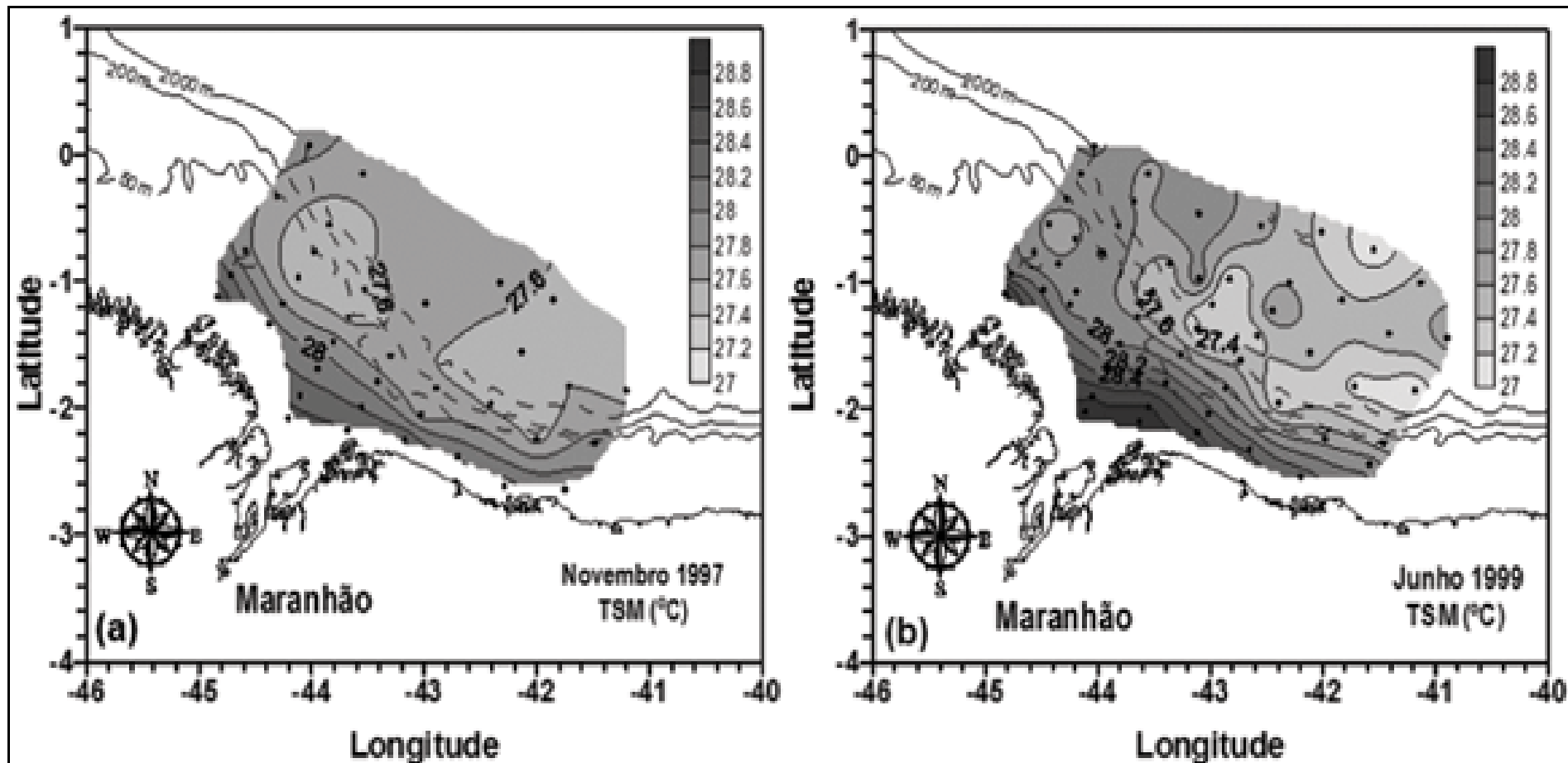


acontece em algumas áreas de dragagens de algas em outros locais (Ex Glenans-França) pelo fato de haver a presença significativa de sedimentos finos (silte e argila) nos depósitos. Este fato porém não se observa na área em questão.

Os estudos relacionados aos sedimentos em suspensão só serão eficazes se forem realizados *in situ*, durante a fase de monitoramento ambiental.



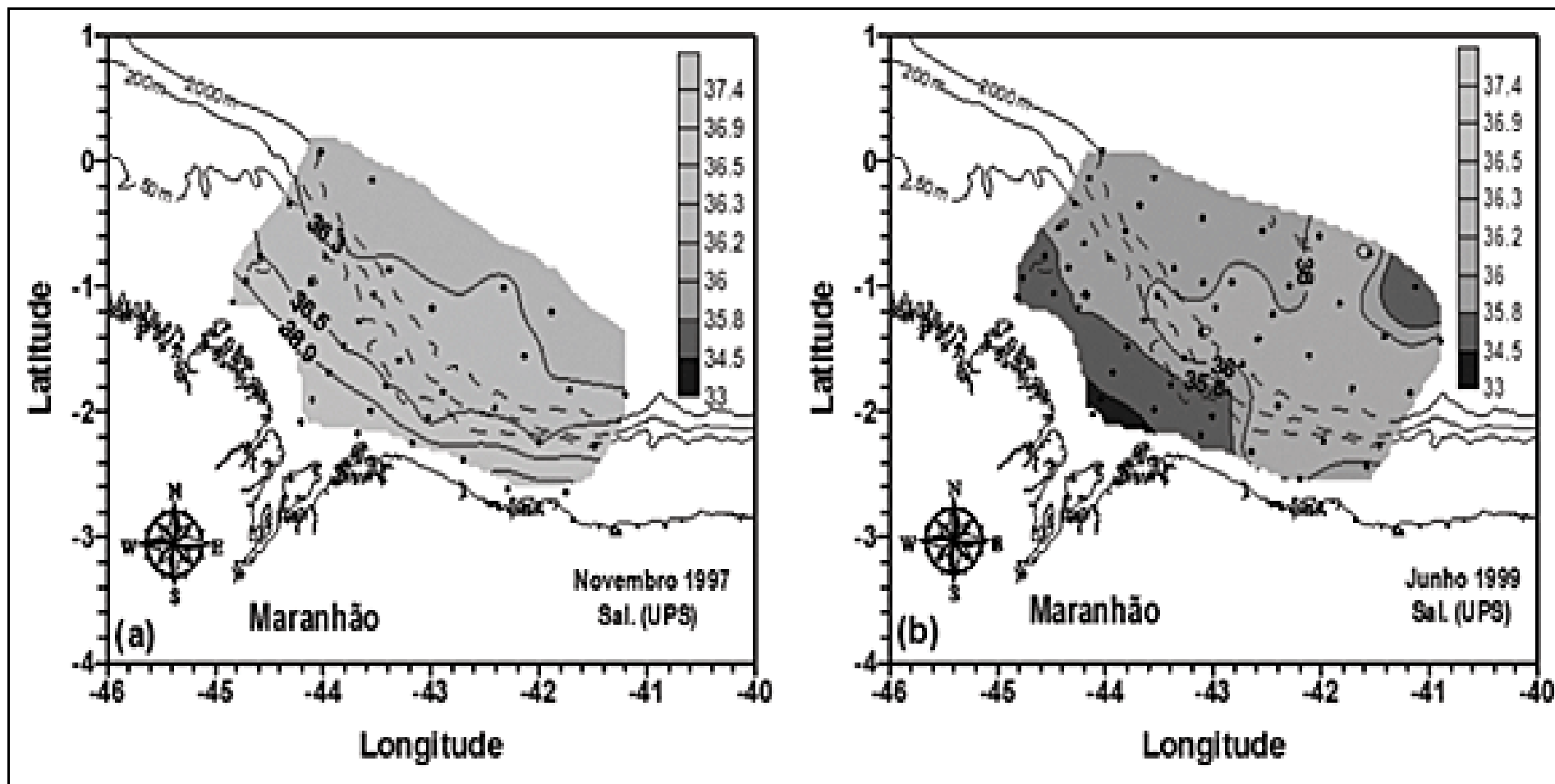
**FIGURA 39** - Cartas de distribuição de Temperatura da Superfície do mar (TSM), obtidas a partir dos dados hidrográficos coletados nos cruzeiros oceanográficos do programa REVIZEE/N durante os meses de: (a) (Novembro/1997; e (b) Junho/1999.



Fonte: SILVA; ARAÚJO E PINHEIRO (2007).



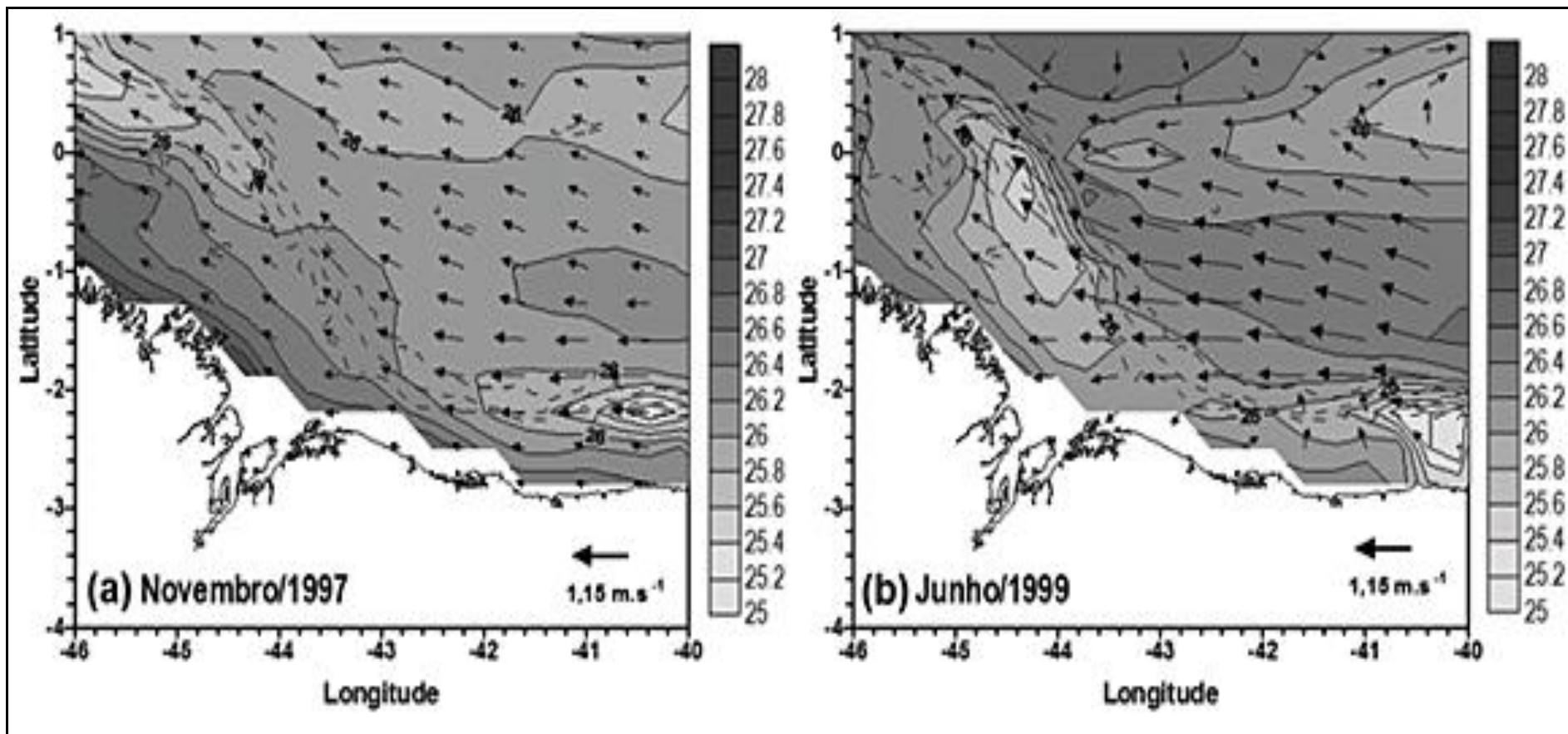
**FIGURA 40** - Cartas de distribuições da Salinidade da superfície do mar (SSM), obtidas a partir dos dados hidrográficos coletados nos cruzeiros oceanográficos do Programa REVIZEE/N durante os meses de: (a) Novembro/1997; e (b) Junho/1999.



Fonte: SILVA; ARAÚJO E PINHEIRO (2007).



**FIGURA 41** - Distribuição espacial dos valores médios mensais de Temperatura da Superfície do Mar (TSM) e vetores de correntes superficiais, gerados a partir dos resultados numéricos do Experimento ATL6: (a) Novembro/1997; e (b) Junho/1999.



Fonte: SILVA; ARAÚJO E PINHEIRO (2007).





**c) Correntes de Marés**

Os estudos regionais realizados através do Programa de Reconhecimento Global da Margem Continental Brasileira - Projeto REMAC, Palma (1979), assim descreve a forma e a natureza da topografia submarina da região: entre o Vale Submarino do Pará e o Golfão Maranhense, as correntes de maré predominam na circulação da plataforma, até junto do litoral.

Um levantamento correntométrico efetuado pela Diretoria de Hidrografia e Navegação, da Marinha do Brasil, nas proximidades da Baía de São Marcos fornece dados que podem indicar os padrões Hidráulicos gerais da região. As elipses das correntes superficiais medidas apresentam a predominância de correntes de maré reversas, perpendiculares á costa. As elongações das elipses registram velocidades máximas superiores, em média, a 1,5 nó nas estações situadas na plataforma continental. Em condições extremas de maré, as velocidades podem alcançar 2 a 2,5 nós. Os fluxos de enchente são ligeiramente mais intensos do que os de vazante. Medidas efetuadas na boca da Baía de São Marcos registraram velocidades que podem alcançar mais de 7,5 nós, em condições extremas de maré, e as velocidades de fluxo de vazantes são quase o dobro das de enchente.

As correntes residuais ou permanentes predominam para nordeste, formadas principalmente, pelas correntes de deriva litorâneas e pela Corrente Norte Brasileira.

A corrente oceânica de superfície conhecida por 'corrente das Guianas', responsável pela hidrodinâmica da região, tem uma velocidade aferida fora da plataforma continental, de 0,30 m/s e direção predominante para oeste, ao longo de todo o ano (fonte: DHN-BNDO).

Entretanto, na área específica do jazimento aqui pesquisado, existe o permanente fluxo e influxo dos movimentos de maré costeira. A direção da corrente durante a maré enchente é para SW, com velocidade



de até 0,70 m/s na preamar de sizígia e velocidade de 0,30 m/s na preamar de quadratura. Na maré vazante, a direção se inverte para NNE, com velocidade de até 0,78 m/s na baixamar de sizígia e de 0,33 m/s na baixamar de quadratura. Durante o estofio entre cada uma das marés, observa-se uma parada total do movimento das águas, por um período de 20 minutos nas marés de sizígia e 50 minutos nas marés de quadratura.

### 3.2.2.1 Qualidade da Água

A água integra as preocupações do desenvolvimento sustentável, baseado nos princípios da função ecológica da propriedade, da prevenção, da precaução, do poluidor-pagador, do usuário-pagador e da integração, bem como no reconhecimento de valor intrínseco à natureza.

A qualidade da água depende de diversos fatores, como variáveis climáticas, constituição geológica da área, bem como mecanismos internos e externos à coluna d'água. O aspecto climático da região contribui na atividade exercida pelo movimento das massas de ar.

O controle da poluição está diretamente relacionado com a proteção da saúde, garantia do meio ambiente ecologicamente equilibrado e a melhoria da qualidade de vida, levando em conta os usos prioritários e classes de qualidade ambiental exigidos para um determinado corpo de água.

O número de locais amostrados foi definido em função das variações das características bióticas e abióticas da área em estudo, dos aportes, da geomorfologia, da presença, composição e vazão de efluentes, entre outros fatores que resultam numa heterogeneidade espacial. Em atendimento aos itens solicitados no TR, fez-se necessário a coleta e o encaminhamento das amostras de água da Plataforma Continental em Cururupu em 04 (quatro) pontos (FIGURA 26 e Foto 9), as quais foram



encaminhadas ao Laboratório de Patologia Clínica Ltda (São Luís-MA), e cujos resultados estão descritos na TABELA 5. Os respectivos métodos são apresentados no anexo 6.

**Foto 9** - Coleta de água para amostragem.



Fonte: Apoio Engenharia e Mineração, ANO 2006-2007.

### **Padrões de Qualidade da Água**

Para enquadrar os corpos d'água e seus padrões de qualidade o MMA (Ministério de Meio Ambiente) através do CONAMA estabeleceu a partir das Resoluções 274/2000 e 357/2005, os parâmetros que servem como princípio orientador para sua classificação e definição (TABELA 6).

De acordo com os resultados obtidos a partir das variáveis físico-químicas e bacteriológicas mensuradas (TABELA 5) obteve-se resultados compatíveis estabelecidos na legislação vigente. Verifica-se que as águas da Plataforma Continental em Cururupu não apresentam



contaminação com relação à balneabilidade, uma vez que teores detectados de coliformes fecais (termotolerantes) estão abaixo do limite estabelecido na Resolução CONAMA nº. 274/2000, conferindo condições próprias para usos do tipo - recreação de primeiros contatos.

É importante destacar nessa análise que os valores detectados de oxigênio dissolvido (OD) estão nos parâmetros do que determina a Resolução CONAMA nº. 357/2005 para águas salinas. O pH das águas nos 04 (quatro) pontos encontra-se com valores que variam de 8 a 8,3, valores considerados padrões para águas salinas.

Devido a distância entre a jazida e o litoral de Cururupu a extração do calcário não afetará a os padrões de balneabilidade das praias desse município.

Durante as incursões em campo, buscando a obtenção de dados primários para subdiar o EIA não foram coletados dados na massa d'água com o objetivo de caracterizar a razão N:P visando a composição fitoplantônica e caracterizar os níveis de turbidez na massa de água em pelo menos 3 níveis: superfície, meio e fundo, porém nos DVDs enviados em anexo, encontram-se diversas informações para aquela região da plataforma continental.





TABELA 5 - Variáveis físico-químicas dos pontos amostrados.

| <b>Parâmetros Físico-Químico e Bacteriológico</b> | <b>P1<br/>(24.01.06)</b> | <b>P2<br/>(22.02.06)</b> | <b>P3<br/>(23.06.06)</b> | <b>P4 (05.08.06)</b>           |
|---|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------------|
| pH  | 8                        | 8                        | 8,3                      |                                |
| Cor (U.C)   | 5                        | 2                        |                          |                                |
| Turbidez (N.T.U)                                  | 0,5                      | 0,5                      |                          | 0,5 (F); 0,8 (M)               |
| Cálcio (mg/l CaCO <sub>3</sub> )                  | 130                      | 166,6                    |                          |                                |
| Magnésio (mg/l MgCO <sub>3</sub> )                | 88                       | 580,6                    |                          |                                |
| Cloretos (mg/l Cl <sup>-</sup> )                  | 20.747,30                | 23.296,97                |                          |                                |
| Salinidade (‰)                                    | 8.067,00                 | 1.192,63                 |                          | 8.629,88 (F);<br>12.164,79 (M) |
| Sólidos suspensos (mg/l)                          | 10.485,00                | 130                      |                          |                                |
| Sólidos totais (mg/l)                             | 36.193,00                | 694                      |                          |                                |
| Sílica (mg/l SiO <sub>2</sub> )                   | 194,00                   | 142,8                    |                          |                                |
| Fosfato (mg/l Po <sub>2</sub> )                   | 0,04                     | 0                        |                          |                                |
| Alcalinidade total (mg/l CaCO <sub>3</sub> )      |                          |                          | 88                       |                                |
| Amônia (mg/l)                                     |                          |                          | 0,1                      |                                |
| DBO (mg/l O <sub>2</sub> )                        |                          | 38                       | 30                       |                                |
| DQO (mg/l O <sub>2</sub> )                        |                          | 290                      | 264                      |                                |
| Coliformes totais (N.M.P/100ml)                   | 460                      | 240                      |                          |                                |
| Coliformes fecal (N.M.P/100ml)                    | 75                       | 44                       |                          |                                |
| Bactéria heterotrófica (U.F.C/ml)                 | ≤500                     |                          |                          |                                |



|                                 |  |  |       |  |
|---------------------------------|--|--|-------|--|
| CO2 (mg/l)                      |  |  | 0     |  |
| Nitrogênio amoniacal ((mg/l O2) |  |  | 0,05  |  |
| OD (mg/l)                       |  |  | 7,2   |  |
| Nitrato (mg/l N)                |  |  | 1,4   |  |
| Nitrito (mg/l N)                |  |  | 0,009 |  |
| Óleos e graxas (mg/l O.G)       |  |  | 0,015 |  |

Fonte: Apoio Engenharia e Mineração, ANO 2006-2007.



**TABELA 6** - Padrões de qualidade Resolução CONAMA 357 de 17 de 2005.

| <b>ÁGUAS SALINAS</b>                              |                           |                                       |                                  |
|---|---------------------------|---------------------------------------|----------------------------------|
| <b>Padrões e Padrões</b>                          | <b>Classe 1</b>           | <b>Classe 2</b>                       | <b>Classe 3</b>                  |
| <b>Condições de qualidade de água</b>             |                           |                                       |                                  |
| Verificação de efeito tóxico crônico a organismos | Não verificação           | Não verificação                       |                                  |
| Materiais flutuantes                              | VA <sup>1</sup>           |                                       | VA                               |
| Óleos e graxas                                    | VA                        |                                       | Toleram-se iridescências         |
| Odor e Turbidez                                   | VA                        |                                       | VA                               |
| Corantes provenientes de fontes antrópicas        |                           |                                       | VA                               |
| Resíduos sólidos objetáveis                       | VA                        |                                       | VA                               |
| Coliformes  |                           | Não deve ser excedido a 2.500 p/100mL | Não ser excedido a 4.000 p/100mL |
| recreação de primeiro contato                     | Resolução CONAMA 274/2000 |                                       |                                  |
| cultivo de molusco                                | 43 - 88 ml                |                                       |                                  |
| demais usos                                       | 1000 p/100 mL             |                                       |                                  |
| Carbono orgânico                                  | Até 3 mg/L                | Até 5 mg/L                            | Até 10mg/L                       |
| OD  | > 6mg/L                   |                                       | Não inferior a 4 mg/L            |
| Ph  | 6,5 a 8,5                 |                                       | 6,5 a 8.5                        |



| <b>Parâmetros inorgânicos</b> |            |            |  |
|-------------------------------|------------|------------|--|
| Fósforo total                 | 0,062 mg/L | 0,093 mg/L |  |
| Nitrato                       | 0,40 mg/L  | 0,70 mg/L  |  |
| Nitrito                       | 0,07 mg/L  | 0,20 mg/L  |  |
| Nitrogênio amoniacal          | 0,40 mg/L  | 0,70 mg/L  |  |

Fonte: Resolução CONAMA 357/2005.

1 - Virtualmente Ausente (VA)





### **3.2.3 Meio Biótico**

Neste item serão abordados aspectos relacionados aos plânctons (fitoplancton e zooplancton), néctons (ictiofauna), bentos (fitobentos e zoobentos - macrobentos e meiobentos), cetáceos e quelônios existentes na região da jazida, bem como a metodologia utilizada e resultados encontrados.

#### **3.2.3.1 Plâncton**

O plâncton é constituído por uma comunidade de organismos com poder limitado de locomoção, sendo transportados passivamente pelas correntes ou movimentos d'água (PEREIRA & SOARES-GOMES, 2002). É constituído por aqueles organismos incapazes de manter sua distribuição independentemente da movimentação das massas de água, sendo composto basicamente por microalgas (fitoplâncton), animais (zooplâncton), protistas (protozooplâncton) e organismos procariontes autótrofos e heterótrofos (bacterioplâncton). Os organismos planctônicos são geralmente pequenos; muitos, microscópicos. Mas há exceções, como alguns cefalópodes, eufasiáceos e taliáceos, que podem atingir vários centímetros de comprimento (Omori & Ikeda, 1984).

Em seu conjunto, o plâncton é de vital importância para os ecossistemas marinhos, pois representa a base da teia alimentar pelágica nos oceanos e mudanças em suas composição e estrutura podem ocasionar profundas modificações em todos os níveis tróficos. A comunidade planctônica apresenta um caráter muito dinâmico, com elevadas taxas de reprodução e perda, respondendo rapidamente às alterações físicas e químicas do meio aquático e estabelecendo complexas relações intra e interespecíficas na competição e utilização do espaço e dos recursos (Valiela, 1995).



## **Caracterização da Comunidade Fitoplanctônica**

As regiões mais produtivas dos oceanos são as áreas costeiras, que respondem por mais da metade da fecundidade biológica dos oceanos e provêm quase o total da pesca mundial.

O fitoplâncton está constituído por algas unicelulares, microscópicas, que flutuam passivamente, preferencialmente, na superfície das águas. São organismos clorofilados, fotossintetizantes e responsáveis por grande parte da produtividade primária dos ecossistemas costeiros e estuarinos, deles dependem direta ou indiretamente os organismos dos demais níveis tróficos. As algas planctônicas têm grande significado ecológico e sua importância reside não só no fato de constituírem o início da teia alimentar aquática, como também por responderem rapidamente aos impactos ambientais, tornando-se, assim ótimos indicadores de qualidade de massas d'água.

## **Metodologia de Coleta**

Para a realização do estudo quali-quantitativo do fitoplâncton foi realizada uma coleta em 30/07/2006 na plataforma continental, em três estações fixas:

- Estação I (E I) - sobre o Banco de Algas Calcárias do Tarol, localizado entre as coordenadas de 00°57'08,5" S e 44° 45' 34" W;
- Estação II (E II) - intermediária entre o Banco do Tarol e a costa, localizado entre as coordenadas de 01°08'39,0" S e 44° 49' 31,4" W;
- Estação III (E III) - próximo à ilha dos Lençóis a 01°14'43,2" S e 44° 50' 44,0" W.



Para o estudo qualitativo do fitoplâncton, as amostras foram obtidas através de arrastos horizontais na superfície da coluna d'água (Foto 10 e Foto 11), utilizando-se redes de plâncton cônico-cilíndricas com malha de 65  $\mu\text{m}$ , durante 1 hora e fixadas com formalina a 4%.

**Foto 10** - Redes de plâncton com malha de 65  $\mu\text{m}$ .



Fonte: Apoio Engenharia e Mineração, ANO 2006-2007.

**Foto 11** - Arrastos horizontais das redes de plâncton.



Fonte: Apoio Engenharia e Mineração, ANO 2006-2007.





As amostras destinadas ao estudo quantitativo do fitoplâncton foram coletadas com garrafas de Niskin e acondicionadas em frascos plásticos de boca larga de 500 ml, coradas com lugol e analisadas posteriormente em laboratório, através de invertoscópio. Para a determinação da densidade fitoplanctônica, foi utilizada a técnica de contagens proposta por Utermöhl (FERRARIO et al., 1995), utilizando-se câmaras de 130 ml. Os valores de contagem foram extrapolados para número de células por litro (cels/L).

**Foto 12** - Coleta com garrafas de Niskin.

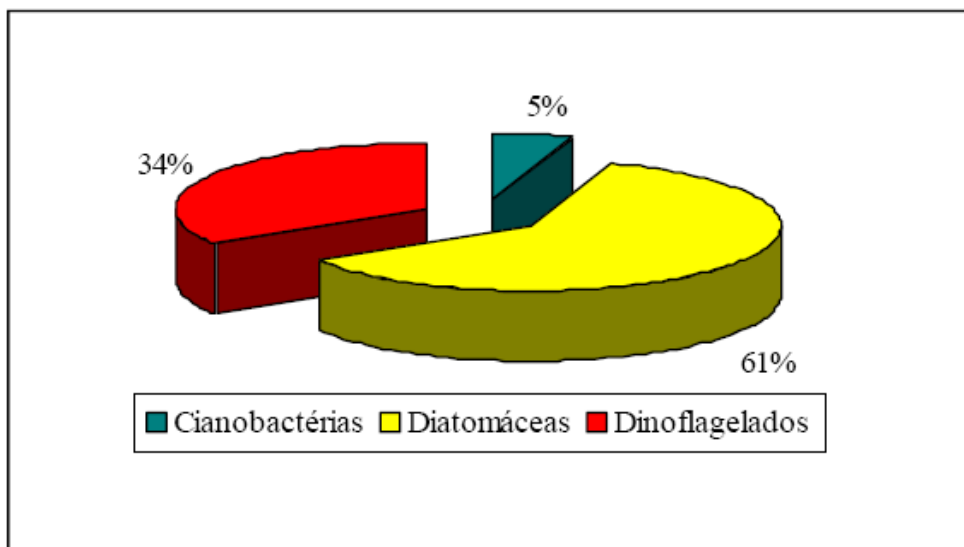


**Fonte:** Apoio Engenharia e Mineração, ANO 2006-2007.

## **Resultados**

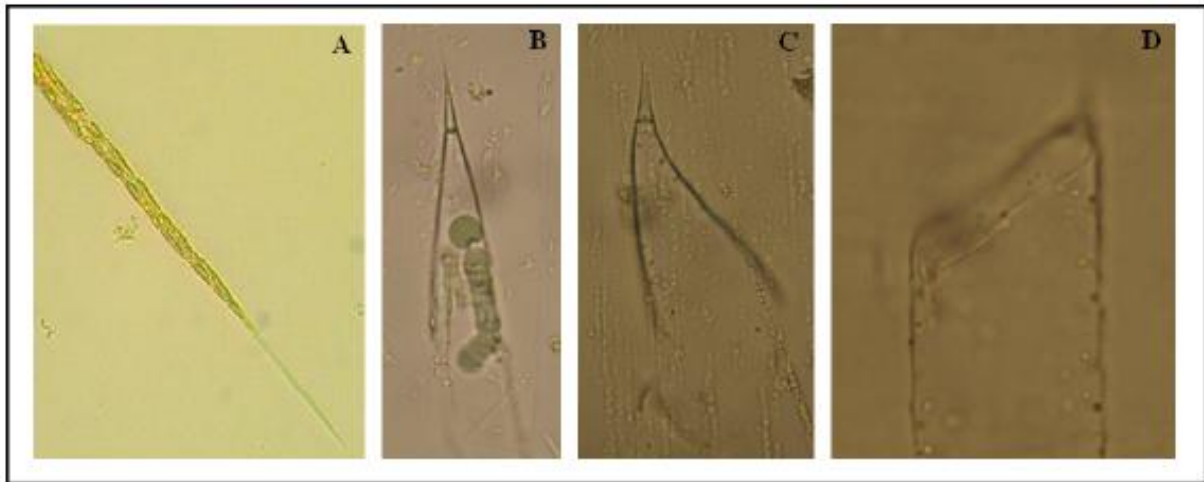
A avaliação dos dados do fitoplâncton demonstrou que a área em estudo é caracterizada pela dominância de diatomáceas (46 espécies) e dinoflagelados (26 espécies), além da presença de quatro espécies de cianobactérias (FIGURA 42).

**FIGURA 42** - Distribuição percentual das microalgas do fitoplâncton, por grupos, coletadas em 30/07/2006 no Banco do Tarol/MA.

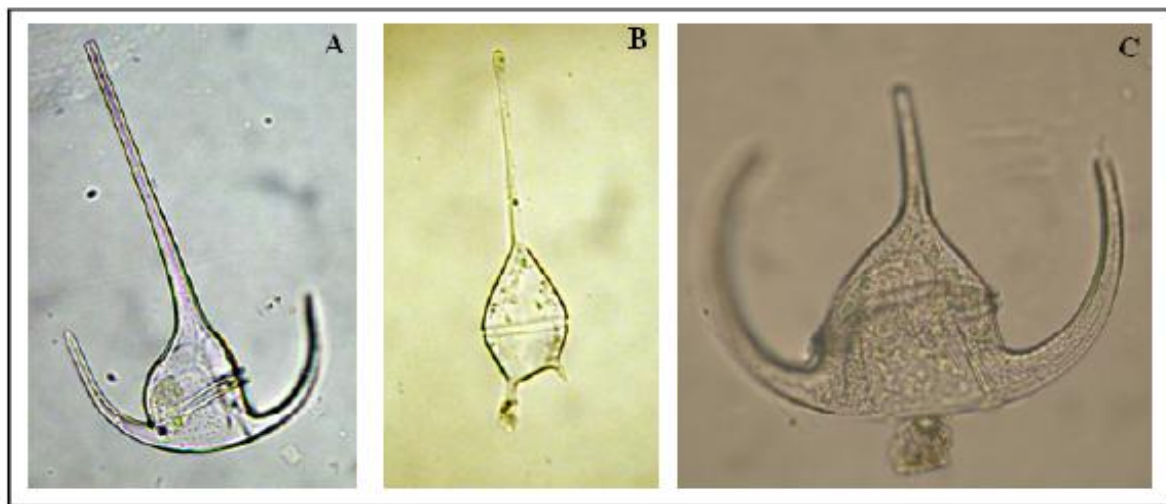


O fitoplâncton está caracterizado por uma alta diversidade e baixa concentração em espacial nas estações I (115 cels/L) e III (308 cels/L). Já a estação II foi bem representada por grande riqueza de microalgas (5.692 cels/L), tendo maior representatividade pelos representantes da família Rhizosoleniaceae (Foto 13). Oito táxons foram comuns às três estações de amostragem, sendo duas cianobactérias e seis diatomáceas. Já os dinoflagelados ocorreram com maior abundância na estação I, somando 13 táxons diferentes (Foto 14).

**Foto 13** - *Rhizosolenia stigera* (A), *Rhizosolenia styliformis* (B), *Pseudosolenia calcar-avis* (C), *Rhizosolenia castracanei* (D).

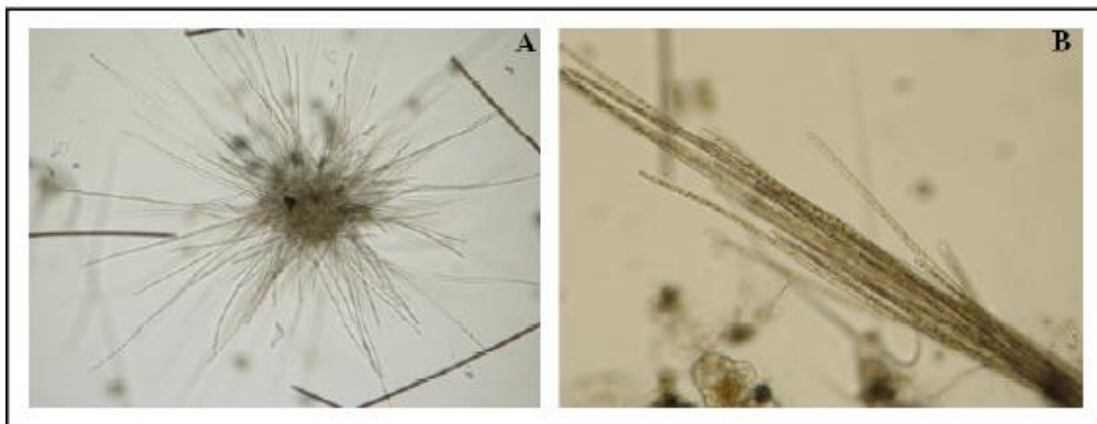


**Foto 14** - *Ceratium tripos* (A), *Ceratium teres* (B), *Ceratium breve* (C).



Nas três estações de coleta foram identificados, para as amostras de rede, numerosos representantes de *Trichodesmium thiebautii* (Foto 15) e *Oscillatoria* sp., além de representantes da família Phormidiaceae (Foto 15) ocorrentes na estação I e *Lyngbya* sp. na estação III (TABELA 7 a 9).

**Foto 15** - *Trichodesmium thiebautii* (A), *Phormidiaceae* (B).



*Trichodesmium* é um gênero de cianobactéria marinho observado por formar extensas florações nos mares tropicais e subtropicais. *Trichodesmium* produz uma variedade de combinações altamente tóxicas que parecem ter efeitos cumulativos na cadeia alimentar, além de afetar a saúde humana. Estudos prévios identificaram uma síndrome respiratória chamada febre de Tamandaré (ou febre de *Trichodesmium*) sendo identificada a ciguatoxina associada com *Trichodesmium*.

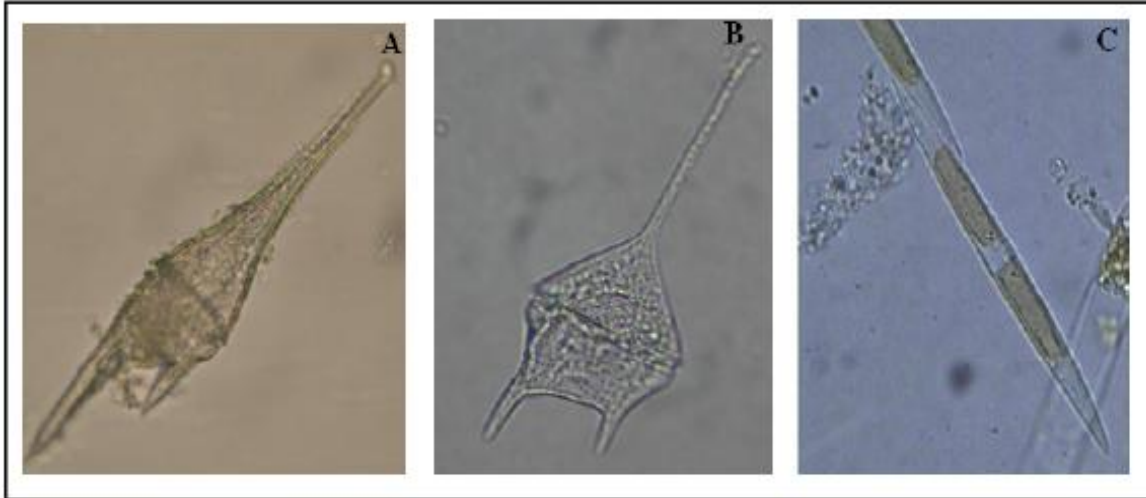
Nas últimas décadas tem-se observado aumento na incidência de eventos nocivos causados por algas. Tal aumento se refere não só em número e sua distribuição geográfica, mas também em virulência. Regiões até então livre de problemas, passaram a apresentar florações de organismos nocivos e regiões onde os eventos eram raros, estes passaram a ter maior frequência. Os principais motivos para o aparente aumento incluem: utilização de áreas costeiras para a aquicultura; eutrofização dos ecossistemas costeiros; alteração das condições padrões oceanográficas ou transporte de cistos de em água de lastro. Este cenário fez com que diversas ações tenham sido desencadeadas no âmbito da pesquisa, do monitoramento, da legislação e do manejo de recursos.

O termo maré vermelha tem sido substituído por florações de algas nocivas. Neste levantamento foram identificadas espécies referendadas



em literatura como causadoras de marés nocivas ou tóxicas (Foto 16): *Ceratium furca*, *Ceratium lineatum* (dinoflagelados) e *Pseudo-nitzschia* sp. (diatomácea) que apresenta muitas espécies produtoras de toxinas.

**Foto 16** - *Ceratium furca* (A), *Ceratium lineatum* (B) e *Pseudo-nitzschia* sp. (C).







**TABELA 7** - Relação dos táxons fitoplanctônicos coletados em três estações fixas, em 30/07/2006, no Banco do Tarol.

| ESPÉCIE  | E1 | E2 | E3 |
|--|----|----|----|
| <b>CYANOBACTÉRIAS</b>                                    |    |    |    |
| <i>Lyngbia</i> sp  |    |    | x  |
| <i>Oscillatoria</i> sp                                   | X  | X  | X  |
| Phormidiaceae  | X  |    |    |
| <i>Trichodesmium thiebatti</i> Gomont                    | x  | x  | X  |
| <b>DIATOMÁCEAS</b>                                       |    |    |    |
| <i>Actinocyclus</i> sp                                   |    | x  |    |
| <i>Amphora</i> sp  | X  |    |    |
| <i>Auliscus pruinosus</i> J.W Bailey                     | X  |    |    |
| <i>Auliscus caelatus</i> Bailey                          |    | X  |    |
| <i>Bacteriastrum hyalinum</i> Lauder                     | x  | x  | X  |
| <i>Bellerochea malleus</i> (Brightwell) V.Heurck         | x  | X  |    |
| <i>Chaetoceros lorenzianus</i> Grunow                    | X  |    |    |
| <i>Chaetoceros peruvianus</i> Brightwell                 |    | X  |    |
| <i>Chaetoceros simplex</i> Ostefeld                      |    | X  |    |
| <i>Cocconeis distans</i> Gregory                         |    | X  |    |
| <i>Coscinodiscus centralis</i> Ehrenberg                 | x  | x  | X  |
| <i>Coscinodiscus lineatus</i> Ehrenberg                  | x  | X  |    |
| <i>Coscinodiscus oculusiridis</i> Ehrenberg              |    | x  | X  |
| <i>Coscinodiscus</i> sp                                  |    |    | X  |
| <i>Cyclotella stylum</i> Brightwell                      | X  | x  | x  |
| <i>Diploneis bombus</i> Ehrenberg                        | X  |    |    |
| <i>Diploneis ovalis</i> (Hilse in Rabenhorst) Cleve      | X  |    |    |
| <i>Ditylum brightwellii</i> (West) Grunow                |    |    | X  |
| <i>Fallacia nummularia</i> (Greville) D.G. Mann in Round |    | X  |    |
| <i>Guinardia flaccida</i> Castracanei                    |    | x  | X  |
| <i>Guinardia striata</i> (Stolterfoth) Hasle             | X  | x  |    |



**TABELA 8 (cont.)-** Relação dos táxons fitoplanctônicos coletados em três estações fixas, em 30/07/2006, no Banco do Tarol.

|  |   |   |   |
|--|---|---|---|
| <i>Hemiaulus indicus</i> Karstem                             | x | x | X |
| <i>Hemiaulus membranaceus</i> Cleve                          | x | x | X |
| <i>Isthimia enervis</i> Ehrenberg                            | X |   |   |
| <i>Lyrella lyra</i> Ehrenberg                                | X |   |   |
| <i>Melchersiella hexagonalis</i> C.Teixeira                  |   | X |   |
| <i>Navicula</i> sp   | x | X |   |
| <i>Nitzschia fasciculata</i> Grunow                          |   |   | X |
| <i>Odontella regia</i> (Schulze) Simonsen                    |   |   | X |
| <i>Pinnularia</i> sp   | X |   |   |
| <i>Pleurosigma decorum</i> (Wm.Smith) Griffith e Henfrey     | X |   |   |
| <i>Pseudo-nitzschia</i> sp                                   | X |   |   |
| <i>Pseudosolenia calcar-avis</i> (Schultze) Sundstrom        | x | x | X |
| <i>Proboscia alata</i> (Brightwell) Sundstrom                | x | X |   |
| <i>Rhizosolenia castracanei</i> Peragallo                    |   | X |   |
| <i>Rhizosolenia hebetata</i> Bailey                          |   | X |   |
| <i>Rhizosolenia robusta</i> Norman ex Ralfs                  |   | X | X |
| <i>Rhizosolenia setigera</i> Brightwell                      |   | x | X |
| <i>Rhizosolenia styliformis</i> Brightwell                   |   | x |   |
| <i>Striatella unipunctata</i> (Lyngbye) Agardh               | X |   |   |
| <i>Terpsinoe Americana</i> Ehrenberg                         | x |   |   |
| <i>Thalassionema frauenfeldii</i> (Grunow) Hallegraff        |   | x | x |
| <i>Thalassionema nitzschioides</i> (Grunow) Grun. Ex Hustedt |   | x | X |
| <i>Thalassionema eccentric</i> (Ehrenberg) Cleve             |   | x |   |
| <i>Thalassionema decipiens</i> (Grunow) Jorgensen            | X |   | X |
| <i>Trachyneis aspera</i> (Ehrenberg) Cleve                   |   | X | x |



**TABELA 9 (cont.)-** Relação dos táxons fitoplanctônicos coletados em três estações fixas, em 30/07/2006, no Banco do Tarol.

| DINOFLAGELADOS  |   |   |   |
|---|---|---|---|
| <i>Ceratium breve</i> (Oestenfeld e Schmidt) Schroder                                 | X |   |   |
| <i>Ceratium furca</i> (Ehrenberg) Claparede et Lachamann                              |   |   | X |
| <i>Ceratium fusus</i> Var. <i>seta</i> (Ehrenberg) Sournia                            | X |   |   |
| <i>Ceratium incisum</i> (Karsten) Jorgensen   | X |   | x |
| <i>Ceratium lineatum</i> (Ehrenberg) Cleve  | X |   |   |
| <i>Ceratium longirostrum</i> Gourret  |   | x | X |
| <i>Ceratium macroceros</i> (Ehrenberg) Vanhoffen var. <i>macroceros</i>               |   | X |   |
| <i>Ceratium Symmetricum</i> var. <i>orthoceros</i> (Jorgesen) Graham ET. Bronikosvsky |   | x | X |
| <i>Ceratium teres</i> Kofoid  | x | X |   |
| <i>Ceratium trichoceros</i> (Ehrenberg) Kofoid  |   | x | X |
| <i>Ceratium tripos</i> (Muller) Nitzsch   | x |   |   |
| <i>Dimophysis</i> spx   |   |   |   |
| <i>Goniodoma</i> sp   | X |   |   |
| <i>Podolompas</i> SP  | X |   |   |
| <i>Preperidinium</i> sp   |   | x | X |
| <i>Protoperidinium steinii</i> (Jorgesen) Balech                                      | X |   |   |
| <i>Protoperidinium</i> sp <sub>1</sub>  | X |   |   |
| <i>Protoperidinium</i> sp <sub>2</sub>  |   | X |   |
| <i>Protoperidinium</i> sp <sub>3</sub>  |   |   | X |
| <i>Protoperidinium</i> sp <sub>4</sub>  |   |   |   |
| <i>Protoperidinium</i> sp <sub>5</sub>  |   |   |   |
| <i>Protoperidinium</i> sp <sub>6</sub>  |   | X |   |
| <i>Protoperidinium</i> sp <sub>7</sub>  |   |   | X |
| <i>Prorocentrum</i> cf. <i>compressum</i> (Bailey) Abe ex Dodge                       | X |   |   |
| <i>Pyrocystis lúnula</i> Schutt   |   |   | X |
| <i>Pyrocystis obtusa</i> Pavillard  | X |   |   |



### **Caracterização da Comunidade Zooplanctônica**

A comunidade zooplanctônica pode ser classificada em duas categorias: holoplâncton, que passam todo o seu ciclo de vida no plâncton; e o meroplâncton, que constitui as larvas e juvenis de organismos do bentos e néctons. Os representantes mais importantes do holoplâncton são os copépodes, microcrustáceos que se alimentam do fitoplâncton, representado o primeiro elo da cadeia alimentar. O meroplâncton é representado pelas larvas, em especial o ictioplâncton, moluscos, crustáceos, entre outros grupos de invertebrados.

Na região Norte poucas pesquisas foram feitas com a comunidade zooplanctônica. Vale citar os trabalhos de Vanucci & Queiroz (1963), na região costeira do Pará e Amapá. No Maranhão, estudos pioneiros foram feitos em ambientes costeiros, na área do estuário do rio Anil (Lopes, 1981).

Referências para o ambiente marinho são encontradas nos relatórios do Programa REVIZEE (2004), realizados na área de atuação da ZEE (Zona Econômica Exclusiva). Entre esses trabalhos pode-se citar aqueles voltados para levantamentos do zooplâncton da Costa Norte (Lopes et al., 1989; Sousa & Lopes, 1989), Chaetognatha da Costa Norte, além de relatórios técnicos abordando estudos planctológicos e produção da Baía de São Marcos (Lopes, 1981/86; 1988).

### **Metodologia de Coleta**

Para a análise quali-quantitativa do zooplâncton foram coletadas amostras nas coordenadas S00°57'250", W44°45'520" (ponto 1); S00°58'290", W44°44'340" (ponto 2); S00°57'250", W44°45'330" (pontos 1), S00°56'959", W44°45'499" (ponto 2) e S0055'555", W4447'275" (ponto 3), utilizando rede de abertura de malha de 200µm



e 60 cm de boca, em arrastos horizontais e superficiais, posteriormente as amostra 12 e 13 foram acondicionadas em frascos de 250 ml e fixadas com formol a 4%.

Em laboratório as amostras foram analisadas qualitativamente realizando a lista de composição específica dos grupos e quando possível identificando ao nível de espécie, utilizando bibliografia específica para cada grupo.

As amostras apresentavam muitos organismos (densidade alta), de maneira que foram diluídas em 500 ml cada uma e retiradas 5 alíquotas de 2ml, totalizando 10ml de cada amostra, colocadas em placa milimetrada e levada ao estereomicroscópio para a contagem.

A densidade org./m<sup>3</sup> foi calculada segundo a fórmula proposta por Newell & Newell (1963):

Nº org. m<sup>3</sup> = n. v, onde:

n= nº de organismos da amostra

v= volume de água filtrada

Para o cálculo do volume foi utilizada a seguinte fórmula:

V=  $\pi \cdot r^2 \cdot h$ , onde:

$\pi = 3,14$

r<sup>2</sup> = raio da boca da rede

h = profundidade de arrasto

Para o cálculo da abundância relativa, utilizou-se:

% =  $S_{pi} = n \cdot 100/N$ , onde:

n= nº de organismos da espécie

N= nº total de organismos na amostra

## Resultados

Os resultados obtidos a partir das amostras coletadas nas estações do Banco de Algas Calcárias do Tarol indicaram uma comunidade



zooplânctônica e protozooplâncton representada pelos táxons listados nas TABELA 10 a TABELA 12.

**TABELA 10 (cont.)**- Sinopse taxonômica do holoplâncton e meroplâncton identificado nas amostras coletadas em 30/07/2006.

**HOLOPLANCTON**

**PROTOZOA**

Foraminífera

Tintinnida

Radiolária

**CNIDARIA**

Hidromedusae

Siphonophora

**MOLLUSCA**

Gastropoda

Pteropoda

Heteropoda

**ANNELIDA**

Polychaeta (larvas)

Polychaeta (plantônico)

Tomopterídeo

**CHAETOGNATHA**

*Sagitta enflata*

*Sagitta bipunctata*

*Sagitta* sp.

**CRUSTACEA**

Amphipoda

Isopoda

Decapoda (adulto e larva)

Zoea I, II, III de Brachyura (larva)

Mysidacea



*Lúcifer faxoni*

Copepoda

**Ordem Calanoida**

Família Calanidae

*Nanocalanus minor*

*Undinula vulgaris*



**TABELA 11 (cont.)-** Sinopse taxonômica do holoplâncton e meroplâncton identificado nas amostras coletadas em 30/07/2006.

Família Eucalanidae

*Eucalanus pileatus*

*Rhincalanus cornutus*

Família Paracalanidae

*Paracalanus aculeatus*

*Paracalanus sp*

Família Calocalanidae

*Calocalanus pavo*

Família Pseudocalanidae

*Clausocalanus furcatus*

Família Temoridae

*Temora stylifera*

Família Pontellidae

*Labidocera fluviatilis*

*Pontellina plumata*

Família Candaciidae

*Paracandacia sp*

**Ordem Cyclopoida**

Família Oithonidae

*Oithona plumifera*

*Oithona sp*

**Subordem Pecilostomaida**

Família Oncaeidae

*Oncaea venusta*

*Oncaea sp.*

Família Sapphirinidae

*Gopilia mirabilis*





**TABELA 12 (cont.)-** Sinopse taxonômica do holoplâncton e meroplâncton identificado nas amostras coletadas em 30/07/2006.

|   |
|---|
| <p>Família Corycaeidae</p> <p><i>Corycaeus speciosus</i></p> <p><i>Corycaeus minimus</i></p> <p><i>Corycaeus typicus</i></p> <p><i>Corycaeus giesbrechti</i></p> <p><i>Corycaeus</i> sp1</p> <p><i>Corycaeus</i> sp2</p> <p><i>Farranula gracilis</i></p> |
| <p><b>Ordem Harpacticoida</b></p> <p style="text-align: center;"><i>Macrosetella gracilis</i></p>   |
| <p><b>CORDATA</b></p> <p>Tunicata</p> <p>Larvacea (Appendicullaria)</p> <p><i>Oikopleura dióca</i></p> <p><i>Oikopleura</i> sp.</p> <p>Thaliacea</p> <p style="text-align: center;"><i>Thalia</i> sp.</p>   |
| <p><b>MEROPLANCTON</b></p> <p>Pisces (larvas e ovos)</p> <p>Larva de Bryozoa</p> <p>Larva de Echinoderma</p> <p>Larva de Polychaeta</p>   |

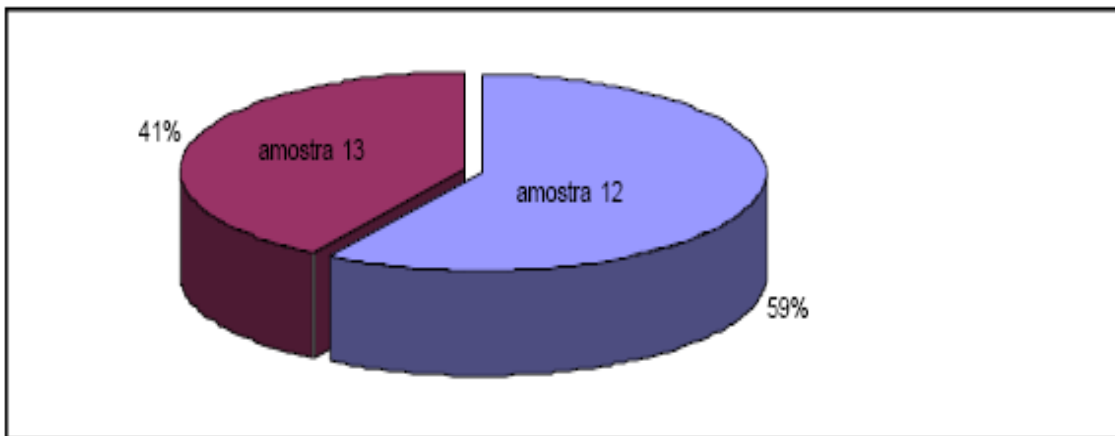
A composição do zooplâncton mostrou uma ampla diversidade faunística formada por Foraminífera, Radiolaria, Hidromedusae, Siphonophora, Chaetognatha, Copepoda, Larvacea, Thaliacea, Amphipoda. Observou-se também a presença de larvas meroplanctônicas dos táxons Gastropoda, Polychaeta, Pelecypoda,



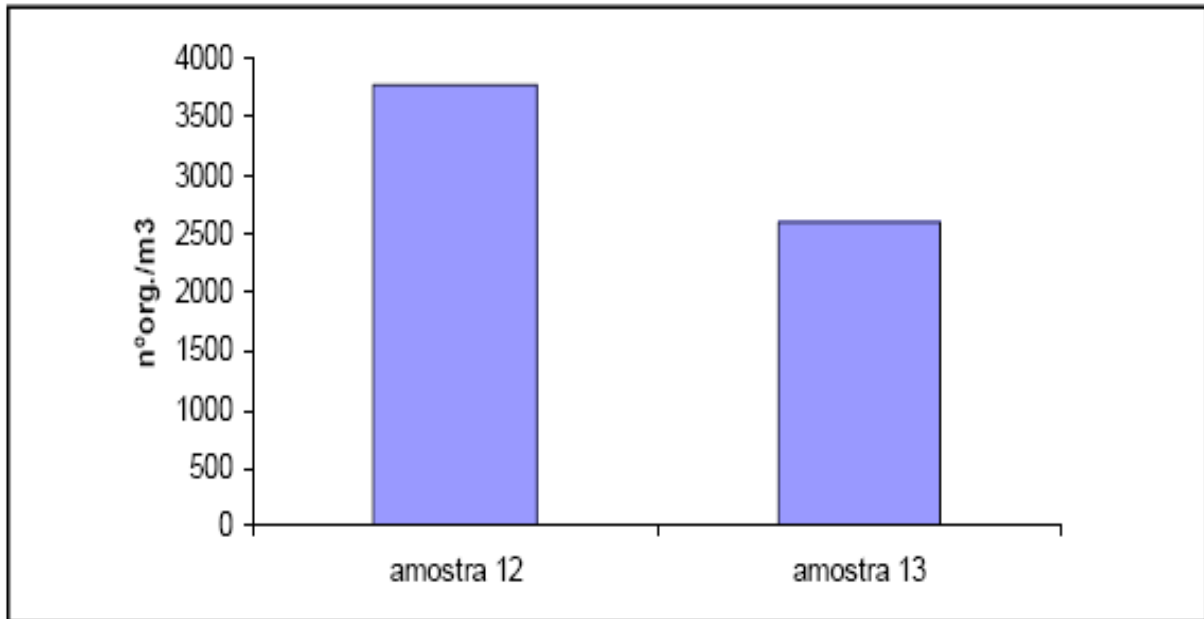
Bryozoa, Echinoderma e ovos e larvas de peixes. Crustáceos Decapodas, tais como *Lucifer faxoni*, *Mysis*, Protozoa, Zoea I, II e II, foram grupos menos representativos.

Com relação ao número total de organismos, foram quantificados 1.521, sendo que a abundância relativa evidenciou 59% para amostra 12 (mais próxima da Costa) e 41% para amostra 13 (FIGURA 43). A maior densidade de organismos/ m<sup>3</sup> ocorreu na amostra 12 com 3.780 org./ m<sup>3</sup> (FIGURA 44).

**FIGURA 43** - Percentual de abundância do zooplâncton total.

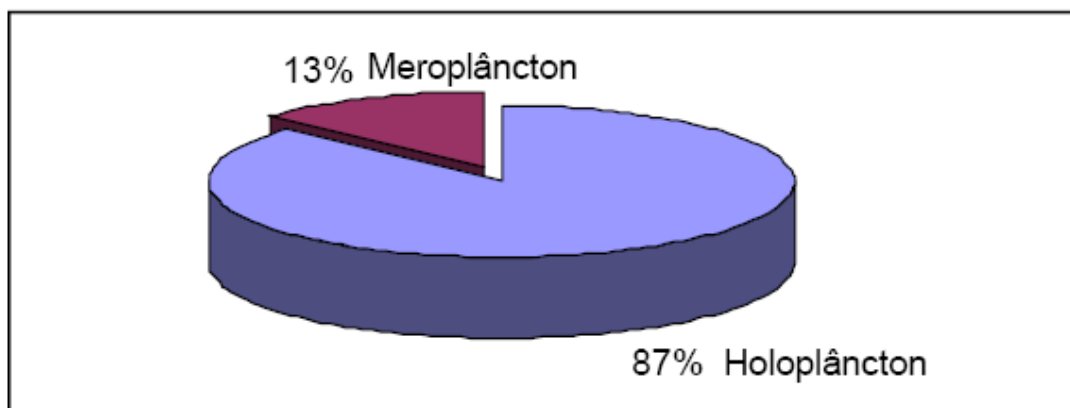


**FIGURA 44** - Densidade do zooplâncton total.



O holoplâncton foi o responsável pelo elevado número em densidade e abundância (FIGURA 45), sendo os foraminíferos e os copépodes os responsáveis pelo elevado número de org./m<sup>3</sup>, somando 2.284 org./m<sup>3</sup>.

**FIGURA 45** - Percentual de abundância total do holoplâncton e meroplâncton.



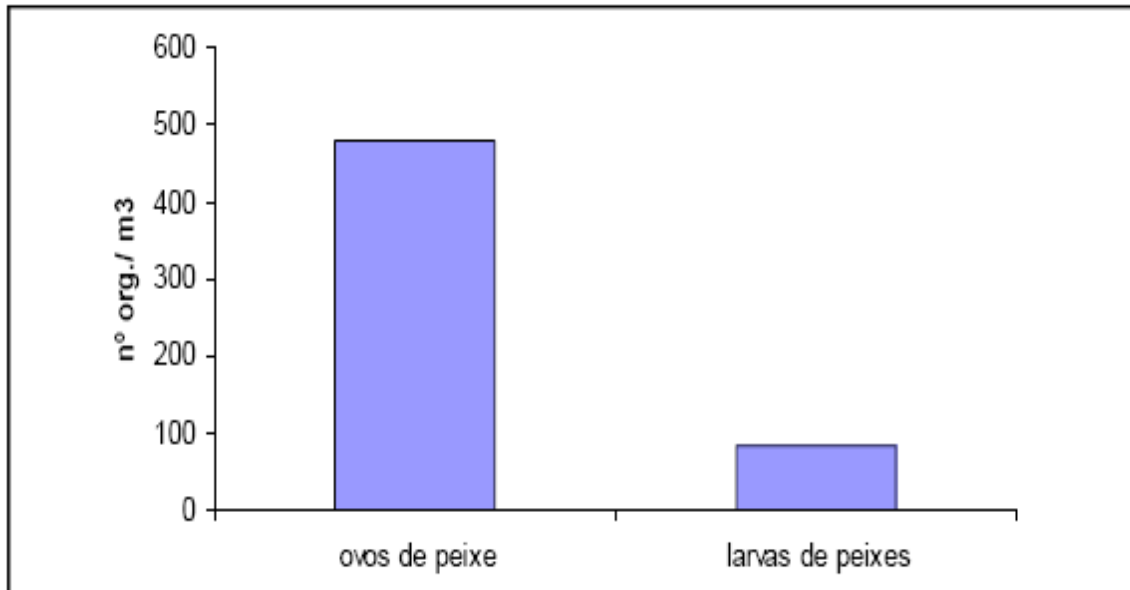


A análise qualitativa permitiu a identificação de 25 espécies de Copepoda, três de Chaetognatha e duas de Appendicularia. É interessante destacar que dentre os microcrustáceos do zooplâncton marinho, os copépodes são os mais abundantes, pertencem ao holoplâncton e têm importante papel na cadeia alimentar pelágica. Segundo Omori & Ikeda (1984), os Copepoda são os mais abundantes chegando a atingir 80% do plâncton coletado com rede.

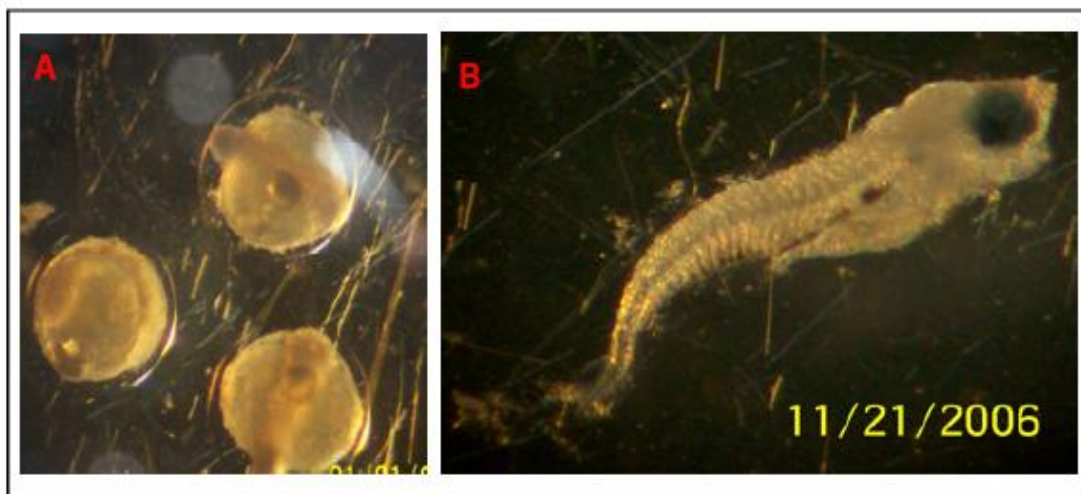
Para a região analisada o meroplâncton esteve representado expressivamente pelos ovos pelágicos em diversas fases de desenvolvimento. Ovos, larvas e/ou juvenis de peixes compõem o ictioplâncton, que são de grande importância dentro da comunidade planctônica, fazendo parte do meroplâncton (Boltovskoy et al., 1981).

A densidade de larvas (84 org./m<sup>3</sup>) na área foi menor que a densidade de ovos (478 org./m<sup>3</sup>), como mostrado na FIGURA 46. Identificou-se ovos esféricos, caracteristicamente pelágicos, alguns apresentando embrião, sendo a maioria pertencente à Família Scianidae, Clupeidae e Gobiidae (Foto 17).

**FIGURA 46-** Densidade total de ovos e larvas de peixes.



**Foto 17 -** Ovos de peixe com embrião (A) e larvas de Scianidae (B).



**Foto:** Leila Sousa.

As larvas pelágicas estiveram representadas por indivíduos recém eclodidos também pertencentes às mesmas famílias descritas para os ovos, somente com acréscimo da família Labridae. Todavia, o número de larvas ictioplancônicas foi reduzido, demonstrando regularidade

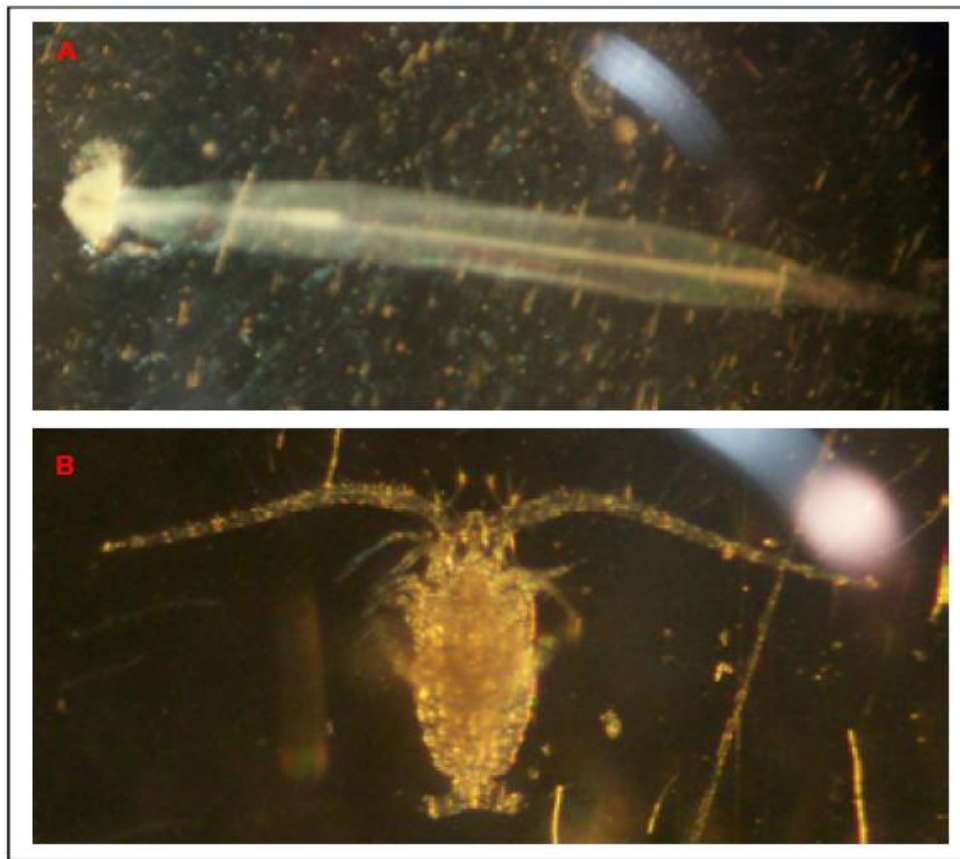


ambiental, já que ocorrem altas taxas de dispersão e predação dessas larvas no ambiente marinho. Ressalta-se, porém, que uma base de conhecimento aprofundado sobre embriões e larvas de peixes na área é fundamental para o contexto pesqueiro, sendo necessário o seu monitoramento.

De uma maneira geral, a análise permitiu concluir que a comunidade zooplanctônica está ecologicamente equilibrada pós sucessão ecológica, com indivíduos “maduros” holoplanctônicos (Foto 18), sem náuplios (primeira fase depois da eclosão de crustáceos), alta diversidade específica e presença de organismos indicadores de massas d’água limpas e oceânicas, tais como foraminíferos, apendiculárias e sifonóforos (Foto 19).

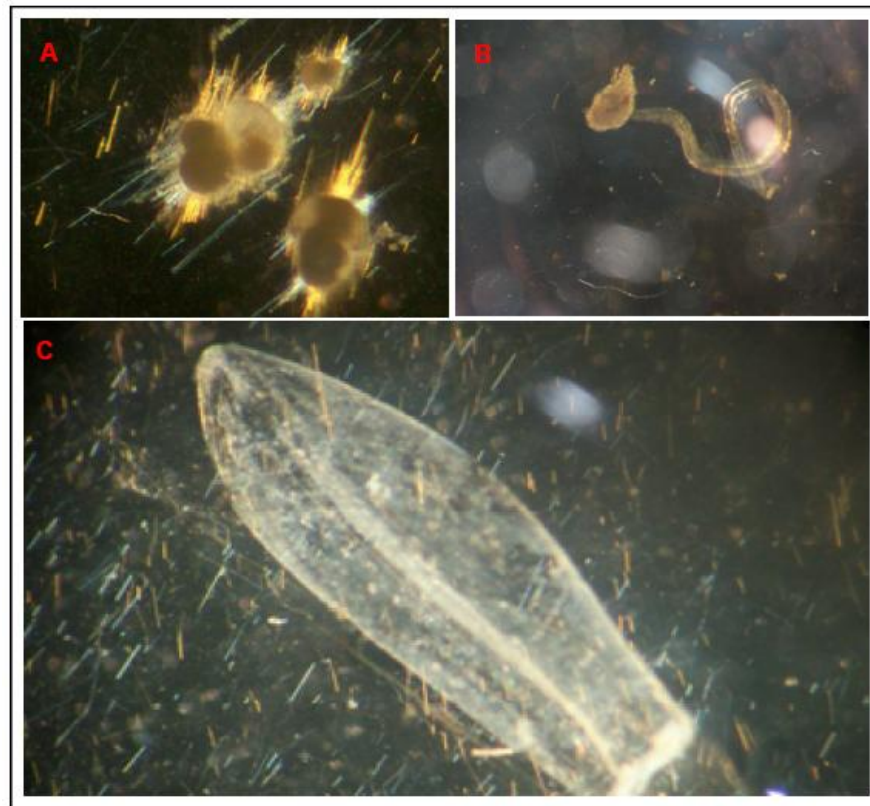


**Foto 18** - Holoplâncton representado por indivíduos adultos de Chaetognatha - *Sagitta enflata* (A) e Copepoda - *Calocalanus pavo*(B).



**Foto:** Leila Sousa.

**Foto 19** - Organismos indicadores de massas d'água limpas e oceânicas representados por Protista Foraminifera (A), Appendicularia - Oikopleura dióica (B) e Siphonophora (C).



**Fotos:** Leila Sousa.

### 3.2.3.2 Nécton

O nécton marinho é composto por grande variedade de invertebrados e vertebrados providos de órgãos de locomoção eficientes para permitir-lhes deslocamentos consideráveis, direcionados à perseguição de presas, fuga de inimigos naturais, bem como para cumprir jornadas migratórias (PAES, 2002). Em muitas regiões, os peixes compõem a maior fração do nécton, mas, grandes crustáceos, cefalópodes, répteis e mamíferos marinhos podem ser espécies de grande importância ecológica em determinadas áreas.





O nécton inclui poucas espécies animais, mas, devido ao seu maior tamanho individual, sua tendência em formar cardumes, sua grande influência em comunidades marinhas em termos de predação, e seu grande valor econômico, não pode ser analisado de maneira dissociada das atividades comerciais às quais estão estreitamente relacionados. Assim, esse item abordará aspectos relacionados à ictiofauna da plataforma continental da costa oeste maranhense, mais precisamente no banco do Tarol (S00°57'250"/W44°45'520") e suas proximidades, fornecendo informações sobre os locais utilizados para a exploração pesqueira e uma lista das espécies mais comercializadas na região.

### **Caracterização da ictiofauna**

O conhecimento sobre a comunidade de peixes constitui-se em importante instrumento para auxiliar na gestão adequada desses recursos naturais. Os dados existentes sobre espécies ícticas da Plataforma Continental maranhense datam da década de 70, período em que se registrou 52 espécies (SUDENE, 1976). O Zoneamento Costeiro do Estado do Maranhão, realizado em 2003, registrou para todo o litoral ocidental 169 espécies marinhas e estuarinas, pertencentes, principalmente, às famílias Sciaenidae, Serranidae e Ariidae. Esses dados, não enfocam, porém, campanhas experimentais nas porções mais afastadas da Plataforma Continental do litoral oriental, especialmente nas proximidades do Banco de Algas Calcárias do Tarol. Dessa forma, buscou-se realizar amostragens adequadas a fim de caracterizar a composição e a estrutura da ictiofauna da área situada sobre o Banco de Algas Calcárias do Tarol, bem como de seu entorno.

### **Metodologia**

Para a caracterização da ictiofauna da região, utilizou-se de duas estratégias: mergulho autônomo (para registro fotográfico dos peixes



*in locu*) e campanhas de pesca experimentais (para coleta de organismos ocorrentes na área).

Os mergulhos autônomos ocorreram em três estações de coleta, sendo realizados 06 censos da ictiofauna em transectos de 30m, com profundidades variando entre 20 e 25 metros e duração de 6 minutos de observação (Foto 21).

**Foto 20** - Mergulho autônomo visando realizar censo e registro fotográfico da ictiofauna do Banco do Tarol.



**Fonte:** Apoio Engenharia e Mineração, ANO 2006-2007.

Além dos mergulhos, foram realizadas três campanhas experimentais para a coleta dos peixes. A primeira coleta ocorreu em 24/01/2006, a segunda em 23/06/2006 e a última em 30/07/2006. Todas as estações de coleta foram georeferenciadas por GPS.

As armadilhas de pesca utilizadas foram redes de emalhar de deriva (Foto 21) e espinhéis de diferentes tamanhos e anzóis (Foto 22), operadas por pescadores que conhecem a área e os tipos de pescarias praticadas na região.



**Foto 21** - Rede de emalhar utilizada nas três campanhas experimentais de pesca em barco Copama, no período de 24/01/2006 a 30/07/2006 no Banco do Tarol e adjacências.



**Fonte:** Apoio Engenharia e Mineração, ANO 2006-2007.

**Foto 22** - Captura de peixes nas adjacências do Banco do Tarol utilizando-se anzol no período de 24/01/2006 a 30/07/2006.



**Fonte:** Apoio Engenharia e Mineração, ANO 2006-2007.



Todo material pescado foi triado a bordo, provisoriamente identificado, contado e medido. As amostras das campanhas experimentais foram acondicionadas em galões contendo formol a 10%. Posteriormente foram levadas aos laboratórios de Zoologia do UniCEUMA e ao Laboratório de Ictiologia da UFMA, onde foram etiquetados e identificados definitivamente segundo Figueiredo & Menezes (1978; 1980); Cervigón (1966), Nelson (1984), Figueiredo & Menezes (1980; 1985), Cervigón et al. (1992) e Paiva (1997). Os exemplares encontram-se conservados em álcool a 70% nas referidas coleções. Realizaram-se registros fotográficos dos representantes de todas as espécies capturadas.

## Resultados

Os resultados dos censos visuais e das campanhas de pesca experimentais na área de influência direta do empreendimento indicaram a presença de sete espécies: *Hirundichthys affinis*, *Parexocoetus brachypterus*, *Haemulon steindachneri*, *Scomberomorus brasiliensis*, *Scomberomorus cavalla*, *Echeneis naucrates*, *Carcharhinus porosus* e *Thalassoma noronhanum* (Foto 23 e Foto 24).

Os “peixes voadores” *Hirundichthys affinis* e *Parexocoetus brachypterus* (classe Actinopterygii, ordem Beloniformes e família Exocoetidae), apresentavam comprimento total médio de 163,00mm e 103,0mm, respectivamente. Essas espécies são tipicamente pelágicas, de clima subtropical e possuem um tempo mínimo de duplicação da população menor que 15 meses, e não estão incluídas no livro vermelho da União Internacional para a Conservação da Natureza e dos Recursos Naturais (UICN).

Os peixes conhecidos como “Ariacó”, *Haemulon steindachneri* (classe Actinopterygii, ordem Perciformes e família Haemulidae), mostraram



comprimento total médio de 179,00mm. Esta espécie é encontrada em fundos arenosos e pedregulhos, ocasionalmente em recifes de coral e em áreas rochosas e alimenta-se de invertebrados bentônicos. É um indivíduo pouco comercializado e quando comercializado serve para compor a fauna de aquários públicos ou domésticos e está fora do livro vermelho do UICN.

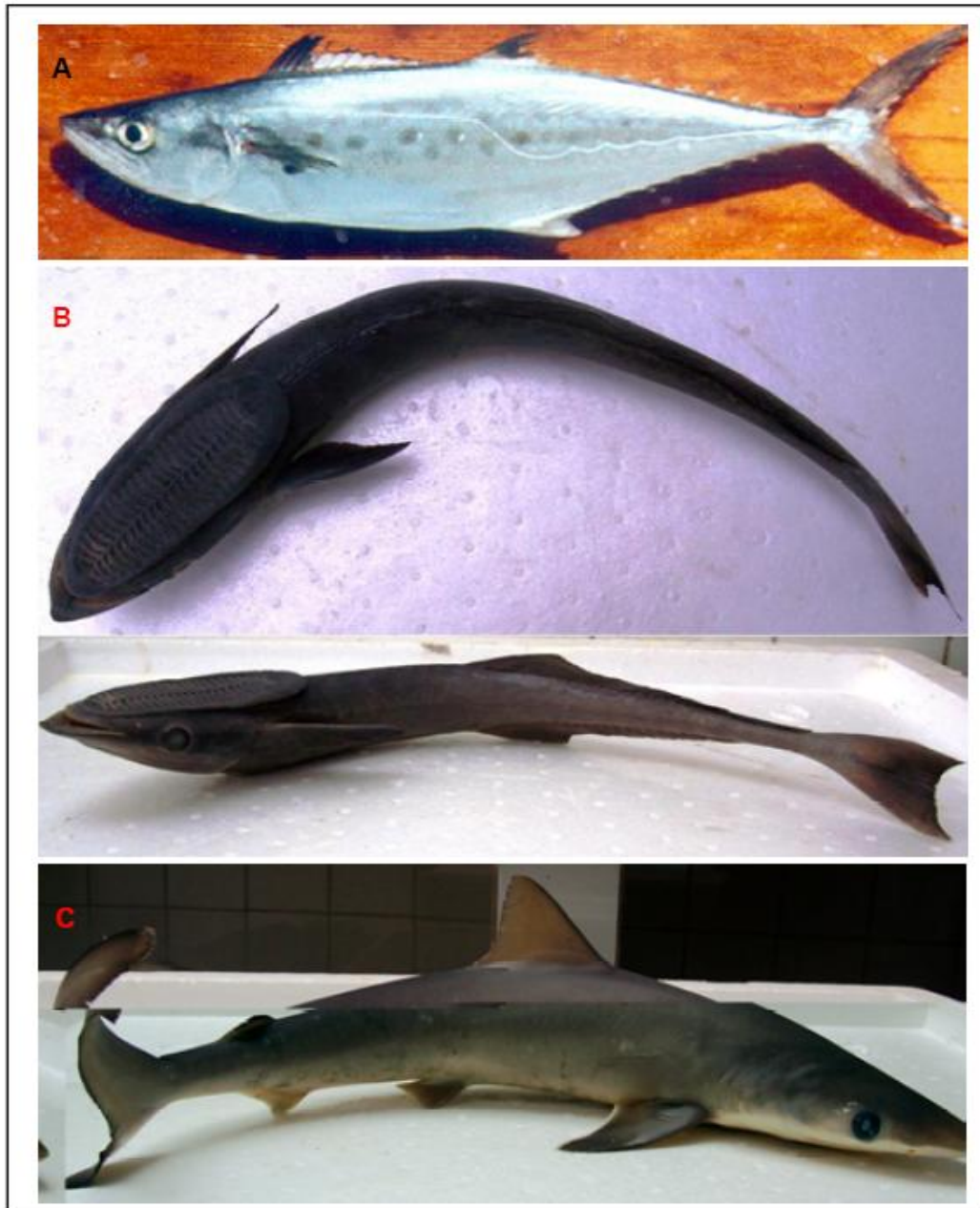
Com o comprimento total médio de 526,00mm o “peixe Serra”, *Scomberomorus brasiliensis* (classe Actinopterygii, ordem Perciformes e família Scombridae) foi pouco frequente nas coletas realizadas na área. Essa espécie possui uma boa importância na pesca comercial e não está incluso no livro vermelho do UICN.

A “Cavala”, *Scomberomorus cavalla* (classe Actinopterygii, ordem Perciformes e da Scombridae) constituiu-se na espécie com os maiores indivíduos capturados (880 mm de comprimento total). É uma espécie importante para a pesca recreativa, comercial, e artesanal e não está incluso no livro vermelho do UICN.

**Foto 23** - (A) *Hirundichthys affinis* (Peixe Voador); (B) *Parexocoetus brachypterus* (Peixe Voador); (C) *Haemulon steindachneri* (Ariacó); (D) *Scomberomorus brasiliensis* (Peixe Serra) coletados no Banco do Tarol.



**Foto 24** - (A) *Scomberomorus cavalla* (Cavala); (B) *Echeneis naucrates* (Rêmoras); (C) *Carcharhinus porosus* (cação Junteiro) coletados no Banco do Tarol.





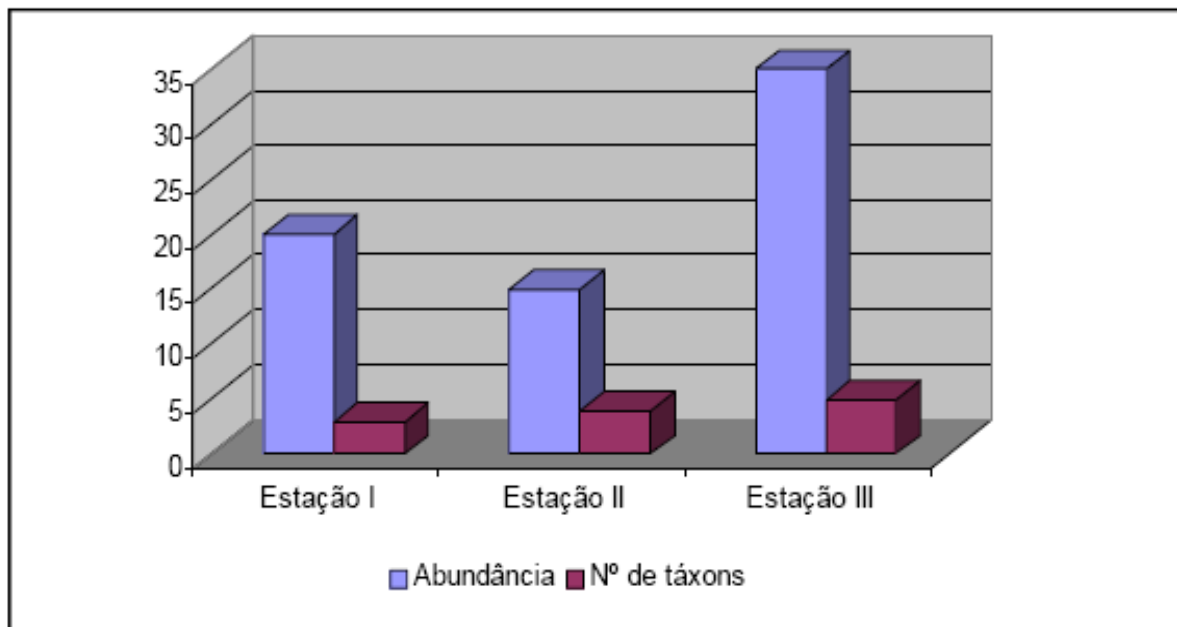
As “rêmoras”, *Echeneis naucrates* (classe Actinopterygii, ordem Perciformes e da família Echeneidae) foram os organismos mais frequentes nas capturas e apresentavam 535,55mm de comprimento total médio. Essa é uma espécie pouco comercial e quando comercializada é utilizada em aquários e não está incluída no livro vermelho do UICN.

O “cação Junteiro”, também conhecido como “figuinho”, *Carcharhinus porosus* (classe Elasmobranchii, ordem Carcharhiniformes e da família Carcharhinidae), capturado na área apresentava comprimento total médio de 574,00mm. Encontrado principalmente sobre a plataforma continental, esse elasmobrânquio passou a ser classificado como espécie sobre-explorada acima da sua capacidade natural de renovação, mas não está diretamente ameaçada de extinção.

De um modo geral, o número de táxons não apresentou variações nas estações de coleta, (FIGURA 47) indicando uma comunidade íctica com baixa riqueza de espécies e pequena abundância dos táxons registrados. Tais resultados devem-se, em parte, a baixa produtividade da área.



**FIGURA 47** - Abundância e número de táxons por estação de coleta.



### 3.2.3.3 BENTOS

#### a) Caracterização das comunidades fitobentônicas

As algas calcárias (classe Rhodophyceae, ordem Corallinales) têm distribuição latitudinal ampla desde a linha do Equador até os pólos e vertical da zona entre-marés até próximo de 200 m de profundidade em águas claras. Essas algas têm grande importância geológica, podendo ser divididas em três grandes grupos: articuladas ramificadas - fornecedoras de sedimento (ex. *Corallina*, *Jania* e *Amphiroa*); não articuladas, ramificadas livres ou fixas - com ramificações finas ou espessas (ex. *Lithothamnium*); incrustantes ou maciças - construtoras verdadeiras (ex. *Neogoniolithon*, *Mesophyllum* e *Spongites*).

As formas livres (rodolitos), finas e ramificadas como aquelas encontradas na área, constituem os fundos de *maërl* (semelhantes aos depósitos franceses). Existem ainda as formas livres e maciças na forma de nódulos, (ramificação curta ou incrustação concêntrica). Existe, porém grande similaridade de aparência entre tipos



filogeneticamente distintos das algas coralinas, tornando difícil sua identificação.

As coralináceas (algas coralinas) são algas vermelhas que precipitam em suas paredes celulares o carbonato de cálcio e magnésio, sob a forma de cristais de calcita. Estas algas podem se desenvolver inicialmente a partir de fragmentos de crostas oriundas da fragmentação de outras algas calcárias e constituir ramificações (talos), que se destacam e continuam seu desenvolvimento no estado livre, não fixos, formando depósitos sedimentares. Estes depósitos podem conter mistura de elementos abióticos (areia litoclástica).

As coralináceas por serem organismos fotossintéticos necessitam da luz para sua sobrevivência e desenvolvimento. Esta necessidade tem duas consequências essenciais: somente podem permanecer vivas na superfície do fundo marinho e na crosta mais externa. A película viva, superficial, da crosta da alga, é reconhecida pela cor rosa avermelhada dos talos. A parte interna morre e perde a coloração.

A outra consequência desta necessidade de luz se traduz pela faixa batimétrica de ocorrência dessas algas, pois estão diretamente relacionadas com a transparência das águas. Os bancos apresentam sempre uma profundidade ideal de desenvolvimento, ou seja, a profundidade na qual os talos de algas aproveitam melhor a intensidade e a qualidade da luz. Isto resulta que os bancos naturais só apresentam o mesmo aspecto nas condições ideais de seu ambiente.

Assim, certos fundos situados nos limites de suas condições ideais de vida (profundidade maior do que a ideal, excesso de turbidez) encontram-se em estado de equilíbrio precário. Isto se detecta pelo fato dos talos apresentarem uma despigmentação parcial e possuírem mais estágios de regeneração do que de crescimento normal.

Apenas as denominadas formas livres (free-living), tais como rodolitos, nódulos e seus fragmentos (bioclastos), são viáveis para a exploração econômica, pois constituem depósitos sedimentares inconsolidados,



facilmente coletados através de dragagens. Estas formas livres (Foto 25) crescem sobre os substratos inconsolidados e são abundantes em regiões com fortes correntes de fundo ou então com períodos de intensa atividade de ondas e correntes, podendo ser periodicamente reviradas. São frequentes em zonas de baixa herbivoria e susceptíveis às incrustações (fouling) de algas foliares (foliose algae, algas moles) e dos invertebrados (STENECK, 1986).

**Foto 25** - Algas calcárias de formas livres que crescem no Banco do Tarol, formando depósitos sedimentares inconsolidados (foto do sedimento *in situ*).



**Fonte:** Apoio Engenharia e Mineração, ANO 2006-2007.

A existência de amplas ocorrências de algas calcárias na plataforma continental N-NE foi mostrada desde a década de 1960 por pesquisadores do Instituto Oceanográfico da Universidade Federal de Pernambuco (KEMPT, 1970). O potencial de exploração econômica destas algas, comparando-as com o *maërl* Francês, foi descrito por Kempt (1974). Levantamentos regionais posteriores mostraram que a plataforma continental brasileira representa a mais extensa cobertura de sedimentos carbonáticos. Estes sedimentos de modo geral ocupam os setores médio e externo da plataforma, sendo representados por areias e cascalho constituídos por algas coralinas ramificadas, maciças



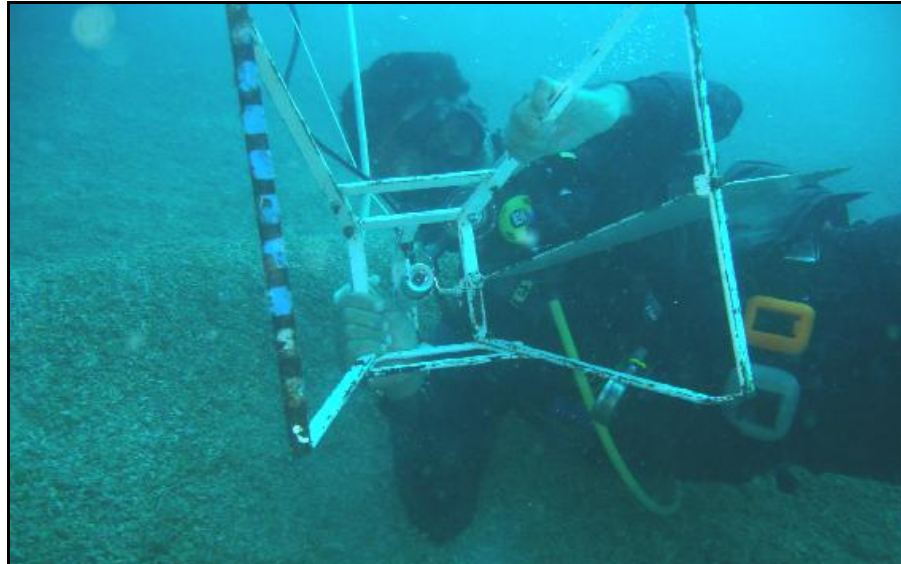
ou em concreções, artículos de Halimeda, moluscos, briozoários e foraminíferos bentônicos (Coutinho, 1992).

### **Metodologia**

A caracterização das comunidades fitobentônicas foi feita a partir de amostragens nas coordenadas S00°57'250", W44°45'520" (ponto 1); S00°58'290", W44°44'340" (ponto 2); S00°57'250", W44°45'330" (pontos 1), S00°56'959", W44°45'499" (ponto 2) e S00°55'555", W44°47'275" (ponto 3), realizadas de duas formas: a) vídeo transect (faixa usada para gravação de vídeo e fotografias) feito por mergulhador (Foto 26) e operador de vídeo tape, onde cada vídeo-transect compreendia 10 metros a partir de um ponto de ancoragem e as fotografias do substrato ocorreram em quadrats de 25 x 25 cm ao longo do mesmo; b) mergulho autônomo em três estações com coleta de amostras de sedimento (sete amostras), onde em cada estação lançou-se quadrats de 25 x 25 cm dentro dos quais se coletou amostras de sedimento em cerca de 10 cm de profundidade.



**Foto 26** - Megulhador mostrando o sistema utilizado para realização das filmagens submarinas (video-transects) para avaliação das comunidades fitobentônicas do Banco do Tarol\*.



**Fonte:** Apoio Engenharia e Mineração, ANO 2006-2007.

\* Observar a altura (~50cm) das marcas onduladas (mega ripples) que ocorrem sobre o fundo.

Em laboratório, após 24 horas de fixação em formaldeído 4%, o material foi transferido para solução de etanol a 70% e glicerol a 10%. Os cortes histológicos foram realizados após descalcificação em ácido nítrico 0,6 M e desidratação em série alcoólica de 30%, 50%, 70%, 90% e 100% de etanol a intervalos de 20 minutos. Posteriormente, o material foi infiltrado em solução de metacrilatoglicol e emblocado para a realização dos cortes histológicos de 3-15 micrômetros de espessura que foram observados em microscópio óptico. Também utilizou-se lupas para observação de espécimes que apresentavam margens e/ou conceptáculos.



## Resultados

O grupo de macroalgas foi amplamente dominado pela ocorrência de espécies pertencentes ao grupo das algas vermelhas (*Rhodophyta*) com 07 representantes e apenas 02 do grupo das algas pardas (*Phaeophyta*).

A sinopse das espécies de macroalgas que ocorreram na área em estudo no período analisado está mostrada na TABELA 13.

**TABELA 13** - Taxonomia das macroalgas identificadas nas três estações de coletas do Banco do Tarol.

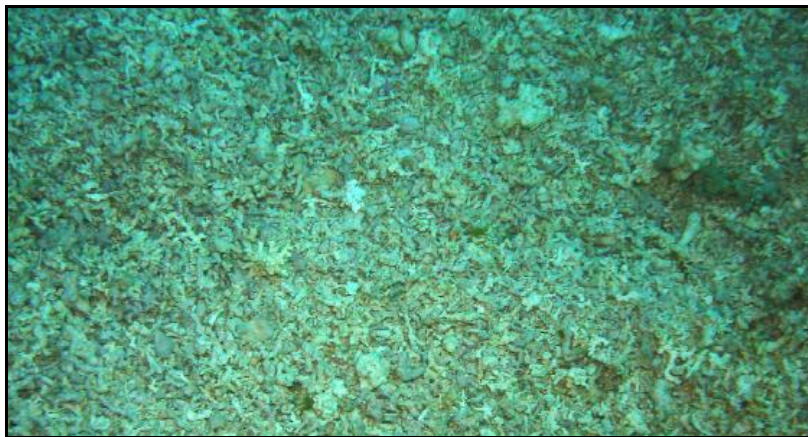
|   |
|---|
| <p><b>DIVISÃO PHAEOPHYTA</b></p> <p>Classe Phaeophyceae</p> <p>Ordem Dictyotales</p> <p>Família Dictyotaceae</p> <p><i>Dictyota dichotoma</i></p> <p><i>Lobophora variegata</i></p>   |
| <p><b>DIVISÃO RODOPHITA</b></p> <p>Classe Rodophyceae</p> <p>Subclasse Florideophycidae</p> <p>Ordem Corallinales</p> <p>Família Corallinaceae</p> <p><i>Hydrolithon</i></p> <p><i>Lithothamnion</i></p> <p><i>Lithophyllum</i></p> <p><i>Mesophyllum</i></p> <p><i>Neogoniolithon</i></p> <p><i>Phymatholithon</i></p> <p><i>Sporolithon</i></p> |



Na área em foco, as algas calcárias constituem-se em elementos estruturadores de substratos onde as mesmas ocorrem, preenchendo os espaços e contribuindo para formar áreas com substrato consolidado. A propagação das referidas algas é feita na forma de rodolitos.

Chama-se atenção para a constituição do sedimento biodetrítico (Foto 27 e Foto 28) que se constituem no alvo principal do empreendimento, e este é formado em sua maior proporção por talos e fragmentos de algas calcárias mortas.

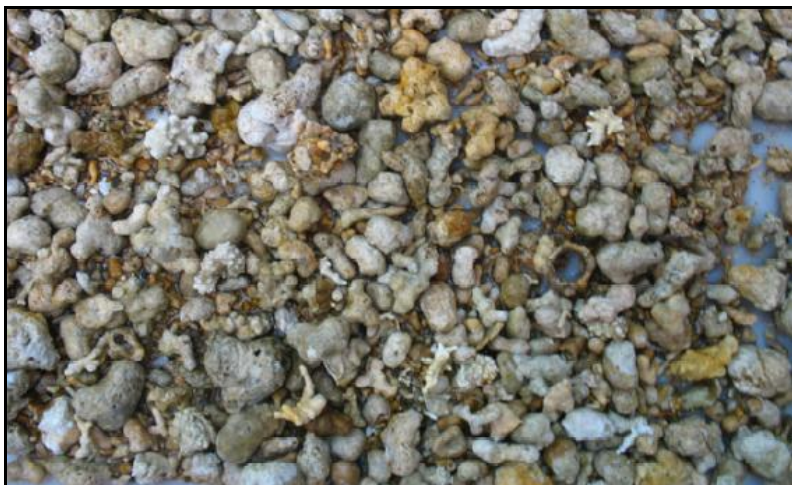
**Foto 27** - Sedimento biodetrítico constituído por talos de macroalgas calcárias (Tipo Lithothamnium) observado *in situ* no Banco do Tarol.



**Fonte:** Apoio Engenharia e Mineração, ANO 2006-2007.



**Foto 28** - Sedimento biodetrítico constituído por talos de macroalgas calcárias coletado no Banco do Tarol (amostra seca).



Fonte: Apoio Engenharia e Mineração, ANO 2006-2007.

Os principais táxons de macroalgas identificados nas estações de coletas e a sua condição de vida (morta ou viva) estão mostrados na TABELA 14.

**TABELA 14** - Táxons de macroalgas identificados nas estações de coleta.

| TAXONS                     | E I<br>14m | E II<br>17m | E III<br>19m | E IV<br>16m | E V<br>17m | E 6<br>15m | E 7<br>23m |
|----------------------------|------------|-------------|--------------|-------------|------------|------------|------------|
| <i>Hydrolithon</i> sp      |            |             |              | *(M)        | *(M)       | *(M)       | *(M)       |
| <i>Lithothamnion</i> sp    | *(M)       | *(M)        | *(M)         | *(M)        | *(M)       | *(M)       | *(M)       |
| <i>Lithophyllum</i> sp     | *(M)       | *(M)        |              | *(M)        |            |            |            |
| <i>Mesophyllum</i> sp      | *(M)       | *(M)        | *(V)         |             |            | *(M)       | *(M)       |
| <i>Neogoniolithon</i> sp   |            | *(M)        |              |             |            |            |            |
| <i>Phymatholithon</i> sp   |            | *(V)        | *(M)         |             |            | *(M)       |            |
| <i>Sporolithon</i> sp      | *(M)       | *(M)        |              | *           | *(M)       |            |            |
| <i>Dictyota dichotoma</i>  | *(V)       |             |              |             |            |            |            |
| <i>Lobophora variegata</i> |            | *(M)        | *            |             |            |            |            |

LEGENDA: Morta (M); Viva (V).





Apenas organismos do gênero *Lithothamnion* (Foto 29) estiveram presentes em todas as estações de coleta, enquanto *Mesophyllum* sp (Foto 30) e *Sporolithon* sp. (Foto 31) ocorreram em três estações e *Dictyota dichotoma* e *Lobophora variegata* foram encontradas em apenas uma estação.

**Foto 29** - Aspecto geral da macroalga *Lithothamnion* sp, com fragmentos despigmentados (mortos).



Fonte: Apoio Engenharia e Mineração, ANO 2006-2007.

**Foto 30** - Aspecto geral da macroalga *Mesophyllum* sp.



Fonte: Apoio Engenharia e Mineração, ANO 2006-2007.

**Foto 31** - Aspecto geral da macroalga *Sporolithon* sp.



Fonte: Apoio Engenharia e Mineração, ANO 2006-2007.

## **b) Caracterização das comunidades zoobentônicas**

O zoobentos é um conjunto diverso e extremamente rico de animais pertencentes aos mais diferentes grupos zoológicos, classificados de acordo com o tamanho dos indivíduos. Os animais que são retidos em



peneiras de malha de 0,5 mm compreendem o macrobentos e aqueles pequenos capazes de passar por uma peneira com malha de 0,5 mm, mas grandes o suficiente para ficarem retidos por uma malha de 0,062 mm compreendem o meiobentos. Já a megafauna constitui aqueles organismos capturados com redes de arrasto e que possuem dimensões avantajadas, incluindo organismos maiores que 2 cm (SOARES-GOMES et al., 2002).

### **Macrobentos e megafauna**

O macrobentos de acordo com o hábitat preferencial que ocupa pode ser classificado em infauna ou endofauna e epifauna. O primeiro grupo reúne todos aqueles organismos que escavam ou se encontram enterrados no sedimento ou perfuram quimicamente ou mecanicamente substratos duros; já o segundo grupo inclui espécies que vivem ou se locomovem sobre o substrato e são mais adaptados para viverem em substratos consolidados, podendo ser fixos ou ter hábitos sedentários ou vágil (SOARES-GOMES et al., 2002).

Para a área da Plataforma Continental brasileira abordada no presente estudo, o macrobentos marinho apresenta grande importância, visto que os organismos bentônicos têm sido tradicionalmente empregados como objeto de monitoramento em virtude de uma série de atributos típicos da ecologia desses organismos.

Entre essas características, Brandimarte et. al (2004) destacam: mobilidade limitada, tornando sua presença ou ausência intimamente associada às alterações das condições do habitat; grande número de espécies, gerando ampla variedade de respostas aos estresses ambientais; presença de espécies com ciclo de vida longo em relação a outros organismos, o que possibilita somatória temporal dos efeitos de ações antrópicas sobre a comunidade; além da existência de boas chaves de identificação para vários táxons e uso de equipamentos geralmente simples para sua amostragem.



### **Metodologia**

Os animais bentônicos da área foram caracterizados a partir de levantamentos realizados em três estações estabelecidas com auxílio de GPS e localizadas nas coordenadas S00°57'250",W 44°45'520" (ponto 1); S00°58'290", W44°44'340"(ponto 2); S00°57'250", W44°45'330"(pontos 1), S00°56'959", W44°45'499"(ponto 2) e S0055'555",W4447'275"(ponto 3). Utilizaram-se os métodos de coleta "direto" e "indireto", tentando-se observar as seguintes características: penetrar o substrato até profundidade suficiente para que todos os animais presentes na coluna de sedimentos, abaixo da área amostrada, fossem capturados; abranger sempre a mesma área superficial e amostrar igualmente toda a profundidade abaixo dela; não perturbar os sedimentos de forma a não subestimar o número de organismos antes da retirada do amostrador.

O método "direto" envolveu mergulhadores que fizeram coletas da coluna de sedimentos em quadrats de 25 x 25 cm, sendo o material levado até a superfície em recipiente fechado. No método "indireto" utilizou-se uma draga cilíndrica de 10 x 20 cm de boca (Foto 32 e Foto 33), que permite obtenção simultânea de várias unidades amostrais. As amostras obtidas foram fixadas em formol a 10% e levadas ao laboratório para análise.



**Foto 32** - Amostrador (draga) pronto para ser lançado no ponto de coleta.



**Fonte:** Apoio Engenharia e Mineração, ANO 2006-2007.

**Foto 33** - Preparação da amostra de sedimento para armazenagem.



**Fonte:** Apoio Engenharia e Mineração, ANO 2006-2007.

Inicialmente, as amostras foram submersas em água e agitadas lentamente, formando um sobrenadante no qual se concentraram os organismos bentônicos, que foram separados para triagem por meio de passagem do sobrenadante em malhas de peneiras de macrofauna (0,5 mm). A presença de organismos com alto peso específico, como



moluscos e equinodermos, foi detectada pela triagem manual do restante da amostra que não passou pela peneira.

Esse material foi acondicionado em potes e, posteriormente, analisado em estereomicroscópio numa placa de Dolphus. Os organismos foram identificados com auxílio de chaves de identificação específicas para cada grupo taxonômico.

As variações de composição e abundância de espécies na comunidade bentônica foram avaliadas a partir de índices que estimam a diversidade (Simpson e Shannon-Wiener), riqueza (Margalef) e equitabilidade (Pielou) desses táxons nos três pontos de coleta.

As expressões que representam esses índices são:

*Índice de Simpson*

$$\lambda = 1 - \sum p_i^2$$

$\lambda$  = Diversidade de Simpson

$P_i$  = Proporção de indivíduos da espécie "i" na comunidade

*Índice de Shannon-Wiener*

$$H' = -\sum [P_i \cdot \log_2(P_i)]$$

$H'$  = Diversidade de Shannon-Wiener

$P_i$  = Proporção de indivíduos da espécie "i" na comunidade

*Índice de Margalef*

$$DMG = (S-1)/(\ln N)$$

S = nº de espécies

N = nº total de indivíduos

ln = log. natural

*Índice de Pielou*

$$J' = H' / \ln S$$



$H'$  = Diversidade de Shannon-Wiener

$\ln S$  = Valor máximo teórico de  $H'$

O Índice de Simpson indica a dominância numérica entre as diversas espécies de uma comunidade, sendo que resultados aproximados da unidade maior indicam a dominância de dada espécie sobre as demais. Já o Índice de Shannon-Wiener parte do princípio de que as comunidades em estado de equilíbrio apresentarão uma diversidade máxima de espécies, sem que ocorra dominância numérica de uma espécie sobre as demais. De acordo com Magurran (1998) resultados do Índice de Shannon para as comunidades bentônicas superiores a 1,5 indicam que as mesmas encontram-se em estado de equilíbrio ecológico.

Através do Índice de Margalef pode ser estimada a biodiversidade de uma comunidade com base na distribuição numérica dos indivíduos das diferentes espécies em função do número total de indivíduos existentes na amostra analisada, sendo que valores inferiores a 2,0 são considerados como áreas de baixa diversidade (em geral em resultado de efeitos antropogênicos) e valores superiores a 5,0 são considerados como indicador de grande biodiversidade.

O Índice de Pielou reflete a equitatividade nas abundâncias das espécies contidas na comunidade biológica avaliada, indicando que valores próximos da unidade (1) informam que as abundâncias das espécies são similares e valores próximos de zero (0) apontam dominância numérica de uma ou mais espécie sobre as outras.

## Resultados

Resultados das análises da fauna bentônica indicaram a presença dos seguintes táxons zoológicos (TABELA 15): Annelida em 100% das estações; Nematoda e Crustacea em 55,55%; Cnidaria, Platyhelminthes,



Mollusca e Echinodermata em igual frequência de ocorrência com 33,33%.

O nível taxonômico dos grupos bentônicos coletados e a constância das espécies identificadas estão listados na TABELA 16 a 18. A sequência dos filos segue a ordem evolutiva proposta por Ruppert & Barnes (1996) e os nomes científicos binomiais dentro de cada família estão em ordem alfabética. As identificações e as atualizações dos nomes científicos das espécies foram realizadas seguindo nomenclatura adotada pela sinopse da macrofauna bêntica recolhida durante a comissão REVIZZE NE III (2004), por Lana et al. (1996) e Holme & McIntyre (1984). O único grupo considerado “altamente constante” (presente em 100% das coletas) foi Annelida Polychaeta, representado pelos gêneros Syllis, Eusyllis, Lepidonotus, Nereis, Glycera e Eunice. Os demais grupos como Nematoda e Crustacea Amphipoda foram considerados de ocorrência “constante” (55,55%), “moderada” (Mollusca Bivalvia e Echinodermata Asteroidea) ou “pouco constante” (Mollusca Gastropoda e Crustacea Isopoda).

Os invertebrados bentônicos mais abundantes em todas as estações e durante todos os meses analisados foram os anelídeos (53,82%), seguido de crustáceos (30,89%) e vermes nematóides (9,43%), como mostrados na TABELA 19. Os representantes de cnidários, platelmintos, moluscos e equinodermos apresentaram abundâncias relativamente baixas, com percentuais inferiores a 2%.





**TABELA 15** - Ocorrência dos grupos zoológicos nas três estações de coleta em março, junho e setembro de 2006.

| FILO            | Mar/06           |                  |                  | Jun/06           |                  |                  | Set/06           |                  |                  | Ocorrência (%) |
|-----------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|----------------|
|                 | Est 1<br>Central | Est 2<br>Borda 1 | Est 3<br>Borda 2 | Est 1<br>Central | Est 2<br>Borda 1 | Est 3<br>Borda 2 | Est 1<br>Central | Est 2<br>Borda 1 | Est 3<br>Borda 2 |                |
| Cnidaria        |                  | X                |                  |                  | X                |                  |                  | X                |                  | 33,33          |
| Platyhelminthes | X                |                  |                  | X                |                  |                  | x                |                  |                  | 33,33          |
| Nematoda        | X                |                  | X                | X                |                  |                  | X                |                  | X                | 55,55          |
| Mollusca        |                  | X                |                  |                  | X                |                  |                  | X                |                  | 33,33          |
| Annelida        | x                | X                | x                | x                | X                | X                | X                | X                | X                | 100            |
| Crustácea       |                  | X                |                  |                  | X                | x                |                  | X                | X                | 55,55          |
| Echinodermata   |                  | X                |                  |                  | x                |                  |                  | x                |                  | 33,33          |



TABELA 16 - Frequência de ocorrência dos táxons bentônicos analisados nas três estações de coleta.

| FILO                            | Mar/06 |      |       | Jun/06 |      |       | Set/06 |      |       | Abundância Relativa (%) |
|---------------------------------|--------|------|-------|--------|------|-------|--------|------|-------|-------------------------|
|                                 | E I    | E II | E III | E I    | E II | E III | E I    | E II | E III |                         |
| <b><u>Cnidaria</u></b>          |        |      |       |        |      |       |        |      |       |                         |
| <b>Classe Hydrozoa</b>          |        |      |       |        |      |       |        |      |       |                         |
| Família Plumulariidae           |        |      |       |        |      |       |        |      |       |                         |
| <i>Aglaophenia iatecarinata</i> |        | x    |       |        | x    |       |        | x    |       | 33,33                   |
| <i>Plumaria floridana</i>       |        | x    |       |        | x    |       |        | X    |       | 33,33                   |
| <b><u>Platyhelminthes</u></b>   |        |      |       |        |      |       |        |      |       |                         |
| <b>Classe Turbellaria</b>       | X      |      |       | x      |      |       |        |      |       | 33,33                   |
| <b><u>Nematoda</u></b>          | x      |      | x     | x      |      |       | x      |      | X     | 55,55                   |
| <b><u>Molusca</u></b>           |        |      |       |        |      |       |        |      |       |                         |
| <b>Classe Bivalvia</b>          |        |      |       |        |      |       |        |      |       |                         |
| Família Semelidae               |        |      |       |        |      |       |        |      |       |                         |
| <i>Abra aequakis</i>            |        | X    |       |        | x    |       |        | x    |       | 33,33                   |
| Família Arcidae                 |        |      |       |        |      |       |        |      |       |                         |
| <i>Anadara brasiliiana</i>      |        | x    |       |        | x    |       |        | X    |       | 33,33                   |
| <i>Barbatia domingensis</i>     |        |      |       |        | X    |       |        |      |       | 11,11                   |



**TABELA 17 (cont.)**- Frequência de ocorrência dos táxons bentônicos analisados nas três estações de coleta.

|   |   |   |   |   |       |       |
|---|---|---|---|---|-------|-------|
| Família Semelidae<br><i>Semeie bellastrata</i>        |   |   |   | X | 11,11 |       |
| Família Cardiidae<br><i>Trachycardium magnum</i>      |   |   | X |   | 11,11 |       |
| <b>Classe Gastropoda</b>                              |   |   |   |   |       |       |
| Família Comumbellidae<br><i>Anachis mangelioides</i>  | X |   |   |   | 11,11 |       |
| Família Turritelidae<br><i>Turritela exoleta</i>      |   |   |   | X | 11,11 |       |
| <b><u>Annelida</u></b>                                |   |   |   |   |       |       |
| <b>Classe Polychaeta</b>                              |   |   |   |   |       |       |
| Família Syllidae<br><i>Eusyllis iamelligera</i>       |   | X |   |   | 11,11 |       |
| <i>Syllies iutea</i>                                  | x | x | x | x | x     | 100   |
| Família Polynoidae<br><i>Lepidonotus tenuisetosus</i> | x |   | x |   | x     | 55,55 |



**TABELA 18(cont.)-** Frequência de ocorrência dos táxons bentônicos analisados nas três estações de coleta.

|                             |   |   |   |   |   |   |   |   |   |       |
|-----------------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|-------|
| Família Nereidae            |   |   |   |   |   |   |   |   |   |       |
| <i>Nereis serrata</i>       | X |   |   | x |   |   | x |   |   | 33,33 |
| Família Glyceridae          |   |   |   |   |   |   |   |   |   |       |
| <i>Glycera americana</i>    | X | X | X | X | X | X | X | X | X | 100   |
| Família Eunicidae           |   |   |   |   |   |   |   |   |   |       |
| <i>Eunice longicirrata</i>  | X | X | X | X | X | X | X | X | X | 100   |
| <b><u>Crustacea</u></b>     |   |   |   |   |   |   |   |   |   |       |
| <b>Classe Malacostraca</b>  |   |   |   |   |   |   |   |   |   |       |
| Ordem Isopoda               |   |   |   |   |   |   |   |   | X | 11,11 |
| Ordem Amphipoda             | X |   |   | X | X |   | x | X |   | 55,55 |
| <b><u>Echinodermata</u></b> |   |   |   |   |   |   |   |   |   |       |
| <b>Classe Asteroidea</b>    |   |   |   |   |   |   |   |   |   |       |
| Família Asterinidae         |   |   |   |   |   |   |   |   |   |       |
| <i>Asterina miniata</i>     | x |   |   | x |   |   | X |   |   | 33,33 |
| Família Oreasteridae        |   |   |   |   |   |   |   |   |   |       |
| <i>Oreaster reticulatus</i> | x |   |   |   |   |   |   |   |   | 11,11 |

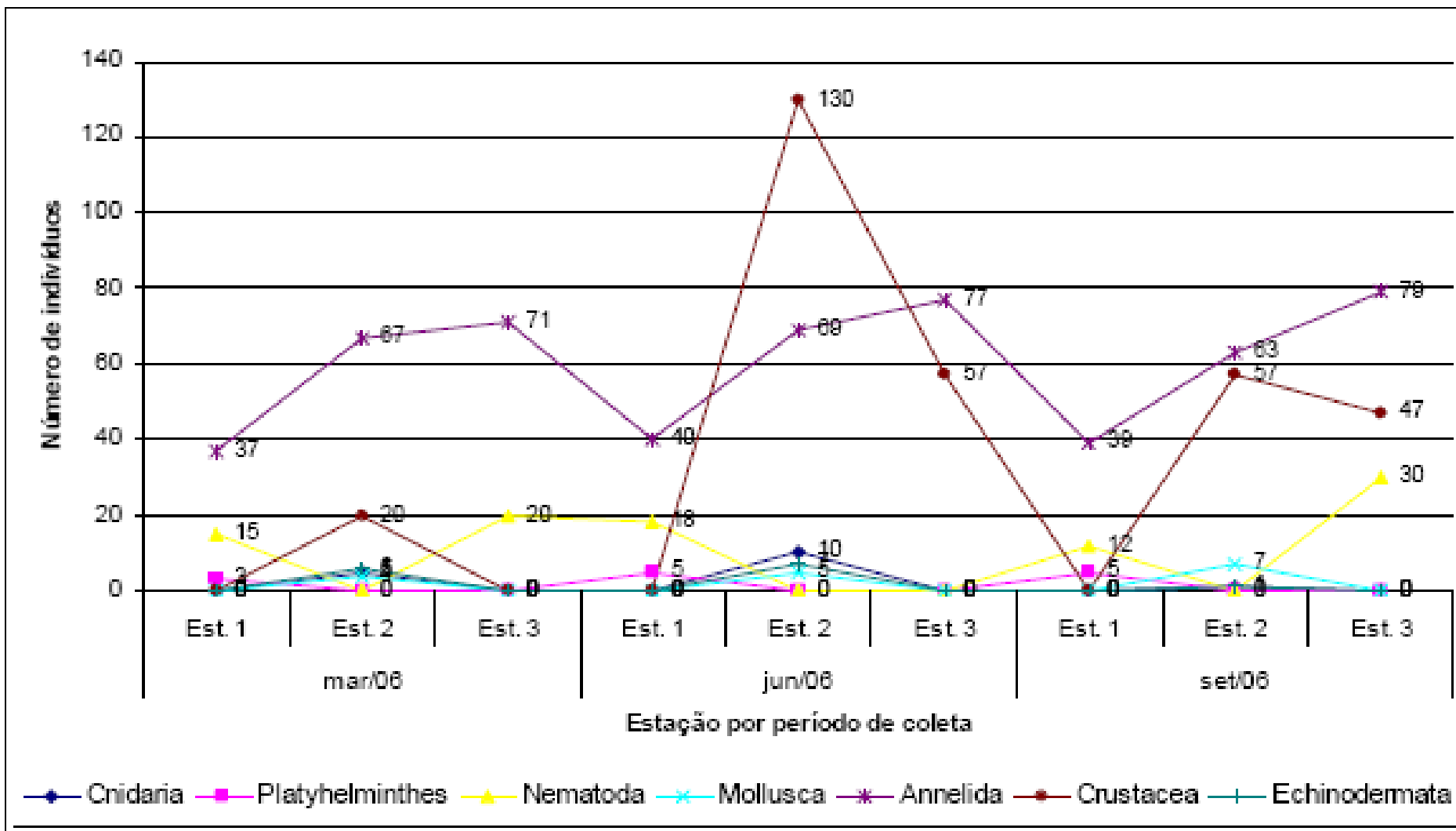


**TABELA 19** - Número de indivíduos de cada táxon analisado nas três estações de coleta em março, junho e setembro de 2006.

| FILO            | Mar/06        |               |               | Jun/06        |               |               | Set/06        |               |               | Total       | Abundância Relativa (%) |
|-----------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|-------------|-------------------------|
|                 | Est 1 Central | Est 2 Borda 1 | Est 3 Borda 2 | Est 1 Central | Est 2 Borda 1 | Est 3 Borda 2 | Est 1 Central | Est 2 Borda 1 | Est 3 Borda 2 |             |                         |
| Cnidaria        | 0             | 5             | 0             | 0             | 10            | 0             | 0             | 1             | 0             | 16          | 1,59                    |
| Platyhelminthes | 3             | 0             | 0             | 5             | 0             | 0             | 5             | 0             | 0             | 13          | 1,29                    |
| Nematoda        | 15            | 0             | 20            | 18            | 0             | 0             | 12            | 0             | 30            | 95          | 9,43                    |
| Mollusca        | 0             | 4             | 0             | 0             | 5             | 0             | 0             | 7             | 0             | 16          | 1,59                    |
| Annelida        | 37            | 67            | 71            | 40            | 69            | 77            | 39            | 63            | 79            | 542         | 53,82                   |
| Crustácea       | 0             | 20            | 0             | 0             | 130           | 57            | 0             | 57            | 47            | 311         | 30,89                   |
| Echinodermata   | 0             | 6             | 0             | 0             | 7             | 0             | 0             | 1             | 0             | 14          | 1,39                    |
| <b>TOTAL</b>    | <b>55</b>     | <b>102</b>    | <b>91</b>     | <b>63</b>     | <b>221</b>    | <b>134</b>    | <b>56</b>     | <b>129</b>    | <b>156</b>    | <b>1007</b> | <b>100</b>              |



**FIGURA 48** - Número de indivíduos de cada filo nas três estações de coleta por período analisado (março, junho e setembro de 2006).





Não foi observada sazonalidade entre os táxons da fauna bentônica registrados nas três estações de coleta, visto que todos os grupos encontrados ocorreram em quase todos os meses de coleta (FIGURA 48) sem grandes variações. Todavia, alguns grupos taxonômicos foram registrados exclusivamente na estação 2 (Cnidaria, Mollusca e Echinodermata) ou na estação 1 (Platyhelminthes).

O filo Annelida, representado unicamente pela classe Polyachaeta, foi o grupo bentônico fixo que ocorreu mais homoganeamente em todas as estações e em todos os períodos analisados. Crustacea Amphipoda, por outro lado, apresentou sempre o maior número de indivíduos na estação 2, com o maior pico no mês de junho.

Os filos Cnidaria, Platyhelminthes, Mollusca e Echinodermata mostraram-se pouco frequentes e ocorreram, quase sempre, em apenas uma estação de coleta durante o período analisado. Os moluscos gastrópodes e bivalves registrados para a área constavam apenas de conchas envelhecidas, não sendo encontrada massa visceral (Foto 34 e Foto 35). Já os equinodermos asteróides (Foto 36) apresentavam-se intactos e inclusive foram fotografadas durante os mergulhos autônomos (Foto 37).



**Foto 34** - Conchas de organismos representantes do filo Mollusca encontrados na área (Classes Bivalvia e Gastropoda).



**Fonte:** Apoio Engenharia e Mineração, ANO 2006-2007.

**Foto 35** - Conchas de organismos representantes do filo Mollusca encontrados na área (Classes Bivalvia e Gastropoda).



**Fonte:** Apoio Engenharia e Mineração, ANO 2006-2007.



**Foto 36** - Organismos representantes do filo Echinodermata da classe Asteroidea coletados na área de estudo (Vista aboral).



Fonte: Apoio Engenharia e Mineração, ANO 2006-2007.

**Foto 37** - Organismos representantes do filo Echinodermata fotografados *in situ*.



Fonte: Apoio Engenharia e Mineração, ANO 2006-2007.



Três filos dominaram em mais de 80% a comunidade bentônica durante todo o período analisado (TABELA 20 a 22): a) *Annelida Polychaeta*, representado por *Syllis lutea* (17,68%), *Eunice longicirrata* (14,89%), *Glycera americana* (12,51%) e *Lepidonotus tenuisetosus* (5,76%); b) *Crustacea Amphipoda* (30,39%); c) Nematoda (9,42%). Esse padrão de poucos táxons dominantes é comum para ambientes tropicais. Segundo Longhurst & Pauly (1987), poliquetas, crustáceos e moluscos compreendem cerca de 85% de todos os organismos das comunidades marinhas tropicais, sendo estes grupos formadores da base do fluxo de energia do bentos para as comunidades de peixes demersais. Todavia, os moluscos não representaram nem 2% dos organismos coletados na área; além disso, não foram encontrados animais vivos, apenas conchas envelhecidas e perfuradas, provavelmente carregadas pela ação das ondas para os locais amostrados.

Os diferentes grupos de poliquetas que ocorreram em uma abundância de 53,83% durante todo o período analisado, apresentaram um comportamento similar em termos de densidade por estação de coleta, com relativa equitatividade de indivíduos dos diferentes gêneros (FIGURA 49).

Tal fato pode estar relacionado com a afinidade dessas espécies com o tipo de substrato dessas estações. De acordo com Pawlik (1992), durante o assentamento das larvas de diferentes grupos de animais invertebrados, ocorre a seleção do substrato, já que elas são capazes de detectar, em pequena escala, a heterogeneidade ambiental. Assim, os invertebrados adultos do macrobentos encontram-se associados a diferentes tipos de condições abióticas, substratos e profundidades, que, conseqüentemente, condicionam sua distribuição.



Como os anelídeos poliquetas tubícolas foram os principais organismos presentes na comunidade bentônica da área estudada, realizou-se análise da diversidade para esse grupo utilizando-se de diferentes Índices (TABELA 23) de riqueza, diversidade e equitabilidade, visando fornecer dados sobre as espécies a serem monitoradas na área.



TABELA 20 - Número de indivíduos e abundância relativa dos táxons encontrados na área.

| FILO                          | Mar/06 |      |       | Jun/06 |      |       | Set/06 |      |       | Total<br>(por táxon) | Abundância<br>Relativa (%) |
|-------------------------------|--------|------|-------|--------|------|-------|--------|------|-------|----------------------|----------------------------|
|                               | E I    | E II | E III | E I    | E II | E III | E I    | E II | E III |                      |                            |
| <b><u>Cnidaria</u></b>        |        |      |       |        |      |       |        |      |       |                      |                            |
| <b>Classe Hydrozoa</b>        |        |      |       |        |      |       |        |      |       |                      |                            |
| Família Plumulariidae         |        |      |       |        |      |       |        |      |       |                      |                            |
| <i>Aglaophenia</i>            |        |      |       |        |      |       |        |      |       |                      |                            |
| <i>iatecarinata</i>           |        | 3    |       |        | 5    |       |        | 1    |       | 9                    | 0,89                       |
| <i>Plumaria floridana</i>     |        | 2    |       |        | 5    |       |        | 0    |       | 7                    | 0,7                        |
| <b><u>Platyhelminthes</u></b> |        |      |       |        |      |       |        |      |       |                      |                            |
| <b>Classe Turbellaria</b>     | 3      |      |       | 5      |      |       | 5      |      |       | 13                   | 1,29                       |
| <b><u>Nematoda</u></b>        | 15     |      | 20    | 18     |      |       | 12     |      | 30    | 95                   | 9,43                       |
| <b><u>Molusca</u></b>         |        |      |       |        |      |       |        |      |       |                      |                            |
| <b>Classe Bivalvia</b>        |        |      |       |        |      |       |        |      |       |                      |                            |
| Família Semelidae             |        |      |       |        |      |       |        |      |       |                      |                            |
| <i>Abra aequakis</i>          |        | 2    |       |        | 2    |       |        | 2    |       | 6                    | 0,6                        |
| Família Arcidae               |        |      |       |        |      |       |        |      |       |                      |                            |
| <i>Anadara brasiliiana</i>    |        | 1    |       |        | 1    |       |        | 2    |       | 4                    | 0,4                        |
| <i>Barbatia domingensis</i>   |        |      |       |        | 1    |       |        |      |       | 1                    | 0,1                        |



**TABELA 21(cont.)** - Número de indivíduos e abundância relativa dos táxons encontrados na área.

|   |        |    |    |    |    |    |    |    |    |     |       |
|---|--------|----|----|----|----|----|----|----|----|-----|-------|
| Família Semelidae<br><i>Semeie bellastrata</i>        |        |    |    |    |    |    |    |    | 1  | 1   | 0,1   |
| Família Cardiidae<br><i>Trachycardium magnum</i>      |        |    |    |    | 1  |    |    |    |    | 1   | 0,1   |
| <b>Classe Gastropoda</b>                              |        |    |    |    |    |    |    |    |    |     |       |
| Família Comumbellidae<br><i>Anachis mangelioides</i>  |        |    |    |    |    |    |    |    |    | 1   | 0,1   |
| Família Turrtelidae<br><i>Turritela exoleta</i>       |        |    |    |    |    |    |    |    | 2  | 2   | 0,2   |
| <b><u>Annelida</u></b>                                |        |    |    |    |    |    |    |    |    |     |       |
| <b>Classe Polychaeta</b>                              |        |    |    |    |    |    |    |    |    |     |       |
| Família Syllidae<br><i>Eusyllis iamelligera</i>       |        |    | 10 |    |    |    |    |    |    | 10  | 0,99  |
| <i>Syllies iutea</i>                                  | 1<br>2 | 25 | 30 | 5  | 21 | 17 | 9  | 20 | 39 | 178 | 17,68 |
| Família Polynoidae<br><i>Lepidonotus tenuisetosus</i> | 3      |    | 5  | 10 |    | 20 | 10 | 10 |    | 58  | 5,76  |

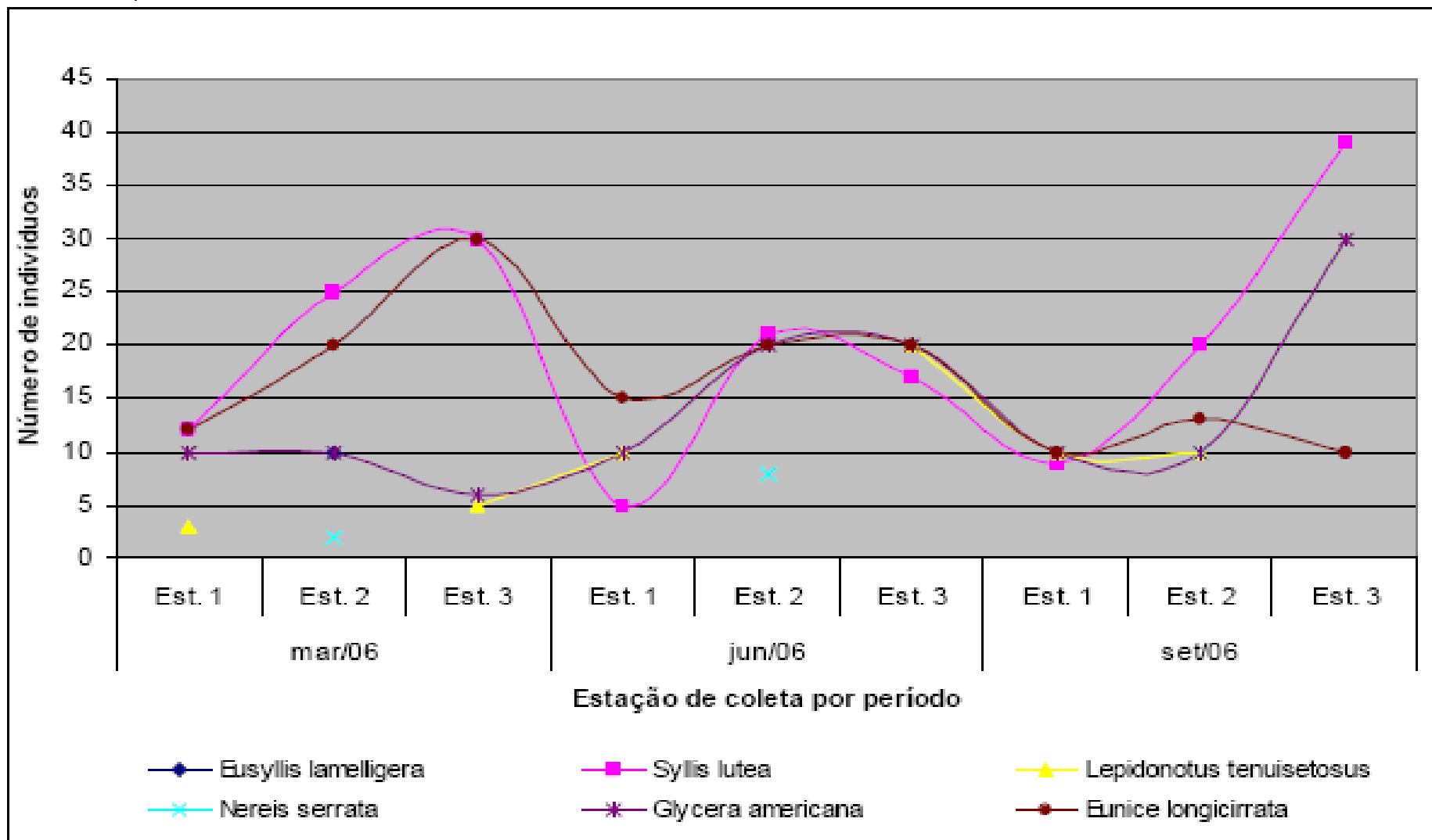


**TABELA 22 (cont.)**- Número de indivíduos e abundância relativa dos táxons encontrados na área.

|                             |           |            |           |           |            |            |           |            |            |             |       |     |       |
|-----------------------------|-----------|------------|-----------|-----------|------------|------------|-----------|------------|------------|-------------|-------|-----|-------|
| Família Nereidae            |           |            |           |           |            |            |           |            |            |             |       |     |       |
| <i>Nereis serrata</i>       | 2         |            |           | 8         |            |            | 10        |            |            | 20          | 1,98  |     |       |
| Família Glyceridae          |           |            |           |           |            |            |           |            |            |             |       |     |       |
| <i>Glycera americana</i>    | 10        | 10         | 6         | 10        | 20         | 20         | 10        | 10         | 30         | 126         | 12,51 |     |       |
| Família Eunicidae           |           |            |           |           |            |            |           |            |            |             |       |     |       |
| <i>Eunice longicirrata</i>  | 12        | 20         | 30        | 15        | 20         | 20         | 10        | 13         | 10         | 150         | 14,89 |     |       |
| <b><u>Crustacea</u></b>     |           |            |           |           |            |            |           |            |            |             |       |     |       |
| <b>Classe Malacostraca</b>  |           |            |           |           |            |            |           |            |            |             |       |     |       |
| Ordem Isopoda               |           |            |           |           |            |            |           |            |            | 5           | 5     | 0,5 |       |
| Ordem Amphipoda             | 20        |            |           | 130       |            |            | 57        |            |            | 57          | 42    | 306 | 30,39 |
| <b><u>Echinodermata</u></b> |           |            |           |           |            |            |           |            |            |             |       |     |       |
| <b>Classe Asteroidea</b>    |           |            |           |           |            |            |           |            |            |             |       |     |       |
| Família Asterinidae         |           |            |           |           |            |            |           |            |            |             |       |     |       |
| <i>Asterina miniata</i>     | 3         |            |           | 7         |            |            | 1         |            |            | 11          | 1,09  |     |       |
| Família Oreasteridae        |           |            |           |           |            |            |           |            |            |             |       |     |       |
| <i>Oreaster reticulatus</i> | 3         |            |           |           |            |            |           |            |            | 3           | 0,3   |     |       |
| <b>TOTAL</b>                | <b>55</b> | <b>102</b> | <b>91</b> | <b>63</b> | <b>221</b> | <b>134</b> | <b>56</b> | <b>129</b> | <b>156</b> | <b>1007</b> |       |     |       |



**FIGURA 49** - Número de indivíduos de diferentes grupos de poliquetas que ocorreram nas estações de coleta durante o período analisado.





**TABELA 23** - Valores de riqueza, diversidade e equitabilidade das espécies de poliquetas coletadas nas três estações de coleta.

| Índices              | Faixa de variação                                     | E I    | E II   | E III  |
|----------------------|---|--------|--------|--------|
| S (nº de espécies)   |   | 4      | 6      | 4      |
| N (nº de indivíduos) |   | 116    | 199    | 227    |
| D (Dominância)       |   | 0,2582 | 0,2365 | 0,2864 |
| Margalef (d)         |   | 0,6311 | 0,9446 | 0,553  |
| H (Shannon)          | 0-1,49 (baixo)<br>1,5-2,0 (médio)<br>2,0 - 3,5 (alto) | 1,37   | 1,572  | 1,308  |
| Simpson 1-D          | 0 - 1   | 0,7418 | 0,7635 | 0,7136 |
| Pielou J             | 0 - 1   | 0,9884 | 0,8776 | 0,9433 |

A riqueza de espécies de anelídeos poliquetas foi maior para a estação 2 ( $d = 0,94$ ), sendo que as estações 1 ( $d = 0,63$ ) e 3 ( $d = 0,55$ ) apresentaram valores menores e aproximados. A diversidade, através do índice de diversidade Shannon-Winer, mostrou maior valor também para a estação 2 ( $H = 1,572$ ), seguido da estação 1 ( $H = 1,37$ ) e estação 3 ( $H = 1,30$ ); esse padrão também foi observado para outros índices de diversidade e uniformidade. Já a para a Dominância, observou-se maiores valores para as estações 1 ( $D = 0,258$ ) e 3 ( $D = 0,286$ ) e menor valor para a estação 2 ( $D = 0,236$ ).

A análise dos índices ecológicos mostra que a diversidade biológica foi baixa, uma vez que apenas a estação 2 apresentou Índice de Shannon levemente superior a 1,5 (indicador de que as comunidades avaliadas estão em equilíbrio ecológico). Esse resultado é reforçado pelo pequeno número de espécies registrado nas estações de amostragem e





pelos valores do Índice de Simpson próximo da unidade, indicando dominância de uma dada espécie sobre as outras. Todavia, a equitatividade (Pielou) foi próximo da unidade, indicando alta similaridade entre as abundâncias das espécies componentes das comunidades bentônicas analisadas nas três estações de coleta.

Os fatores que podem regular a diversidade são variados e inter-relacionados, tais como tipo de substrato, estabilidade do ambiente, acúmulo de biomassa e comprimento das cadeias alimentares, variedade e sobreposição de nichos. A pequena diferença nos valores dos índices de diversidade e riqueza de espécies da TABELA 23, de um modo geral, denota alto grau de homogeneidade do ambiente do ponto de vista da fauna de poliquetas bentônicas. Todavia, a variação dos resultados indica que a estação 2, com maior diversidade e riqueza de espécies, apresenta-se com menos táxons dominantes que provavelmente estão associados ao tipo de substrato e interação com as correntes marinhas, tamanho e variedade de nichos, produtividade e estabilidade do ambiente, sendo um bom local para monitoramento inicial da área.

### **Meiobentos (meiofauna)**

Os membros do meiobentos não são grandes nem fortes o suficiente para se enterrarem no sedimento, mas vivem dentro destes, frequentemente nos espaços intersticiais entre as partículas que compõem o sedimento. Muitos desses organismos são consumidores de depósito, outros “pastam” as partículas do sedimento sobre organismos fixos e outros predam os animais intersticiais (Soares-Gomes et al., 2002).

Adota-se como definição para meiofauna todo organismo do grupo dos protozoários e dos metazoários retidos em malhas de 0,44 mm e 1,0mm, considerando uma meiofauna dita temporária, apresentada por ovos, larvas e jovens da macrofauna, também chamados de mixofauna



(Soyer, 1970; Almeida E Fonseca-Genevois, 1999), além da meiofauna permanente.

Segundo Warwick (1998), sob o enfoque da biodiversidade, a meiofauna é uma unidade funcional (biocenose) composta por um grande número de espécies que desempenham estratégias de sobrevivência diferentes daquelas da macrofauna.

As principais estratégias utilizadas pela meiofauna são: o ciclo de vida curto, o desenvolvimento holobêntico, densidades altas e íntimas relações com o substrato (Heip et al. 1988 apud. Fonsêca-Genevois, 1998). De acordo com Coul & Chandler (1992) essas características são importantes também para biomonitoramento ambiental.

De um modo geral, a distribuição espacial da meiofauna reflete os processos que ocorrem no ambiente, sendo que esta é dependente da interação de fatores abióticos (granulométrica do sedimento, salinidade, temperatura, dentre outras), bióticos (disponibilidade de alimento, reprodução, relações intra e interespecíficas) e de influências antropogênicas, como contaminação orgânica e poluente químico (Santos et al., 1996).

No Brasil, os estudos sobre meiofauna de plataforma continental ficaram restritas à plataforma do N/NE: Aller & Aller (1986) realizaram um estudo ao longo do Amazonas e Fonseca-Genevois et al. (1989), Houllou & Fonseca-Genevois (1989), Lucena & Fonseca-Genevois (1980), Fonseca-Genevois & Almeida (1990), Fonseca-Genevois & Lucena (1990) e Fonseca-Genevois et al. (1990, 1991) analisaram diversos aspectos da meiofauna da Plataforma do Amapá ao Ceará.

No Maranhão há escassez de trabalhos realizados com a meiofauna. Levantamentos pretéritos indicam que existe apenas um trabalho sobre meiofauna realizado na Plataforma Continental (Almeida et al.1999) em profundidades que variaram entre 18 e 100m.

O presente estudo tem como objetivo identificar os principais grupos



meiofaunísticos ocorrentes no Banco do Tarol na Plataforma Continental do Maranhão, visando correlacionar às comunidades biológicas com os fatores abióticos e feições ambientais da área.

### **Metodologia**

Os animais da meiofauna da área foram caracterizados a partir de levantamentos realizados em três coletas com os seguintes pontos de amostragem: a) primeira coleta no ponto 1 (S00°57'250'', W 44°45'520'') com três réplicas; segunda coleta no ponto 2 (S00°58'290'', W44°44'340'') com duas réplicas; terceira coleta nos pontos 1 (S00°57'250'', W44°45'330''), ponto 2 (S00°56'959'', W44°45'499'') e ponto 3 (S0055'555'',W4447'275''). Os pontos de amostragem foram estabelecidos com auxílio de GPS.

Para as coletas, utilizou-se os métodos “direto” e “indireto”. No primeiro caso as amostras foram coletadas por um mergulhador, em profundidade de 16 m, com o auxílio de seringa (60 mL). No Método “indireto” utilizou-se um pegador cilíndrico de 10 cm por 20 cm de boca. As amostras obtidas foram fixadas em formol a 10% e levadas ao laboratório para análise. As amostras foram lavadas em água corrente sobre as peneiras sobrepostas com malhas de 0,5mm e 0,053mm de abertura, adaptando o método proposto por Boisseau (1975), dividindo-se o material em macrofauna e meiofauna, sendo o último acondicionado em vidros e preservado em solução de formol salino a 4%. Após a extração da meiofauna o volume de cada amostra foi lido através do deslocamento de líquido em proveta graduada (NUNES, 2003).

O material sobrenadante da peneira de 0,053 mm foi centrifugado manualmente em placa de Petri, sendo transferido em seguida para uma placa de Dollfus, composta por 200 quadrados de 0,25 cm cada um. A contagem foi efetuada, em toda a placa de Dollfus, sob microscópio estereoscópico a fim de estimar abundâncias e densidades da fauna.



O tratamento numérico das comunidades meiofaunísticas foi feito através de:

a) Abundância relativa, calculada pela seguinte expressão matemática:

$Ar = NIT \times 100 / Nt$ , onde:

Ar- abundância relativa;

NIT- número de indivíduos de um táxon; e

Nt- número total de organismos.

b) Frequência de ocorrência, calculada por:

$F O = NA \times 100 / NA T$ , onde:

Fo - frequência de ocorrência (%);

NA- número de amostras onde o táxon ocorre; e

NA T - número total de amostras.

Os táxons da meiofauna foram classificados em quatro grupos, em função da frequência em que ocorreram nas amostras, seguindo o modelo proposto por Bodin (1977): grupos constantes (> 76%), grupos muito frequentes (51% -75%), grupos comuns (26% -50%) e grupos raros (< 25%).

c) Densidade, estabelecida através da expressão matemática:

$D = N/V$ , onde:

D - densidade (indivíduo/ml);

N - número de indivíduos coletados; e

V - volume estimado pela leitura do volume deslocado e proveta graduada.

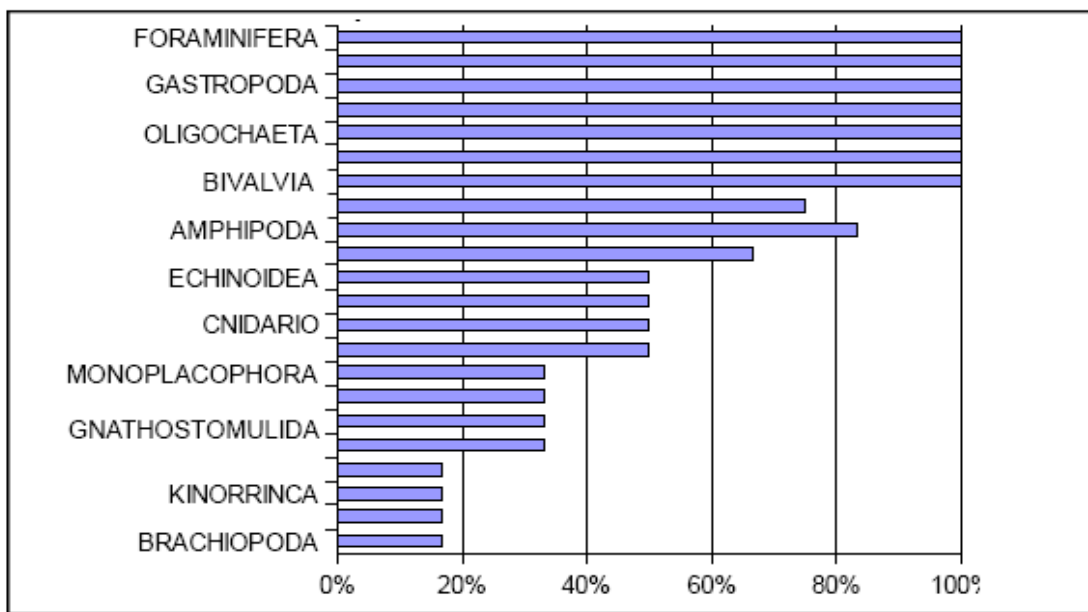


## Resultados

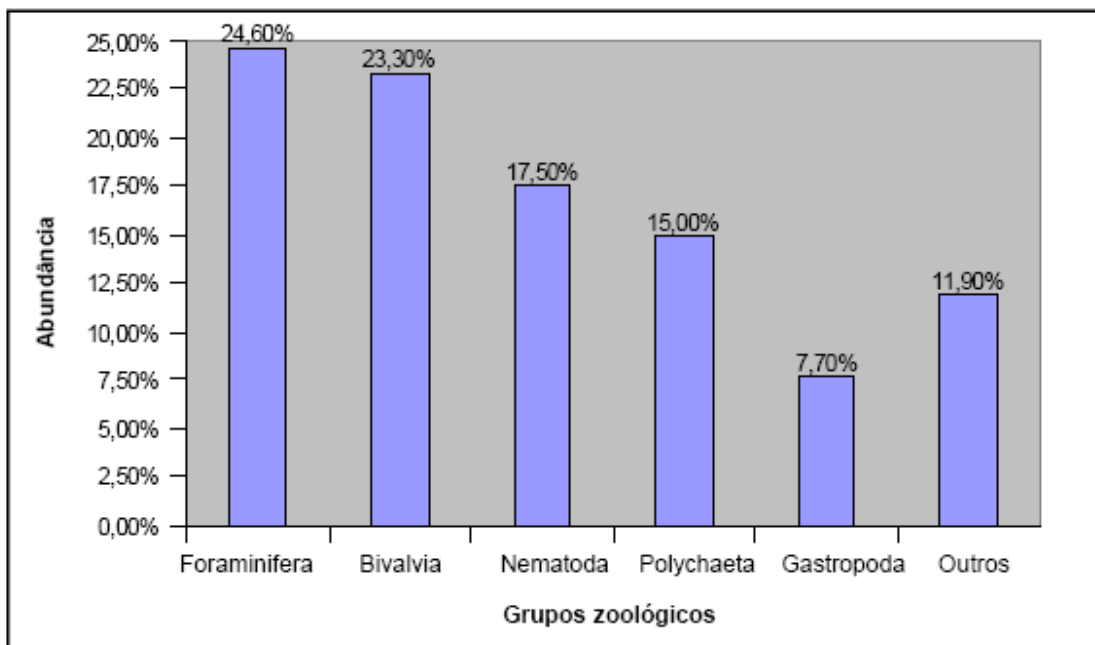
Os resultados das amostras analisadas indicaram a presença dos seguintes táxons: Foraminífera, Nematoda, Gastropoda, Polychaeta, Oligochaeta, Copepoda e Bivalvia em 100% das réplicas, sendo classificados como grupos constantes; Amphipoda em 83,3%, também classificado como grupo constante; Turbellaria em 75% e Halacaridae em 66,6% sendo classificados como grupos muito frequentes; Echinoidea, Isopoda, Cnidário e Tardigrada em 50%; Monoplacophora, Poliplacofora, Gastrotricha e Gnasthostomulida em 33,3% sendo classificado como grupos comuns; Rotifera, Kinorrinca, Platyhelminthes e Brachiopoda com frequência de ocorrência igual a 16,6%, classificados como grupos raros (FIGURA 50).

Na primeira coleta, a amostra do primeiro ponto apresentou táxons tipicamente meiofaunísticos (FIGURA 51) composto por cinco grupos zoológicos: Foraminifera (24,60%), Bivalvia (23,30%), Nematoda (17,50%) Polychaeta (15%), Gastropoda (7,7%) e outros organismos pertencentes à meiofauna (11,90%).

**FIGURA 50** - Frequência de Ocorrência dos grupos meiofaunísticos nas amostras de sedimentos do Banco do Tarol analisadas.



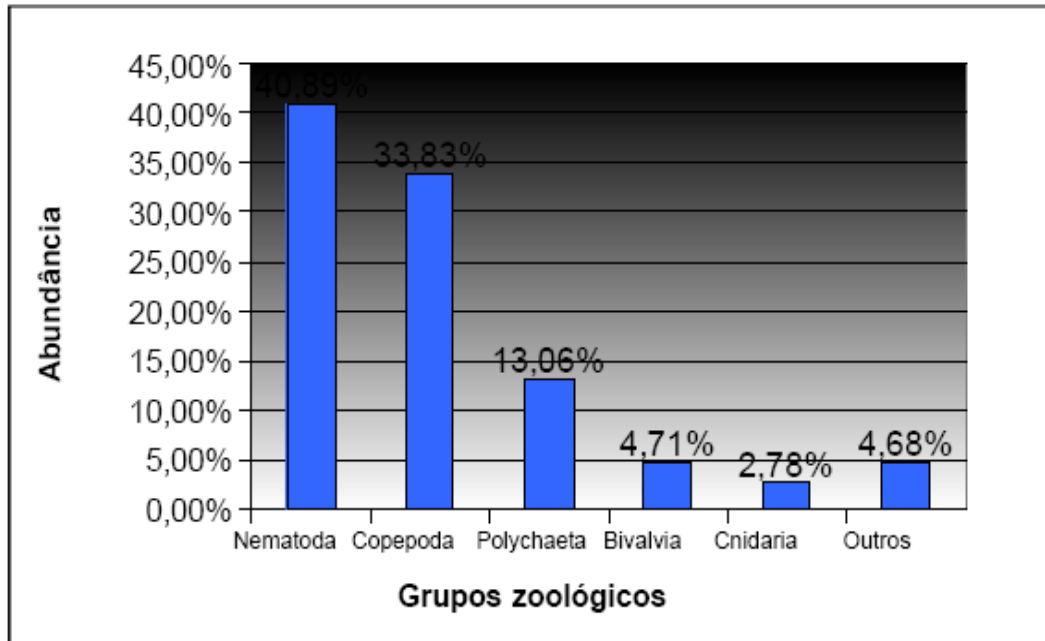
**FIGURA 51** - Abundância relativa dos grupos meiofaunísticos nas amostras da primeira coleta de sedimentos do Banco do Tarol.



A amostragem da segunda coleta apresentou abundâncias diferenciadas

para os grupos zoológicos (FIGURA 52): Nematoda (40,89%), Copepoda (33,83%), Polychaeta (13,06%), Bivalvia (4,71%) Cnidaria (2,78%) e outros grupos faunísticos (4,68%).

**FIGURA 52** - Abundância relativa dos grupos meiofaunísticos nas amostras da segunda coleta de sedimentos do Banco do Tarol.



Na terceira coleta (no ponto 1) foi observado um aumento no número de grupos faunísticos, bem como no percentual de copépodas e nemátodas (FIGURA 53). No segundo ponto a maior abundância observada foi para os nemátodas, seguido pelos copépodas e poliquetas (FIGURA 54).

Já no terceiro ponto registrou-se maior percentual de nemátodas, seguido pelos poliquetas (FIGURA 55). Alguns grupos foram raros nos três pontos.



**FIGURA 53** - Abundância relativa dos grupos meiofaunísticos nas amostras da terceira coleta (ponto 1) de sedimentos do Banco do Tarol.

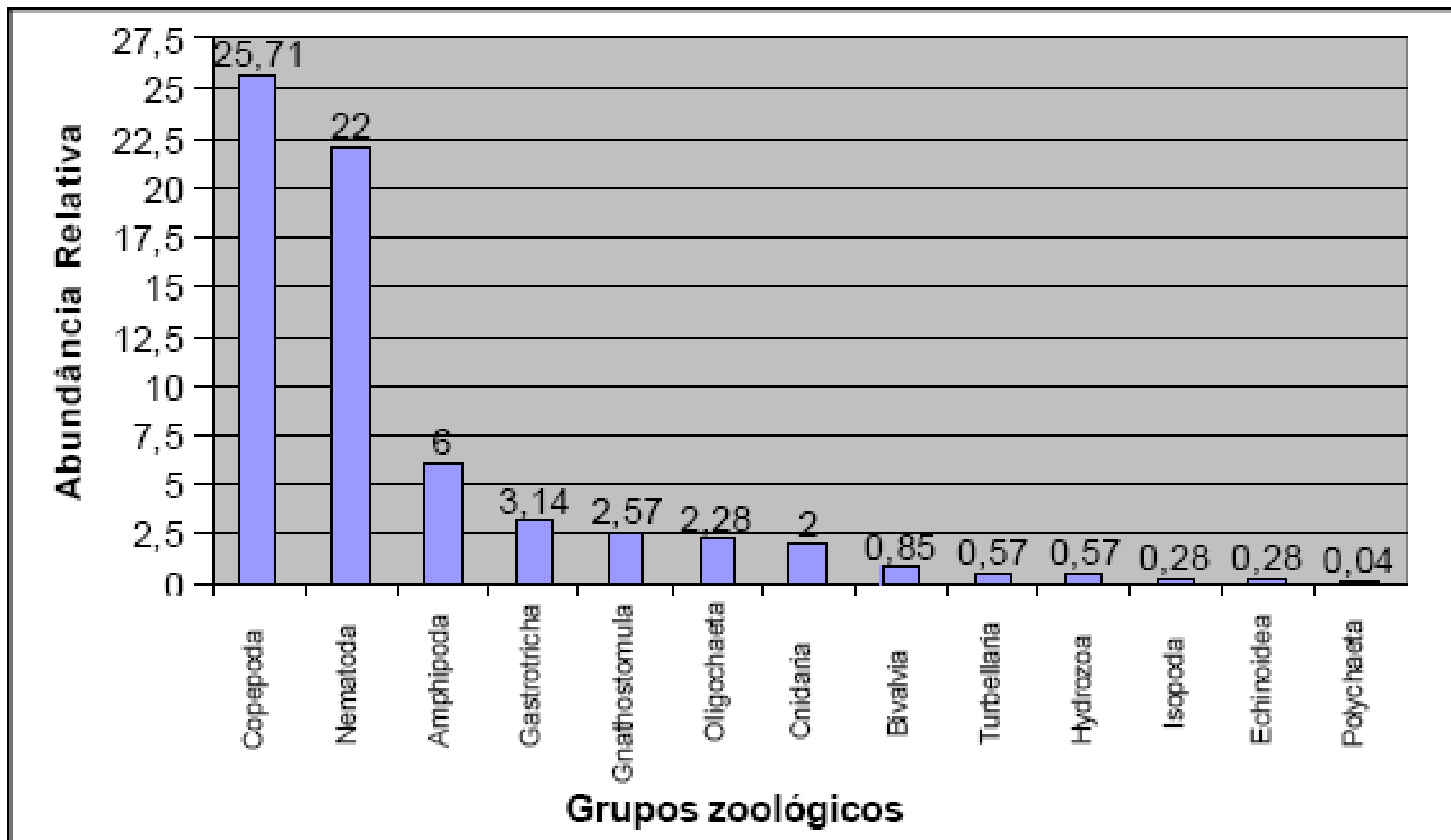
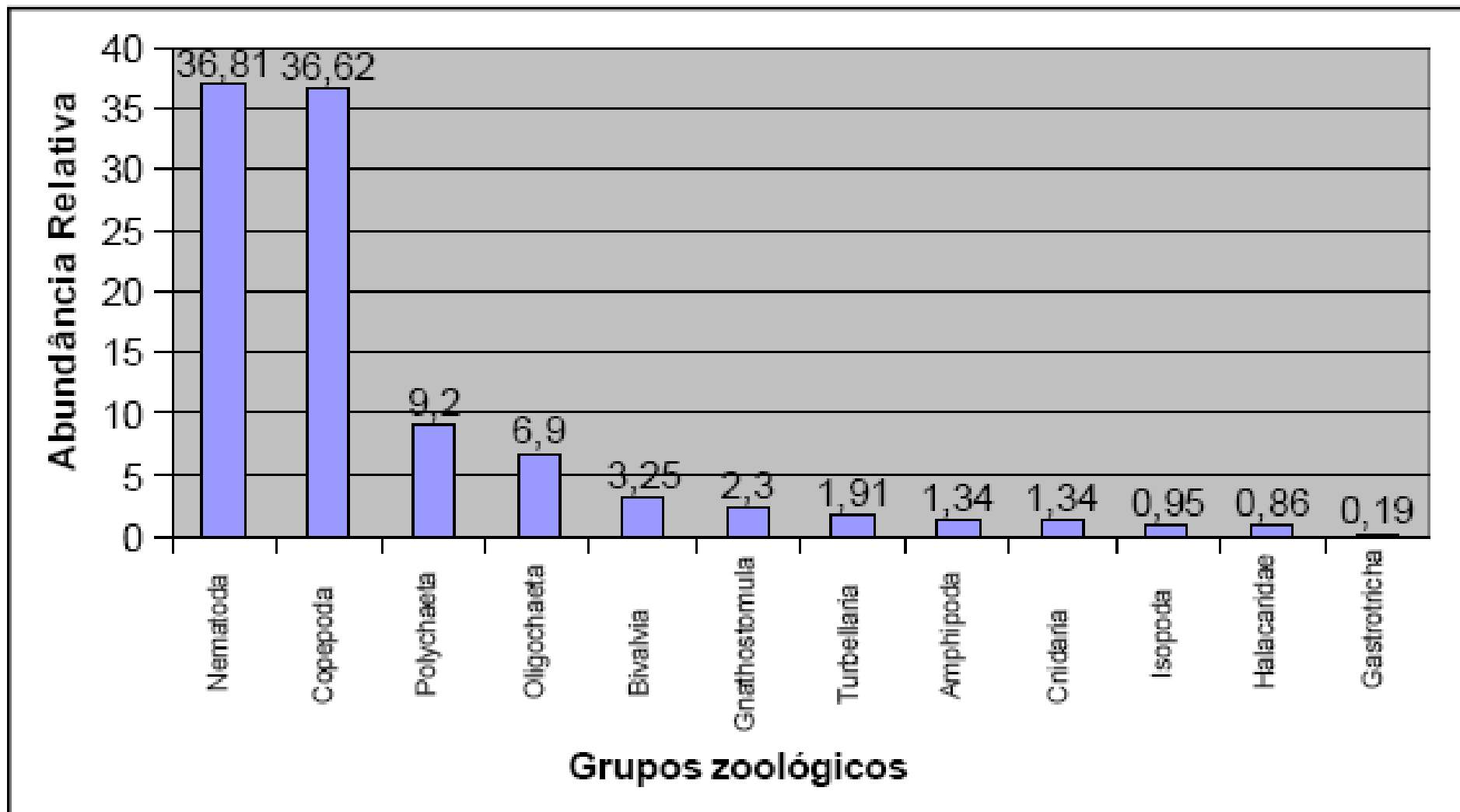




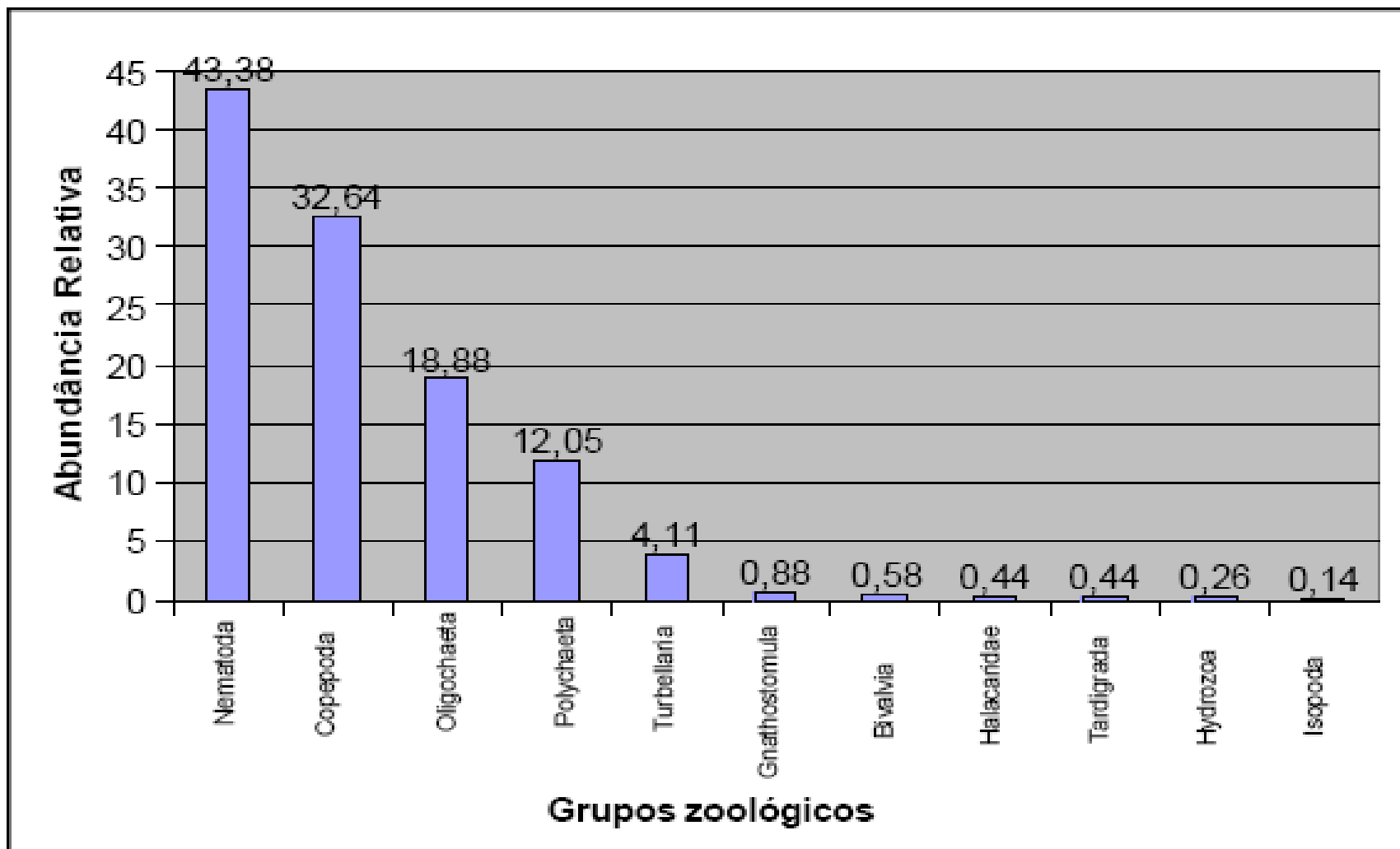


FIGURA 54 - Abundância relativa dos grupos meiofaunísticos nas amostras da terceira coleta (ponto 2) de sedimentos do Banco do Tarol.





**FIGURA 55** - Abundância relativa dos grupos meiofaunísticos nas amostras da terceira coleta (ponto 3) de sedimentos do Banco do Tarol.





### 3.2.3.4 Espécies Migratórias E Ameaçadas De Extinção

#### a) Cetáceos

Os cetáceos são mamíferos marinhos pertencentes à ordem Cetacea, que possuem sangue quente e respiram o ar atmosférico por meio de pulmões, vindo à superfície em intervalos regulares para realizar as trocas gasosas (respiração).

De acordo com o Projeto Mamíferos Marinhos (MAMA) esses animais habitam todos os oceanos, como também mares, estuários e poucos habitam os rios. Possuem corpo hidrodinâmico facilitando a natação, se alimentam de peixes, lulas e krill (pequenos crustáceos). A gestação varia de 9 (nove) a 16 (dezesseis) meses, resultando em um ou, raramente, dois filhotes. O período de amamentação é de um ano e é nesta fase que aprendem a pescar com o seu grupo.

Entre as grandes ameaças para os cetáceos destacam-se:

- Caça comercial de baleias e pequenos cetáceos;
- Interação com atividades pesqueiras;
- Degradação do ambiente marinho pelo rápido crescimento das áreas costeiras;
- Super-exploração dos estoques pesqueiros, o qual reduz o suprimento de alimentos;
- Efluentes industriais carregando seus produtos químicos;
- Aumento do número de embarcações, resultando na mortandade de cetáceos devido às colisões.

No que se refere aos mamíferos aquáticos no Brasil, existem cinquenta espécies nas águas jurisdicionais do país, que se encontram em situações diversas de conservação: animais com dados insuficientes, apresentando baixos riscos, vulneráveis, em perigo ou até mesmo em



perigo crítico - este é o caso do peixe-boi marinho, espécie com maior risco de extinção no país. Aliás, os maiores remanescentes desta espécie no Brasil estão justamente no Maranhão.

A importância do trabalho com mamíferos aquáticos é uma necessidade. O Maranhão possui a segunda maior costa do país, com 640 quilômetros de extensos manguezais e praias abertas, com significativa presença de espécies como a *Sotalia fluviatilis* (boto-cinza), além de registros históricos de encalhes de baleias cachalotes e a falta de informações sobre demais mamíferos aquáticos.

No que se refere aos mamíferos aquáticos no Maranhão, algumas ameaças à sua sobrevivência já foram identificadas, como: interação com a pesca, observada por meio de marcas de redes e perfurações de arpões; retirada intencional de órgãos, tecidos e dentes, utilizados no consumo de carne, como isca para pesca de tubarões, no artesanato ou em crenças populares. Somem-se a isso alguns perigos potenciais, como redes de arrasto de camarão e prospecção sísmica - recurso utilizado na identificação de áreas disponíveis para exploração de petróleo e que pode afetar os animais.

De acordo com biólogos que trabalham com esses mamíferos aquáticos, os próximos desafios são a criação de um Centro de Tratamento de Animais Silvestres (CETAS) destinado aos mamíferos aquáticos, o aparelhamento de unidades móveis de resgate, a capacitação de pessoal, a busca por mais parcerias e o fortalecimento das campanhas informativas. Este trabalho, associado à pesquisa de estimativa dos cetáceos na costa Norte do Brasil, exige tempo, investimento e pessoal qualificado.

Apesar da existência de grupos de estudos recentes, como o Projeto Cetáceos do Maranhão do Instituto Ilha do Caju Ecodesenvolvimento e Pesquisa (PROCEMA/ICEP), inexistem dados relacionados à estrutura das comunidades de cetáceos que ocorrem na costa maranhense.



## **Metodologia**

A metodologia usada foi a avistagem a olho nú e por meio de binóculos, entre os meses de fevereiro e outubro de 2006, totalizando quatro incursões com espaçamentos de dois meses, na plataforma continental da costa oeste maranhense, mais precisamente no banco do Tarol (S 00°57'250", W 44°45'520") e suas proximidades. Também utilizou-se questionários semi-estruturados nas comunidades pesqueiras vizinhas para averiguar relatos da ocorrência de cetáceos na área.

## **Resultados**

Foram avistados três grupos distintos de golfinhos da espécie *Sotalia fluviatilis* (boto cinza), nas proximidades da área de extração: o primeiro grupo continha seis indivíduos, entre adultos, jovens e um filhote; o segundo grupo um pouco maior, com cerca de 12 indivíduos, adultos, jovens e filhotes; e um terceiro grupo em torno de cinco indivíduos, contendo somente adultos.

Essas observações indicam que o boto-cinza usa essa área das proximidades do local de extração, por apresentar condições favoráveis para criação dos filhotes e alimentação, como indicado na literatura científica.

O boto cinza é uma espécie que apresenta ampla distribuição na costa brasileira (FIGURA 56) e apresenta indivíduos que medem cerca de 1,70m e pesam em média 40 kg. São altamente sociáveis, vivem em grupos e se utilizam de biossonar que possibilita orientação e localização. Jovens e adultos alimentam-se de peixes, lulas e crustáceos.

**FIGURA 56** - Área de distribuição de *Sotalia fluviatilis* na costa brasileira.



Fonte: [http://www.cms.int/reports/small\\_cetaceans/data/S\\_fluviatilis/s\\_fluviatilis.htm](http://www.cms.int/reports/small_cetaceans/data/S_fluviatilis/s_fluviatilis.htm)

## **b) Quelônios marinhos**

Os quelônios mostram especializações morfológicas associadas a habitats terrestres e aquáticos (água doce e marinho). A maioria dos quelônios consiste em animais de vida longa e capacidade relativamente pequena para crescimento populacional rápido (POUGH, 2003).

O grupo dos quelônios marinhos tem uma origem muito antiga e não apresentam modificações biológicas significativas nos últimos cento e



oitenta milhões de anos. As tartarugas marinhas têm um corpo bastante adaptado para a vida no mar, onde as principais características são o desenvolvimento de uma forma hidrodinâmica do corpo, o qual é comprimido dorso-ventralmente; patas dianteiras e traseiras transformadas em remos, permitindo uma natação eficiente; excreção do excesso de sal ingerido com a água do mar e alimento através de glândulas especiais situadas na cabeça, os quais se abrem nas narinas.

A respiração é feita por pulmões e por isso, após cada mergulho (o qual pode ser bastante longo) as tartarugas necessitam vir à tona para respirar. Sabe-se que, por causa desta necessidade, centenas de tartarugas morrem todos os anos asfixiadas e presas a redes de pescadores em todo o mundo.

As espécies marinhas realizam migrações de longas distâncias, são animais ovíparos, botam seus ovos em terra, na areia das praias, fora do alcance das marés. A maturidade sexual ocorre em torno dos 15 anos de vida, sendo as fêmeas fecundadas pelos machos nas águas próximas à costa. A liberação dos ovos é escalonada, com uma média total de 400 a 500 ovos postos por estação, durante os meses de verão. No Brasil, desovam de novembro a março, em regiões como Praia dos Tamoios (Espírito Santo), Santa Isabel (Alagoas), Fernando de Noronha e Lençóis Maranhenses (Maranhão), regiões consideradas primordiais para a manutenção das espécies que ocorrem na nossa costa.

De todos os ovos postos, um máximo de 10 % sobreviverá à ação predatória de peixes, aves, caranguejos, mamíferos, inclusive do próprio homem, e chegarão à idade adulta. A maioria das tartarugas marinhas é carnívora, alimentando-se de invertebrados e peixes.

As espécies de tartarugas presentes nos oceanos são 7, sendo que 5 delas ocorrem em águas brasileiras: tartaruga verde (*Quelonia midas*); tartaruga olivácea (*Lepidochelys olivacea*); tartaruga de pente



(*Eretmochelys imbricata*); tartaruga careta (*Caretta caretta*); tartaruga de couro (*Dermochelys coriacea*).

### **Metodologia**

A metodologia usada foi a avistagem a olho nú e por meio de binóculos, a bordo das embarcações Neptuno (tipo catamarã) e Copama 22 (embarcação de pesca), entre os meses de fevereiro e outubro de 2006. Ao todo, foram quatro incursões com espaçamentos de dois meses, na plataforma continental da costa oeste maranhense, mais precisamente no banco do Tarol (S 00°57'250", W 44°45'520") e suas proximidades. Também utilizou-se questionários semi-estruturadas nas comunidades pesqueiras vizinhas para averiguar relatos da ocorrência de quelônios na área.

### **Resultados**

Nas observações realizadas durante os meses de fevereiro a outubro não foi possível nenhuma avistagem na área de extração nem em suas proximidades.

Nos questionários aplicados aos pescadores da região não houve nenhum relato de aparecimento de tartaruga marinha ou desova na área.

#### **c) Interação de cetáceos e quelônios aquáticos com a pesca**

A espécie *Sotalia fluviatilis* (boto-cinza) sofre impacto na costa maranhense em virtude das capturas acidentais nas redes de pesca utilizadas na região. De acordo com os pescadores entrevistados nas ilhas próximas ao Banco do Tarol, uma vez capturado nas redes de pesca, esses animais não conseguem sobreviver porque morrem asfixiados em pouco tempo.





Nas comunidades pesqueiras do litoral maranhense existem relatos da utilização da carne e da gordura do boto-cinza como isca para a pesca direcionada à captura de tubarões (cação). Além disso, dessa espécie também são retirados e comercializados dentes, olhos e gônadas.

Não existem relatos de pesca intencional desses cetáceos na região e a grande maioria dos pescadores entrevistados demonstra conhecimento da existência de leis federais que proíbem a captura desses animais.

Já em relação aos quelônios não existem registros de capturas acidentais desses animais nas redes de pesca artesanal utilizadas na região, indicando que a área, provavelmente, não se constitui em rota migratória.

### **3.2.4 Meio Socioeconômico**

#### **Metodologia**

Para determinar os aspectos socioeconômicos da atividade pesqueira no entorno da área de influência do empreendimento foram realizadas, em setembro de 2006, 50 (cinquenta) entrevistas com pescadores e acompanhamento de desembarques nos portos de quatro comunidades pesqueiras (Ilha dos Lençóis, Retiro, Porto do Meio e Apicum Açu) que trabalham com pesca artesanal estuarina no entorno da Jazida Cururupu (Banco do Tarol).

Foram realizadas entrevistas semi-estruturadas na forma de questionários, contendo questões assim distribuídas: 1) caracterização sócio-econômica (composição familiar, escolaridade e tipos de associações a que pertencem os pescadores); 2) Pescaria (dias, locais, melhor época do ano para pesca, instrumentos de pesca, espécies-alvo, espécies mais capturadas, quantidade e nível de descarte do pescado); 3) Comercialização (valor e destino da produção, locais de venda, tratamento dado ao pescado); 4) Percepção ambiental (problemas enfrentados nas pescarias, prejuízos causados pelos aparelhos de



pesca inadequados, degradação ambiental e soluções para otimizar a pesca na região).

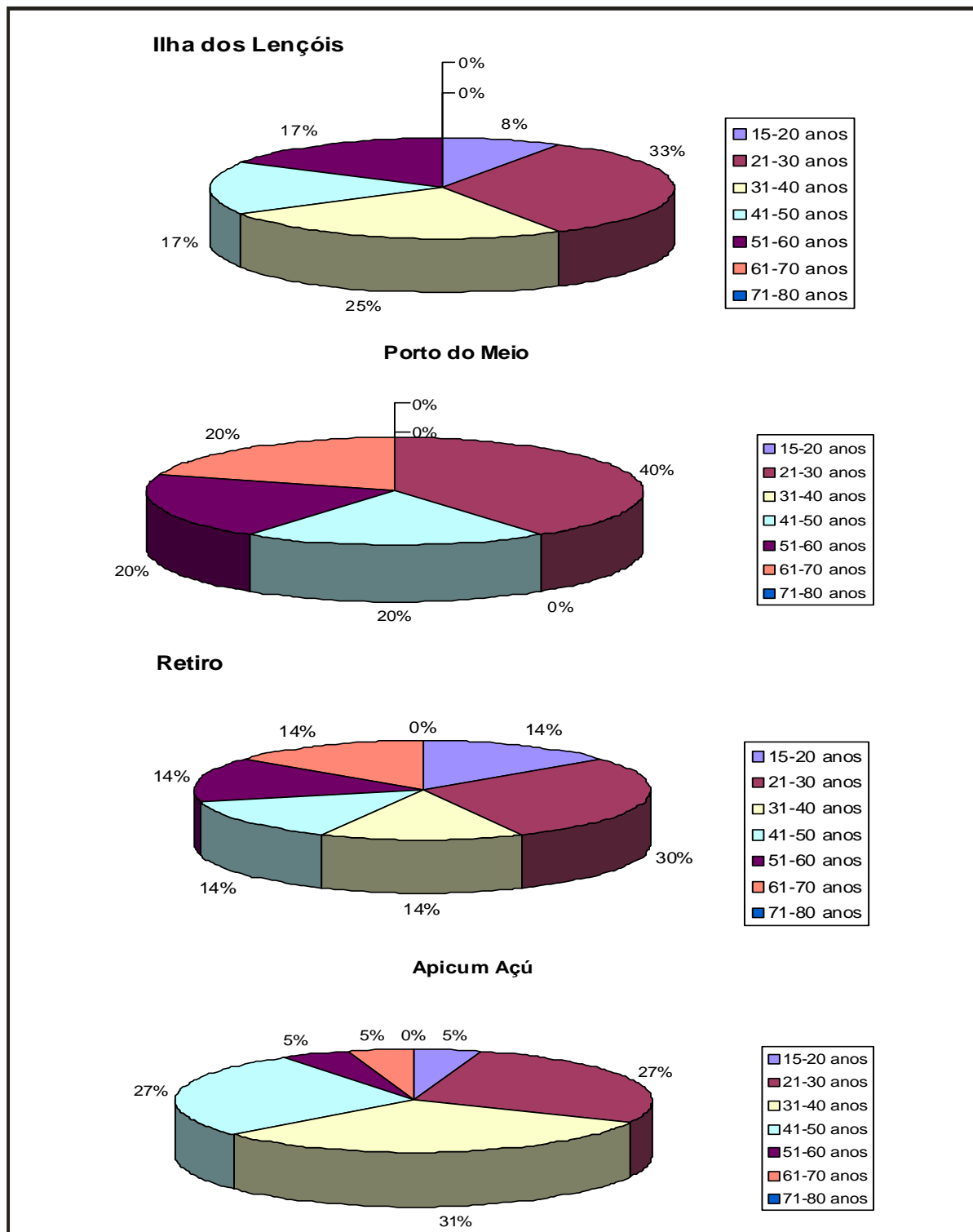
### **Resultados**

Todos os entrevistados eram pescadores do sexo masculino, na faixa etária dos 15 aos 70 anos (FIGURA 57), casados ou vivendo união conjugal estável não efetivada civilmente. Vivem em moradias próprias de madeira, taipa ou alvenaria e possuem de um a quatro filhos. Comparativamente, observou-se o mesmo padrão nas quatro comunidades para a idade da maioria dos entrevistados que se dedicam à pesca (21 a 50 anos), sendo baixo o percentual de jovens (menores que 20 anos) e idosos (maiores que 60 anos).



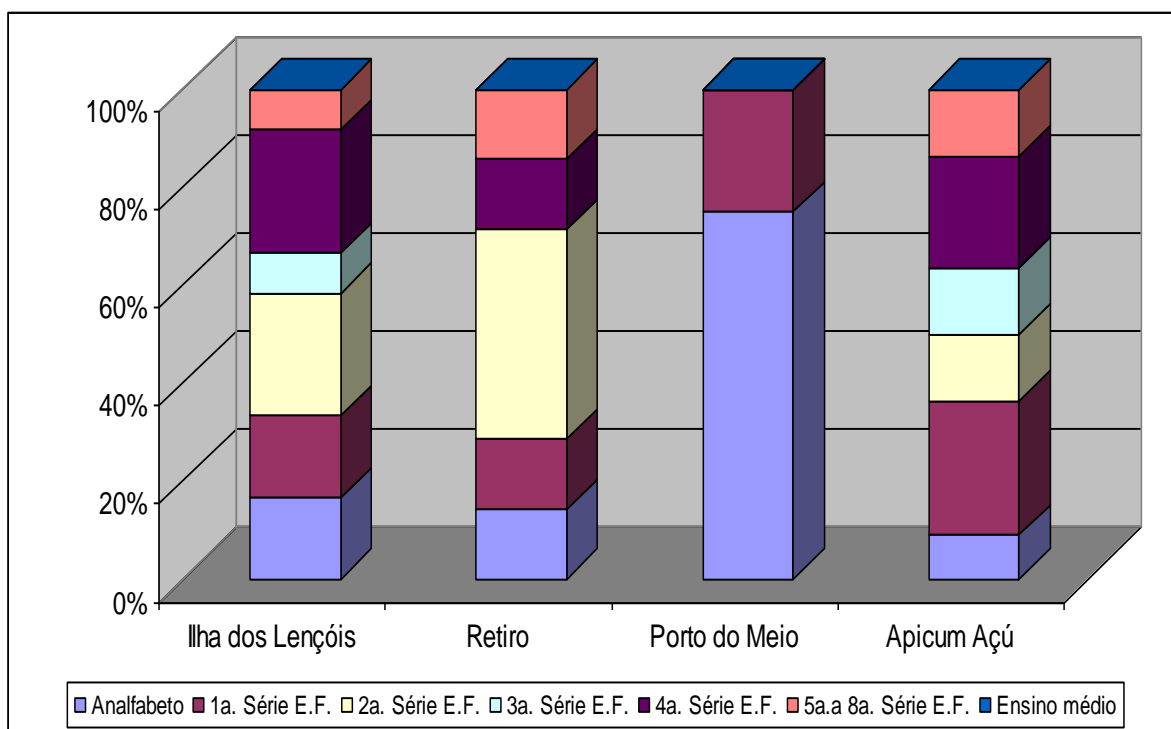


**FIGURA 57** - Faixa etária dos entrevistados nas quatro comunidades vizinhas ao Banco do Tarol, Maranhão.



A maioria dos entrevistados nunca frequentou a escola ou cursou apenas até a 4ª série do ensino fundamental (FIGURA 58), sendo a comunidade de Porto do Meio a que apresenta o maior índice de pessoas que nunca estudaram na região. Os entrevistados entendem que a baixa escolaridade nas comunidades se dá devido a incompatibilidade de tempo para o desenvolvimento da pesca e o dedicado à escola e pela ausência de um programa educacional especial de semanas alternadas para quem trabalha com a pesca.

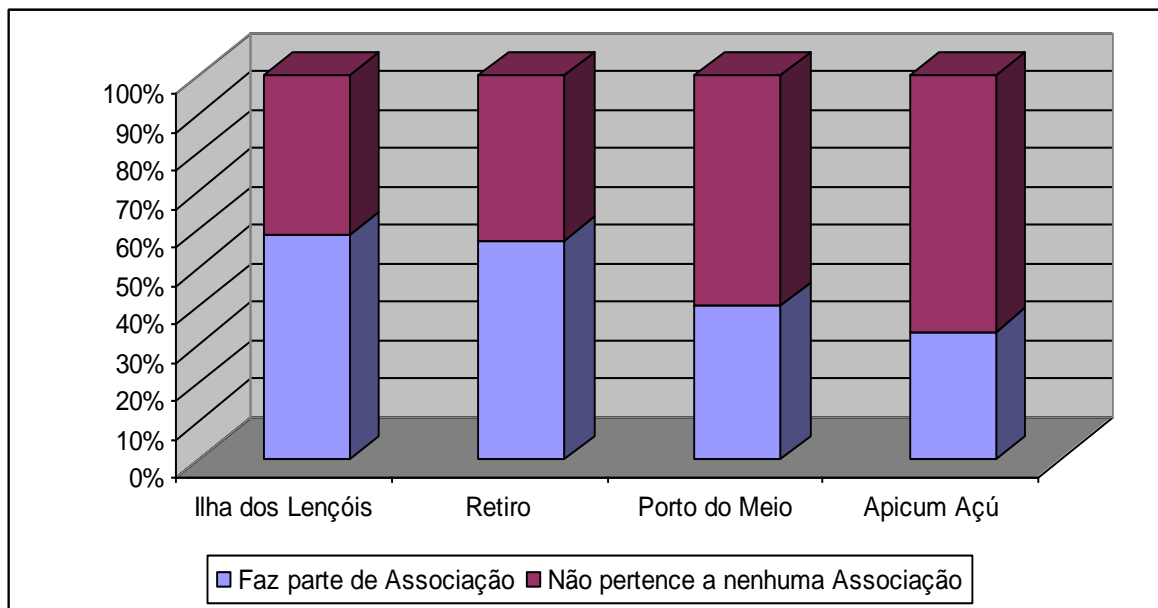
**FIGURA 58** - Nível de escolaridade dos entrevistados nas quatro comunidades vizinhas ao Banco do Tarol, Maranhão.



O nível de escolaridade também se reflete na forma de organização dos pescadores em associações formais existentes nas quatro comunidades (FIGURA 59), observando-se que quanto maior o índice de analfabetismo menor a participação dos pescadores em associações comunitárias.

Segundo os entrevistados isso ocorre devido a uma série de fatores, como por exemplo, falta de condições financeiras para a aquisição da carteira de pesca ou mesmo pouca importância dada a esse aspecto de organização da categoria; essa situação também está relacionada com o descrédito de algumas formas de associação junto aos pescadores por mostrarem-se contrárias a seus interesses. Todavia, aqueles que pertencem a algum tipo de associação listaram as seguintes: Colônia de pescadores, IBAMA, Sindicato dos pescadores de Cururupu, Colônia dos pescadores em Turiaçú e Capitania dos Portos.

**FIGURA 59** - Organização formal em associações dos entrevistados nas quatro comunidades vizinhas ao Banco do Tarol, Maranhão.



As pescarias realizadas pela maioria dos entrevistados duram de 5 a 7 dias ininterruptos, com uma carga horária de trabalho variando de quatro a nove horas por dia em pesqueiros conhecidos como:

- a) Comunidade Retiro - Beradão, Barra São João, Pata, Molha Barba;
- b) Comunidade Ilha dos Lençóis - Parida, São Jorge, Campelhau, Porto do Meio, Ponta do Gino, Rio do Furo Grande, Zumbi, Farol Velho;



c) Comunidade Apicum Açú - Barra Lençóis, Igarapé Grande, Cararé, Porto Alegre, Barra de Carutapera, Praia Manchado, Praia Beradão, Maruim, Baleia, Barra de São João, São Jorge, Turirana, Bate Vento, Bacuri, Canal do Turi;

d) Comunidade Porto do Meio - Ponta do Porto do Meio, Garapé da Roça, Furo Capelo, Escuna, Cabeceira de Boi.

A escolha desses locais de pesca está relacionada com o conhecimento tradicional que os pescadores possuem sobre o fundo do ambiente aquático, de suas peculiaridades topográficas, assim como as características do biótopo e da biocenose dos ecossistemas marinhos que representa a condição necessária para o desenvolvimento da atividade pesqueira.

Os pescadores responderam nas entrevistas que pescam nessa região há muito tempo (em média de 5 a 20 anos). Utilizam barcos à vela, canoas ou barcos a motor de 4 a 22 Hp. Pescam, basicamente, com os mesmos aparelhos de pesca de que são proprietários, tais como puçá, malhão, caiqueira, gozeira, tainheira, sendo Apicum Açú e Ilha dos Lençóis as comunidades que relataram utilizar maior variedade de artes de pesca (FIGURA 60).

Os entrevistados informaram que em condições favoráveis como luas cheia e crescente, marés (maré de quarto ou quarto morto) e épocas do ano (março a setembro), o volume de pescado ultrapassa os 100 kg, atingindo até 500 kg por pescaria. Isso mostra que na produção da pesca artesanal dessas comunidades há uma sazonalidade geral acompanhada de mudanças na salinidade e vento forte, já que nos outros períodos, mais precisamente de setembro a novembro, há uma queda nas capturas, período que coincide com os ventos fortes na costa maranhense.

As espécies-alvo das pescarias na região são aquelas de maior valor econômico, tais como as “pescadas” (Sciaenidae) e o “camarão” (Penaeidae), mas as espécies mais frequentes nas capturas atualmente



e que mais contribuem em termos de peso são: tainha sajuba (*Mugil curema*), pescada Gó (*Macrodon ancylodon*), corvina açu (*Cynoscion microlepidotus*), bandeirado (Bagre bagre), uriacica (*Cathrorops spixii*), peixe pedra (*Genyatremus luteus*), guaravira (*Trichiurus lepturus*), xaréu (*Caranx hippos*), uritinga (*Hexanematichthys proops*), peixe prata (*Diapterus auratus*), escrivão (*Eucinostomus gula*), raia e cação (Elasmobranchii).

O destino do pescado é dividido entre consumo familiar e venda. O nível de descarte do pescado varia de 5 a 10 kg de baiacu (Tetraodontidae), sardinha (Engraulidae), bagrinho (Ariidae), solha (Achiridae) e arraia (Elasmobranchii).

A produção do pescado, segundo os entrevistados, é vendida na comunidade e nos portos de desembarques por intermediários, sendo que o único tratamento dado aos peixes que estão no gelo é o evisceramento. As razões da dependência dos intermediários para a comercialização do pescado nessas comunidades estão diretamente relacionadas com a perecibilidade do produto devido à falta de infraestrutura para a sua conservação.

Na visão dos pescadores, as principais dificuldades relacionadas à atividade pesqueira na região são, por ordem de importância, “maresia e vento forte, assoreamento, avaria no motor da embarcação e rasgamento das redes” (FIGURA 61).

A concorrência na atividade pesqueira foi pouco citada pelos entrevistados. Porém, quem comentou esse aspecto, destacou ser duplamente difícil para o pescador: por um lado o desembarque de uma boa pescaria numa mesma comunidade, em simultaneidade com concorrentes, causa a baixa dos preços do pescado, por outro lado muita gente pescando numa mesma área continuamente leva à exaustão dos estoques pesqueiros, o que compromete a atividade no futuro.

Os entrevistados entendem que, caso o poder público adotasse medidas como facilidade no financiamento de equipamentos de pesca e motor

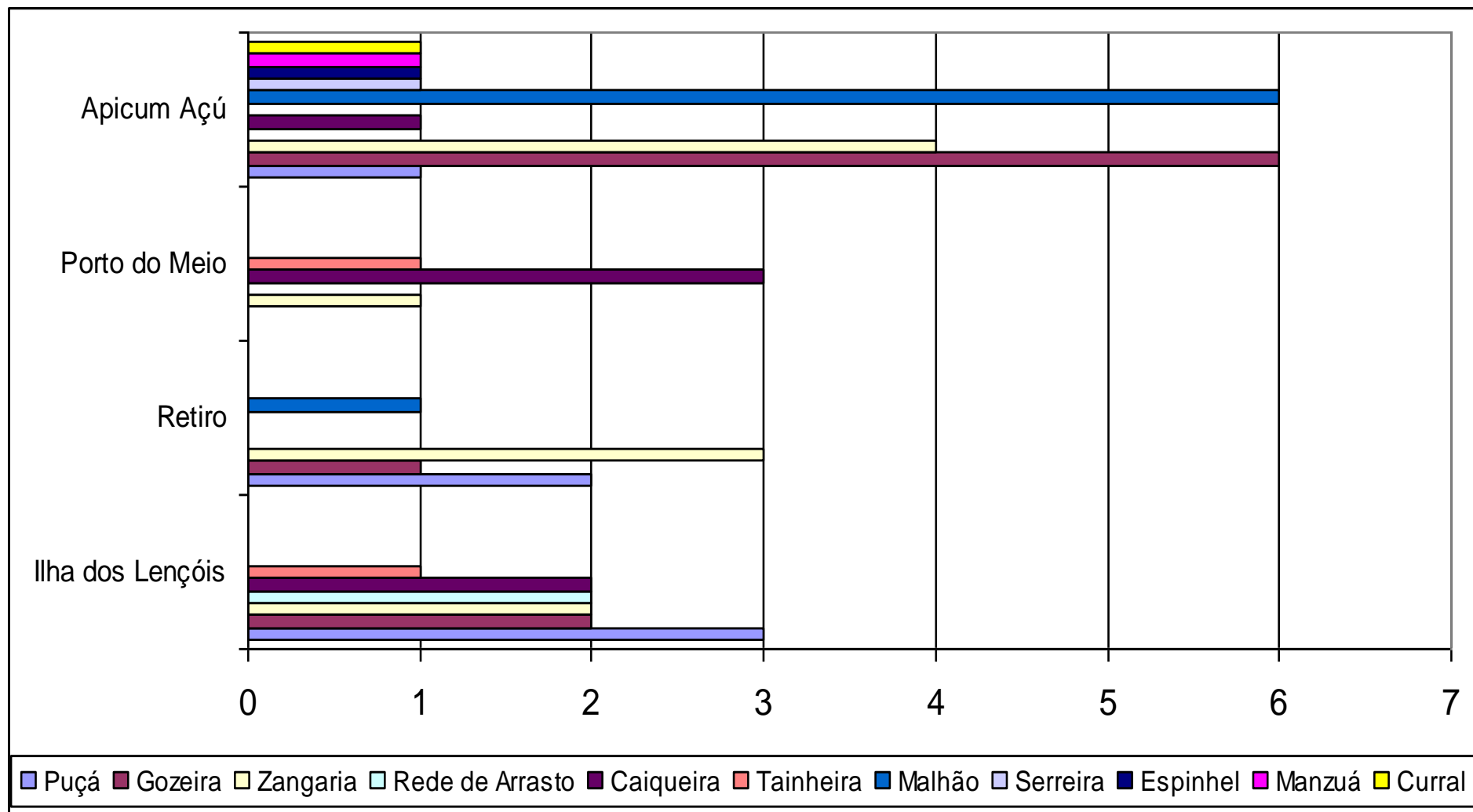


para o barco, instalação de rede elétrica nos povoados, auxílio na organização das colônias de pesca e adoção de programas especiais de ensino para os pescadores, haveria uma melhora na qualidade de vida dos pescadores que atuam na região (FIGURA 62).



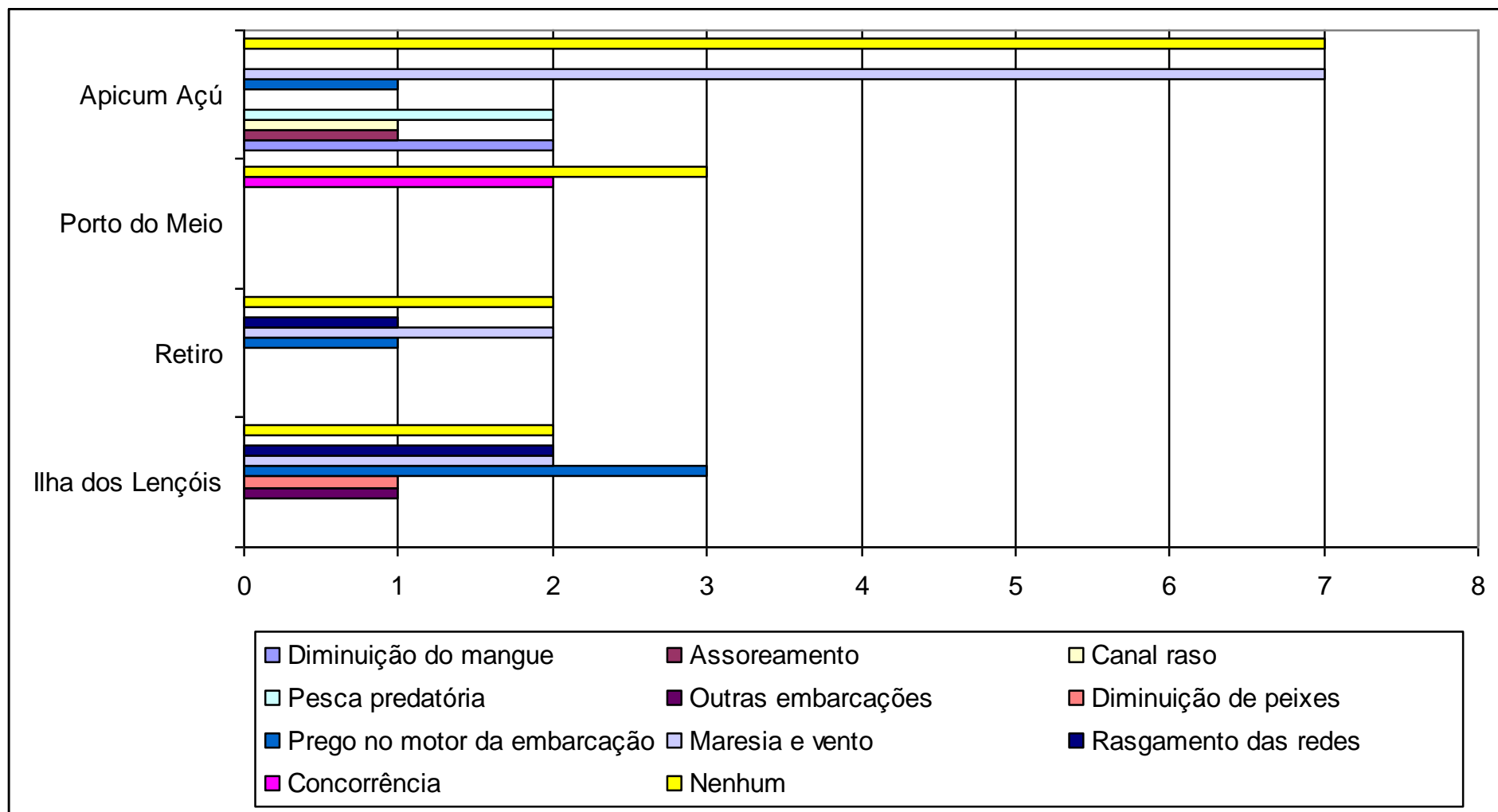


**FIGURA 60** - Aparelhos de pesca utilizados pelos entrevistados nas quatro comunidades vizinhas ao Banco do Tarol, Maranhão.



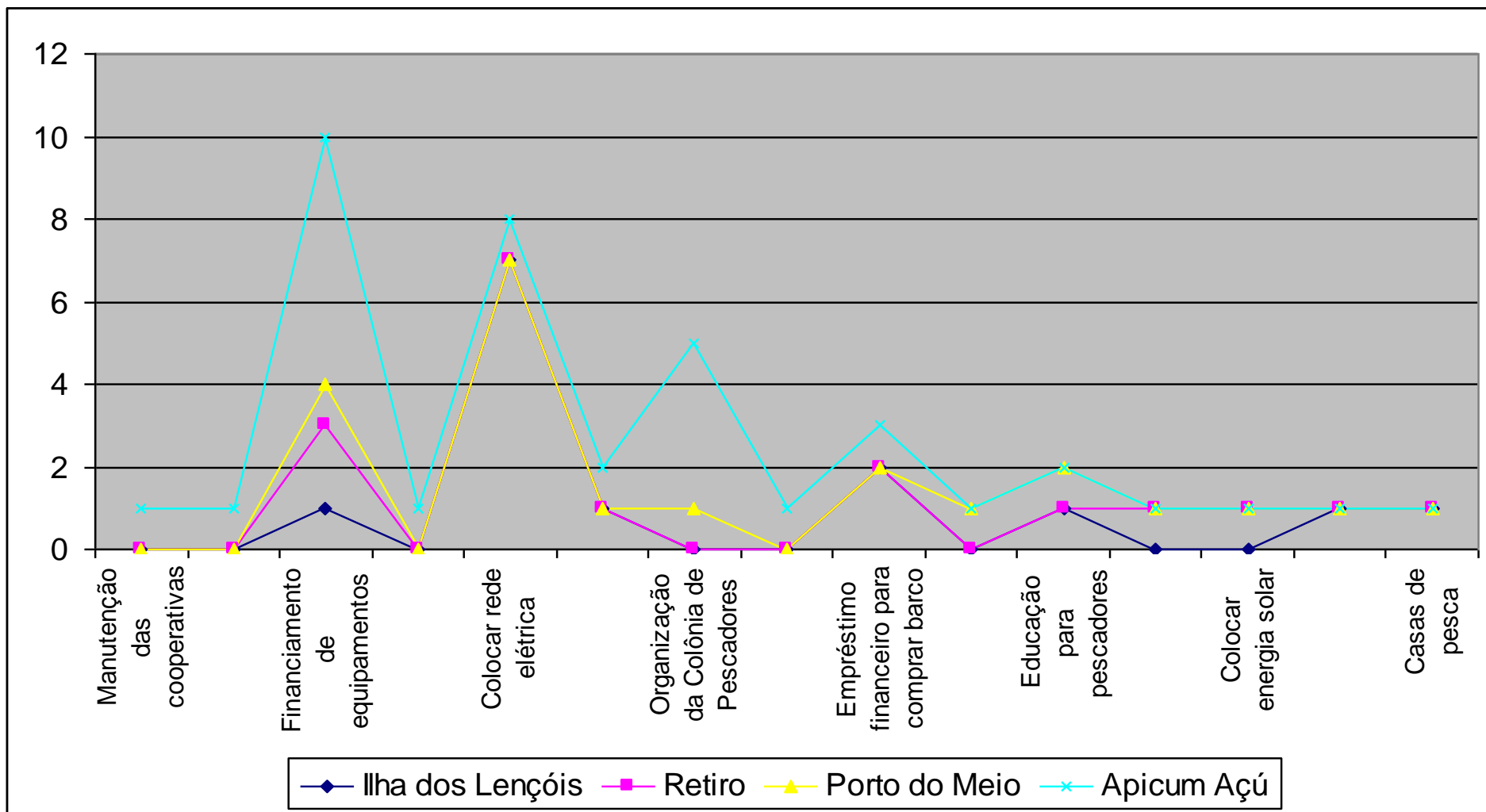


**FIGURA 61** - Problemas listados pelos entrevistados relacionados com a atividade pesqueira nas quatro comunidades vizinhas ao Banco do Tarol.





**FIGURA 62** - Medidas listadas pelos entrevistados a serem tomadas para a melhoria da vida dos pescadores nas quatro comunidades costeiras adjacentes ao Banco do Tarol.





Grande parte dos pescadores afirmou que o pescado na região diminuiu nos últimos anos, entretanto, a maioria (80%), individualmente, não se considera responsável pela preservação dos recursos pesqueiros das áreas exploradas. Segundo eles, a Capitania dos Portos, o IBAMA, a Prefeitura e os representantes das Colônias de Pescadores, são os únicos responsáveis pela qualidade ambiental da região.

Os pescadores entrevistados caracterizam-se por possuírem uma visão objetiva sobre os recursos pesqueiros e as características ambientais da região. A maioria (na faixa etária de 50 a 70 anos) acredita que a região não tem problemas ambientais e que seus aparelhos de pesca, bem como empreendimentos econômicos em águas mais profundas, não prejudicam as espécies-alvo de suas atividades pesqueiras. Já os pescadores mais jovens (entre 15 e 30 anos) destacaram que seus apetrechos apresentam efeitos prejudiciais aos peixes juvenis e criticam o tamanho da malha e a dimensão das redes atualmente utilizadas, reforçando a idéia de que através do conhecimento mais recente sobre as questões ambientais, os pescadores artesanais reconhecem os limites para a exploração pesqueira de acordo com o ritmo da natureza e sabem que a sua condição de pescador depende da manutenção do equilíbrio ambiental.

Todos os portos de desembarque foram visitados e ainda carecem de infraestrutura básica à atividade pesqueira e demais atividades econômicas (Foto 38 e Foto 41).



**Foto 38** - Porto de desembarque de Apicum Açú, Maranhão.



Fonte: Apoio Engenharia e Mineração, ANO 2006-2007.



**Foto 39** - Ilha do Retiro, Município de Cururupu, MA.



**Fonte:** Apoio Engenharia e Mineração, ANO 2006-2007.

**Foto 40** - Ilha dos Lençóis, Município de Cururupu, MA.



**Fonte:** Apoio Engenharia e Mineração, ANO 2006-2007.



**Foto 41** - Ilha Porto do Meio, Município de Cururupu, MA.



**Fonte:** Apoio Engenharia e Mineração, ANO 2006-2007.

A seguir, destacamos aspectos característicos e peculiares da pesca artesanal em cada município visitado.

Em Apicum Açu, o estilo de pesca mais utilizado é o malhão (Foto 42) e gozeira (Foto 43), que tem como principal objetivo a pesca da Pescada Amarela e a Pescada Gó, respectivamente, podendo capturar também Uritinga, Bandeirado, Corvina, Camurim, Cavala, Caíca, Gurijuba, Bagre Guribú e outros. A coleta do pescado desta região varia entre 35 e 250 kg/dia, variação esta atribuída ao estilo de pescaria, objetivo do pescado e ao tamanho das embarcações. O melhor período para as pescarias é o inverno (novembro a maio), época onde é capturada maior quantidade de pescado com as melhores classes de tamanho (TABELA 24 e TABELA 25).



**Foto 42 - Arte de pesca registrada na região (Rede Malhão).**



**Fonte:** Apoio Engenharia e Mineração, ANO 2006-2007.

**Foto 43 - Arte de pesca registrada na região (Gozeira).**



**Fonte:** Apoio Engenharia e Mineração, ANO 2006-2007.





**TABELA 24** - Recursos pesqueiros, tipos de pesca, embarcações, período de pesca e quantidade de pescado capturado por dia, desembarcados no Município de Apicum Açú.

| <b>Kg/dia</b> | <b>Tipo de pesca</b> | <b>Recurso Pesqueiro</b>          | <b>Espécies Pescadas</b>            | <b>Embarcação</b> | <b>Período de pesca</b> |
|---------------|----------------------|-----------------------------------|-------------------------------------|-------------------|-------------------------|
| 35            | Caiqueira            | Caica                             |                                     | Bote              | Lua Cheia               |
| 250           | Curral               | Pescada Go                        | Guribú,<br>Guaravira,<br>Uritinga   | Biana             | Lua Cheia               |
| 250           | Espinhel             | Pedra,<br>Bandeirado,<br>Uritinga |                                     | Bote              | Inverno                 |
| 200           | Gozeira              | Pescada Go                        | Bandeirado,<br>Corvina,<br>Uritinga | Biana             | Na desova               |
| 50            | Gozeira              | Pescada Go                        | Corvina,<br>Pedra                   | Biana             | Inverno                 |
| 100           | Gozeira              | Pescada Go                        |                                     | Copama            | Inverno                 |
| 50            | Gozeira              | Pescada Go                        | Uritinga,<br>Pedra,<br>Corvina      | Biana             | Lua Nova                |
| 50            | Gozeira              | Pescada Go                        |                                     | Casco             | Inverno                 |
| 50            | Gozeira              | Pescada Go                        | Corvina-<br>açú,<br>Cangatã         | Biana             | Inverno                 |
| 40            | Malhão               | Pescada Amarela                   | Uritinga,<br>Bandeirado             | Biana             | Inverno                 |
| 50            | Malhão               | Pescada Amarela                   | Corvina                             | Biana             | Inverno                 |
| 150           | Malhão               | Pescada Amarela                   | Camurim                             | Biana             | Inverno                 |
| 100           | Malhão               | Pescada Amarela                   |                                     | Biana             | Inverno                 |
| 70            | Malhão               | Pescada Amarela                   | Cavala,<br>Caicá,<br>Gurijuba       | Gareté            | Verão                   |
| 100           | Malhão               | Pescada Amarela                   | Corvina,<br>Curuaçú,<br>Gurijuba    | Biana             | Verão                   |
| 150           | Manzuá               | Bagre                             | Guribú                              | Bote              | Verão                   |
| 150           | Puçá                 | Camarão                           |                                     | Bote              | Inverno                 |
| 100           | Serreira             | Serra                             | Timbiro,<br>Corvina                 | Casco             | Inverno                 |



**TABELA 25 (cont.)** - Recursos pesqueiros, tipos de pesca, embarcações, período de pesca e quantidade de pescado capturado por dia, desembarcados no Município de Apicum Açú.

|     |          |                 |                           |       |           |
|-----|----------|-----------------|---------------------------|-------|-----------|
| 100 | Zangaria | Pescada Amarela | Caicá, Go, Cangatã        | Biana | Lua Nova  |
| 50  | Zangaria | Pescada Go      | Corvina, Tainha, Uritinga | Bote  | Lua Cheia |
| 40  | Zangaria | Camarão         |                           | Casco | Ano todo  |
| 100 | Zangaria | Pescada Amarela | Tainha                    | Bote  | Ano todo  |

Na ilha de Retiro a única atividade é a pesca. O tipo de armadilha de pesca mais utilizada é a zangaria (Foto 44) que tem como objetivo a captura do camarão graúdo, podendo capturar também o Bandeirado, Tainha, Cangatã, Sajuba, Caíca, Peixe-Pedra e outros. A coleta diária varia em torno de 10 a 100 kg, variação esta atribuída ao verão (junho a outubro/novembro), época do ano onde o pescado é mais abundante (TABELA 26).

Foto 44 - Zangaria registrada na Ilha do Retiro.



Fonte: Apoio Engenharia e Mineração, ANO 2006-2007.

TABELA 26 - Recursos pesqueiros, tipos de pesca, embarcações, período de pesca e quantidade de pescado capturado por dia na Ilha do Retiro.

| Kg/dia | Tipo de pesca     | Recurso Pesqueiro | Espécies Pescadas           | Embarcação | Período de pesca |
|--------|-------------------|-------------------|-----------------------------|------------|------------------|
| 70     | Gozeira           | Pescada Gó        |                             | Casco      | Verão            |
| 50     | Malhão            | Pescada Amarela   |                             | Biana      | Verão            |
| 30     | Papuça de muruada | Camarão           | Corvina, Tainha, Pescada    | Bote       | Verão            |
| 30     | Pulça             | Camarão           |                             | Bote       | Inverno          |
| 100    | Zangaria          | Camarão           | Bandeirado, Tainha, Cangatã | Biana      | Inverno          |
| 10     | Zangaria          | Camarão           | Tainha, Sajuba, Caíca       | Casco      | Lua Cheia        |
| 25     | Zangaria          | Camarão           | Pedra, Tainha, Bandeirado   | Casco      | Inverno          |



A Ilha de Lençóis possui uma pequena movimentação turística devido aos campos de dunas situados ao longo de toda sua extensão. Além dessa atividade turística, a ilha tem como atividade o comércio e principalmente a pesca. A arte mais utilizada é a zangaria, visando o camarão graúdo, mas capturando também o Peixe-Pedra, Bagre Guribú, Tainha, Siri, e outros. A variação diária de pesca gira em torno de 08 a 200 kg, variação esta atribuída, nesta região, ao verão (junho a outubro/novembro), época preferida pelos pescadores para a captura deste pescado (TABELA 27).

**TABELA 27** - Recursos pesqueiros, tipos de pesca, embarcações, período de pesca e quantidade de pescado capturado por dia na Ilha dos Lençóis.

| <b>Kg/dia</b> | <b>Tipo de pesca</b> | <b>Recurso Pesqueiro</b> | <b>Espécies Pescadas</b>        | <b>Embarcação</b> | <b>Período de pesca</b> |
|---------------|----------------------|--------------------------|---------------------------------|-------------------|-------------------------|
| 8             | Arrasto              | Camarão                  | Uriaçica, Solha, Sardinha       | Casco             | Lua Cheia               |
| 10            | Caiqueira            | Camarão                  | Caica, Uriaçica, Guaravira      | Casco             | Verão                   |
| 10            | Caiqueira            | Tainha                   | Uriaçica, Caramutalho, Uritinga | Casco             | Inverno                 |
| 100           | Gozeira              | Pescada Go               | Pedra                           | Biana             | Verão                   |
| 150           | Gozeira              | Pescada Go               | Serra, Bandeirado, Corvina      | Bastardo          | Verão                   |
| 100           | Malhão               | Pescada Amarela          | Corvina-açu, Camurim, Uritinga  | Casco             | Verão                   |
| 100           | Tainheira            | Tainha                   | Corvina, Guribú, Camurim        | Casco             | Verão                   |
| 25            | Tainheira            | Tainha                   | Pedra, Guribú, Uriaçica         | Casco             | Inverno                 |
| 100           | Zangaria             | Camarão                  |                                 | Casco             | Inverno                 |
| 200           | Zangaria             | Camarão                  | Guribú, Tainha, Siri            | Bote              | Inverno                 |
| 100           | Zangaria             | Camarão                  |                                 | Bote              | Ano Todo                |
| 20            | Zangaria             | Camarão                  |                                 | Biana             | Inverno                 |



Em Porto do Meio a única atividade desenvolvida pela população é a pesca. A arte de pesca mais utilizada é a rede Caiqueira, que tem como objetivo a captura da Caíca e do Camarão, mas captura também a Sajuba, Uriaçica, Guaravira, Tainha, Bagre Guribú e outros. A coleta deste pescado varia de acordo com a estação do ano, se concentrando mais no período do inverno (novembro a maio) e diminuindo no período do verão (junho a outubro/novembro), esta variação está em volta de 8 a 50 kg diários (TABELA 28).

**TABELA 28** - Recursos pesqueiros, tipos de pesca, embarcações, período de pesca e quantidade de pescado capturado por dia em Porto do Meio.

| <b>Kg/dia</b> | <b>Tipo de pesca</b> | <b>Recurso Pesqueiro</b> | <b>Espécies Pescadas</b>    | <b>Embarcação</b> | <b>Período de pesca</b> |
|---------------|----------------------|--------------------------|-----------------------------|-------------------|-------------------------|
| 50            | Caiqueira            | Camarão                  | Sajuba, Uriaçica, Guaravira | Casco             | Inverno                 |
| 25            | Caiqueira            | Camarão                  | Tainha                      | Casco             | Inverno                 |
| 8             | Caiqueira            | Caíca                    | Guribú, Sajuba              | Casco             | Inverno                 |
| 30            | Gozeira              | Gó                       | Sajuba, Pescada, Camurim    | Casco             | Inverno                 |
| 25            | Zangaria             | Camarão                  | Corvina, Tainha, Guribú     | Casco             | Verão                   |

O diagnóstico referente à estrutura pesqueira na zona litorânea de Apicum Açú, Retiro, Lençóis e Porto do Meio indicou que essa atividade econômica concentra-se nas zonas de estuarinas e nas áreas oceânicas muito próximas à costa. Não ha pesca significativa em regiões mais afastadas que distam mais de 10 a 20 milhas náuticas da costa

Registros do Zoneamento Costeiro do Estado do Maranhão indicam muitos táxons para o litoral ocidental maranhense onde estão incluídas essas áreas (TABELA 29 a TABELA 36), mas as espécies-alvo das capturas artesanais são: Pescada Amarela, Pescada Gó, Uritinga,



Bandeirado, Corvina, Camurim, Cavala, Caíca, Gurijuba, Bagre Guribú, Tainha, Cangatã, Sajuba, Caíca, Peixe-Pedra, Uriaçica, Guaravira e camarões.

As embarcações utilizadas geralmente são de pequeno e médio porte, o que impede aos pescadores realizarem pescarias mais prolongadas, já que necessitam retornar logo à terra firme para comercializar o pescado.

Desse modo, observa-se que o empreendimento no Banco do Tarol irá exercer pouca influência sobre a estrutura pesqueira na região, visto que se encontra a uma distância considerável da costa e dos principais bancos pesqueiros do litoral ocidental maranhense.



**TABELA 29** - Espécies ícticas registradas para o litoral ocidental maranhense onde estão incluídas as áreas adjacentes ao Banco do Tarol.

**Classe Elasmobranchii**

**Ordem Carcharhiniformes**

**Família Carcharhinidae**

|   |                       |
|---|-----------------------|
| <i>Carcharhinus porosus</i> (Ranzani, 1840)           | Junteiro              |
| <i>Carcharhinus limbatus</i> (Muller & Henle, 1839)   | Sacuri de galha preta |
| <i>Carcharhinus leucas</i> (Muller & Henle, 1839)     | Boca redonda          |
| <i>Carcharhinus obscurus</i> (Lesueur, 1818)          | Lombo preto           |
| <i>Carcharhinus acronotus</i> (Poey, 1860)            | Sacuri branco         |
| <i>Carcharhinus perezii</i> (Poey, 1876)              | Cação azul            |
| <i>Carcharhinus plumbeus</i> (Nardo, 1827)            |                       |
| <i>Galeocerdo cuvier</i> (Perón & Lesueur, 1822)      | Jaguara               |
| <i>Rhizoprionodon porosus</i> (Poey, 1861)            | Figuinho              |
| <i>Rhizoprionodon lalandei</i> (Muller & Henle, 1839) | Figuinho              |
| <i>Isogonphodon oxyrinchus</i> (Muller & Henle, 1839) | Quati                 |

**Família Sphyrnidae**

|  |                     |
|--|---------------------|
| <i>Sphyrna tiburo</i> (Linnaeus, 1758)         | Cornudo, Rudela     |
| <i>Sphyrna lewini</i> (Griffith & Smith, 1834) | Rudela, Panã branco |
| <i>Sphyrna tudes</i> (Valenciennes, 1822)      | Panã amarelo        |
| <i>Sphyrna media</i> (Springer, 1940)          |                     |
| <i>Sphyrna mukarran</i> (Ruppel, 1837)         | Rudela, Panã        |

**Ordem Orectolobiformes**

**Família Ginglymostomatidae**

|  |         |
|--|---------|
| <i>Ginglymostoma cirratum</i> (Bonnaterre, 1788) | Urumaru |
|--|---------|

**Ordem Rajiformes**

**Família Dasyatidae**

|   |                |
|---|----------------|
| <i>Dasyatis geijskesi</i> (Boeseman, 1948)        | Arraia Morcego |
| <i>Dasyatis guttata</i> (Bloch & Schneider, 1801) | Arraia bicuda  |



**TABELA 30 (cont.)-** Espécies ícticas registradas para o litoral ocidental maranhense onde estão incluídas as áreas adjacentes ao Banco do Tarol.

|  |                      |
|--|----------------------|
| <b>Família Urolophidae</b>                       |                      |
| <i>Urotrygon microphthalmum</i> (Delsman, 1941)  |                      |
| <b>Família Myliobatidae</b>                      |                      |
| <i>Aetobatus narinari</i> (Euphrasen, 1790)      | Arraia pintada       |
| <i>Rhinoptera bonasus</i> (Mitchill, 1815)       | Arraia jaburana      |
| <i>Mobula hypostoma</i> (Bancroft, 1831)         |                      |
| <b>Família Gymnuridae</b>                        |                      |
| <i>Gymnura micrura</i> (Bloch & Schneider, 1801) | Arraia bate          |
| <b>Família Rhinobatidae</b>                      |                      |
| <i>Rhinobatos lentiginosus</i> (Garman, 1880)    | Cação viola          |
| <b>Ordem Torpediniformes</b>                     |                      |
| <b>Família Narcinidae</b>                        |                      |
| <i>Narcine brasiliensis</i> (Olfers, 1831)       | Treme-treme          |
| <b>Ordem Pristiformes</b>                        |                      |
| <b>Família Pristidae</b>                         |                      |
| <i>Pristis perotteti</i> (Mueller & Henle, 1841) | Serra                |
| <b>Classe Actinopterygii</b>                     |                      |
| <b>Ordem Elopiformes</b>                         |                      |
| <b>Família Elopidae</b>                          |                      |
| <i>Elops saurus</i> (Linnaeus, 1766)             | Urubarana            |
| <b>Família Megalopidae</b>                       |                      |
| <i>Megalops atlanticus</i> (Valenciennes, 1847)  | Camuruopim, Pirapema |
| <b>Ordem Anguilliformes</b>                      |                      |
| <b>Família Muraenidae</b>                        |                      |
| <i>Lycodontis funebris</i> (Ranzani, 1840)       | Moréia               |
| <b>Família Ophichtidae</b>                       |                      |
| <i>Ophichthus cylindroideus</i> (Ranzani, 1840)  | Urubarana            |





**TABELA 31 - (cont.)- Espécies ícticas registradas para o litoral ocidental maranhense onde estão incluídas as áreas adjacentes ao Banco do Tarol.**

|  |                     |
|--|---------------------|
| <b>Ordem Clupeiformes</b>                          |                     |
| <b>Família Engraulidae</b>                         |                     |
| <i>Lycengraulis grossidens</i> (Agassiz, 1823)     |                     |
| <i>Pterengraulis atherinoides</i> (Linnaeus, 1766) |                     |
| <i>Anchovia clupeioides</i> (Swainson, 1839)       | Sardina gulelê      |
| <i>Anchoa spinifer</i> (Valenciennes, 1848)        | Sardinha vermelha   |
| <i>Cetengraulis edentulus</i> (Cuvier, 1829)       | Sardinha verdadeira |
| <b>Família Clupeidae</b>                           |                     |
| <i>Pellona flavipinnis</i> (Valenciennes, 1836)    | Sardinha dourada    |
| <i>Pellona castelnaeana</i> (Valenciennes, 1847)   |                     |
| <i>Opisthonema oglinum</i> (Lesuer, 1818)          | Sardinha peu        |
| <i>Rhinosardina amazônica</i> (Steindachner, 1880) | Sardinha da serra   |
| <b>Ordem Siluriformes</b>                          |                     |
| <b>Família Loricariidae</b>                        |                     |
| <i>Hypostomes cf. verres</i> (Valenciennes, 1840)  | Acari bodó          |
| <b>Família Callichthyidae</b>                      |                     |
| <i>Callichthys callichthys</i> (Linnaeus, 1758)    | Cascudo             |
| <b>Família Auchenipteridae</b>                     |                     |
| <i>Pseudauchenipterus nodosus</i> (Bloch, 1794)    | Papista             |
| <b>Família Ariidae</b>                             |                     |
| <i>Arius bonillai</i> (Miles, 1945)                | Uriacica            |
| <i>Arius couma</i> (Valenciennes, 1840)            | Bagre catinga       |
| <i>Arius grandicassis</i> (Valenciennes, 1840)     | Cambéua             |
| <i>Arius herzbergii</i> (Bloch, 1794)              | Bagre Guribu        |
| <i>Arius parkeri</i> (Trail, 1832)                 | Gurijuba            |
| <i>Arius proops</i> (Valenciennes, 1840)           | Uritinga            |
| <i>Arius quadriscutis</i> (Valenciennes, 1840)     | Cangatã             |
| <i>Arius rugispinis</i> (Valenciennes, 1840)       | Jurupiranga         |
| <i>Bagre bagre</i> (Linnaeus, 1766)                | Bagre bandeirado    |
| <i>Cathorops spixii</i> (Agassiz, 1829)            | Bagrinho            |



**TABELA 32 - (cont.)- Espécies ícticas registradas para o litoral ocidental maranhense onde estão incluídas as áreas adjacentes ao Banco do Tarol.**

|  |                |
|--|----------------|
| <b>Família Aspredinidae</b>                                |                |
| <i>Aspredinichthys tibicen</i> (Temminck, 1840)            | Viola          |
| <i>Aspredo aspredo</i> (Linnaeus, 1758)                    | Viola          |
| <b>Ordem Aulopiformes</b>                                  |                |
| <b>Família Synodontidae</b>                                |                |
| <i>Synodus foetens</i> (Linnaeus, 1766)                    | Jacaré         |
| <b>Ordem Batrachoidiformes</b>                             |                |
| <b>Família Batrachoididae</b>                              |                |
| <i>Batrachoides surinamensis</i> (Bloch & Schneider, 1801) | Pacamão        |
| <i>Thalassophryne nattareri</i> (Steindachner, 1876)       | Niquim         |
| <b>Ordem Lophiiformes</b>                                  |                |
| <b>Família Ogcocephalidae</b>                              |                |
| <i>Ogcocephalus vespertilio</i> (Linnaeus, 1758)           | Bacacué        |
| <b>Ordem Mugiliformes</b>                                  |                |
| <b>Família Mugilidae</b>                                   |                |
| <i>Mugil curema</i> (Valenciennes, 1836)                   | Tainha sajuba  |
| <i>Mugil incilis</i> (Hancock, 1830)                       | Tainha urixoca |
| <i>Mugil gaimardianus</i> (Desmarest, 1831)                | Tainha pitiu   |
| <i>Mugil trichodon</i> (Poey, 1875)                        | Tainha         |
| <b>Ordem Atheriniformes</b>                                |                |
| <b>Família Belonidae</b>                                   |                |
| <i>Strongylura marina</i> (Walbaum, 1792)                  | Peixe agulha   |
| <i>Strongylura timucu</i> (Walbaum, 1792)                  |                |
| <b>Ordem Cyprinodontiformes</b>                            |                |
| <b>Família Anablepidae</b>                                 |                |
| <i>Anableps anableps</i> (Linnaeus, 1758)                  | Tralhoto       |
| <b>Ordem Scorpaeniformes</b>                               |                |
| <b>Família Scorpaenidae</b>                                |                |
| <i>Scorpaena plumieri</i> (Bloch, 1789)                    | Mangangá       |



**TABELA 33 - (cont.)**- Espécies ícticas registradas para o litoral ocidental maranhense onde estão incluídas as áreas adjacentes ao Banco do Tarol.

| <b>Ordem Perciformes</b>                            |                          |
|---|--------------------------|
| <b>Família Centropomidae</b>                        |                          |
| <i>Centropomus parallelus</i> (Poey, 1860)          | Camurim branco           |
| <i>Centropomus undecimalis</i> (Bloch, 1792)        | Camurim preto            |
| <b>Família Serranidae</b>                           |                          |
| <i>Diplectrum radiale</i> (Quoy & Gaimard, 1824)    | Papa terra               |
| <i>Epinephelus itajara</i> (Lichtenstein, 1822)     | Mero                     |
| <i>Epinephelus morio</i> (Valenciennes, 1828)       | Garoupa                  |
| <i>Mycteroperca bonaci</i> (Poey, 1860)             | Sirigado                 |
| <i>Rypticus randalli</i> (Courtenay, 1967)          | Peixe sabão              |
| <b>Família Rachycentridae</b>                       |                          |
| <i>Rachycentron canadum</i> (Linnaeus, 1766)        | Beijupirá                |
| <b>Família Carangidae</b>                           |                          |
| <i>Caranx crysos</i> (Mitchill, 1815)               | Xaréu branco             |
| <i>Caranx hippos</i> (Linnaeus, 1766)               | Xaréu                    |
| <i>Caranx latus</i> (Agassiz, 1831)                 | Xaréu                    |
| <i>Chloroscombrus chrysurus</i> (Linnaeus, 1766)    | Arriba saia              |
| <i>Hemicaranx amblyrhynchus</i> (Cuvier, 1833)      | Xixarro                  |
| <i>Oligoplites palometa</i> (Cuvier, 1832)          | Tibiro amarelo           |
| <i>Oligoplites saurus</i> (Bloch & Schneider, 1801) | Tibiro                   |
| <i>Selene vômer</i> (Linnaeus, 1758)                | Peixe galo               |
| <i>Trachinotus carolinus</i> (Linnaeus, 1766)       | Pampo                    |
| <i>Trachinotus falcatus</i> (Linnaeus, 1758)        | Pampo                    |
| <b>Família Lutjanidae</b>                           |                          |
| <i>Lutjanus analis</i> (Cuvier, 1828)               | Cioba                    |
| <i>Lutjanus jocu</i> (Bloch & Schneider, 1801)      | Carapitinga, Carapitanga |
| <i>Lutjanus purpureus</i> (Poey, 1876)              | Pargo                    |
| <i>Lutjanus synagris</i> (Linnaeus, 1758)           | Carapitanga              |
| <i>Ocyurus chrysurus</i> (Bloch, 1791)              | Guaiúba                  |
| <b>Família Lobotidae</b>                            |                          |
| <i>Lobotes surinamensis</i> (Bloch, 1790)           | Crauaçu                  |



**TABELA 34 - (cont.)- Espécies ícticas registradas para o litoral ocidental maranhense onde estão incluídas as áreas adjacentes ao Banco do Tarol.**

|  |                   |
|--|-------------------|
| <b>Família Gerreidae</b>                             |                   |
| <i>Diapterus auratus</i> (Ranzani, 1842)             | Peixe prata       |
| <i>Diapterus rhombeus</i> (Cuvier, 1829)             | Peixe prata       |
| <i>Eucinostomus argenteus</i> (Baird & Girard, 1855) | Escrivão          |
| <i>Eucinostomus gula</i> (Quoy & Gaimard, 1824)      | Escrivão          |
| <i>Eucinostomus melanopterus</i> (Bleeker, 1863)     | Escrivão          |
| <i>Eugerres brasilianus</i> (Cuvier, 1830)           | Carapitanga       |
| <b>Família Haemulidae</b>                            |                   |
| <i>Pomadasys corvinaeformis</i> (Steindachner, 1868) | Jiquiri branco    |
| <i>Conodon nobilis</i> (Linnaeus, 1758)              | Jiquiri amarelo   |
| <i>Genyatremus luteus</i> (Bloch, 1795)              | Peixe pedra       |
| <i>Orthopristis ruber</i> (Cuvier, 1830)             | Cororoca          |
| <b>Família Sparidae</b>                              |                   |
| <i>Archosargus probatocephalus</i> (Walbaum, 1792)   | Sargo             |
| <b>Família Scianidae</b>                             |                   |
| <i>Bardiella ronchus</i> (Cuvier, 1830)              | Cororoca          |
| <i>Cynoscion acoupa</i> (Lacepede, 1802)             | Pescada vermelha  |
| <i>Cynoscion leiarchus</i> (Cuvier, 1830)            | Corvina tinga     |
| <i>Cynoscion microlepidotus</i> (Cuvier, 1830)       | Corvina açu       |
| <i>Cynoscion steindachneri</i> (Jordan, 1830)        | Juruapara         |
| <i>Isopisthus parvipinnis</i> (Cuvier, 1830)         | Curvitinga        |
| <i>Macrodon ancylodon</i> (Bloch & Schneider, 1801)  | Pescada gó        |
| <i>Menticirrhus americanus</i> (Linnaeus, 1758)      | Boca de rato      |
| <i>Micropogonias furnieri</i> (Desmarest, 1823)      | Cururuca          |
| <i>Nebris microps</i> (Cuvier, 1830)                 | Amor sem olho     |
| <i>Sciaena</i> sp.                                   |                   |
| <i>Stellifer brasiliensis</i> (Schultz, 1945)        | Cabeçudo          |
| <i>Stellifer naso</i> (Jordan, 1889)                 | Cabeçudo preto    |
| <i>Stellifer rastrifer</i> (Jordan, 1889)            | Cabeçudo vermelho |
| <i>Stellifer stellifer</i> (Bloch, 1790)             | Cabeçudo vermelho |



**TABELA 35 - (cont.)- Espécies ícticas registradas para o litoral ocidental maranhense onde estão incluídas as áreas adjacentes ao Banco do Tarol.**

|   |                  |
|---|------------------|
| <b>Família Ephippidae</b>   |                  |
| <i>Chaetodipterus faber</i> (Broussonet, 1782)                          | Pacu             |
| <b>Família Polynemidae</b>  |                  |
| <i>Polydactylus oligodon</i> (Gunther, 1860)                            | Barbudo          |
| <i>Polydactylus virginicus</i> (Linnaeus, 1758)                         | Barbudo          |
| <b>Família Eleotridae</b>   |                  |
| <i>Guavina guavina</i> (Valenciennes, 1837)                             | Muré             |
| <b>Família Gobiidae</b>   |                  |
| <i>Gobioides</i> sp.  |                  |
| <b>Família Trichiuridae</b>   |                  |
| <i>Trchiurus lepturus</i> (Linnaeus, 1758)                              | Guaravira        |
| <b>Família Scombridae</b>   |                  |
| <i>Scomberomorus brasiliensis</i> (Collete, Russo & Zavala-Camin, 1978) | Serra            |
| <i>Scomberomorus cavalla</i> (Cuveir, 1829)                             | Cavala           |
| <i>Scomberomorus regalis</i> (Bloch, 1793)                              | Serra            |
| <i>Sarda sarda</i> (Bloch, 1793)  | Bonito           |
| <b>Família Stromateidae</b>   |                  |
| <i>Peprilus paru</i> (Linnaeus, 1758)                                   | Canguiro         |
| <b>Família Pomatomidae</b>  |                  |
| <i>Pomatomus saltator</i> (Linnaeus, 1766)                              | Enchova          |
| <b>Família Echeneidae</b>   |                  |
| <i>Echeneis naucrates</i> (Linnaeus, 1758)                              | Rêmora           |
| <b>Ordem Pleuronectiformes</b>  |                  |
| <b>Família Achiridae</b>  |                  |
| <i>Achirus lineatus</i> (Linnaeus, 1758)                                |                  |
| <i>Achirus achirus</i> (Linnaeus, 1758)                                 | Solha verdadeira |
| <i>Trinectes aff paulistanus</i> (Miranda-Ribeiro, 1915)                | Solha verdadeira |
| <b>Família Cynoglossidae</b>  |                  |
| <i>Symphurus cf. diomedeanus</i> (Goode & Bean, 1885)                   |                  |
| <i>Symphurus plagusia</i> (Bloch & Schneider, 1801)                     | Linguado         |



**TABELA 36 - (cont.)-** Espécies ícticas registradas para o litoral ocidental maranhense onde estão incluídas as áreas adjacentes ao Banco do Tarol.

|   |                   |
|---|-------------------|
| <b>Família Paralichthyidae</b>                          |                   |
| <i>Citharichthys spilopterus</i> (Gunther, 1862)        | Solha urumaçara   |
| <i>Etropus crossotus</i> I(Jordan & Gilbert, 1862)      | Solha urumaçara   |
| <i>Paralichthys</i> sp.                                 | Linguado          |
| <b>Ordem Tetraodontiformes</b>                          |                   |
| <b>Família Balistidae</b>                               |                   |
| <i>Balistes vetula</i> (Linnaeus, 1758)                 | Cangulo           |
| <b>Família Monacanthidae</b>                            |                   |
| <i>Alutera monoceros</i> (Linnaeus, 1758)               | Cangulo           |
| <b>Família Tetraodontidae</b>                           |                   |
| <i>Colomesus psittacus</i> (Bloch & Schneider, 1801)    | Baiacu açu        |
| <i>Lagocephalus laevigatus</i> (Linnaeus, 1758)         | Baiacu guará      |
| <i>Sphoeroides greeleyi</i> (Gilbert, 1900)             | Baiacu areia      |
| <i>Sphoeroides testudineus</i> (Linnaeus, 1758)         | Baiacu pininga    |
| <b>Família Diodontidae</b>                              |                   |
| <i>Chilomycterus antillarum</i> (Jordan & Rutter, 1897) | Baiacu de espinho |

### 3.3 Análise Integrada e Prognóstico Ambiental

#### 3.3.1 Síntese de Qualidade Ambiental

Será feita a seguir uma síntese da qualidade ambiental, considerando-se os fatores envolvidos e procurando-se definir suas inter-relações.

##### 3.3.1.1 Meteorologia

A região atlântica equatorial está sob influência da variabilidade espaço-temporal da Zona de Convergência Intertropical (ZCIT). Durante os meses de janeiro a junho (inverno austral) são observadas chuvas mais fortes e com maior frequência, período este em que a ZCIT se encontra em sua posição mais ao sul, alcançando a área costeira e



oceânica próximas do equador. No verão austral a ZCIT se encontra deslocada para o hemisfério norte e ocorrem as menores taxas de precipitações, principalmente nos meses de setembro a novembro. Os ventos são muito intensos nesse período mais seco com velocidades podendo atingir 30 nós. As operações de dragagem serão evitadas nesse período.

### 3.3.1.2 Geologia/Geomorfologia

O mapa faciológico da plataforma continental, entre os estados do Piauí e Leste do Pará, mostra uma predominância de areia quartzosa de granulometria fina, até a plataforma média a externa. Próximo à costa ocorrem os extensos bancos arenosos de Cururupu. São bancos de 14 a 70 km de comprimento, largura de cerca de 7km e alturas entre 8 e 20m. Esses bancos são assimétricos, com a face escarpada voltada para NW, evidenciando as fortes correntes de fundo atuantes de SE para NW. Na plataforma média e externa ocorrem depósitos de cascalhos, relacionados às algas calcárias (formas livres do tipo *maërl*). O mapa batimétrico da área pesquisada mostra um alto fundo de orientação ENE-WSW. As menores profundidades encontradas foram de cerca de 14m (reduzidas ao NR da DHN). O depósito de algas calcárias, confirmado por amostragens superficiais e filmagens submarinas, recobre esse alto batimétrico e seus flancos, até profundidades de 31 a 34m (DHN)

Nas três sondagens houve facilidade de penetração na camada superficial de algas, evidenciando a natureza desagregada desse material bioclástico. A interrupção das sondagens foi devido à ocorrência de material endurecido abaixo do fundo, impedindo a penetração manual das hastes de sondagem. A natureza do material endurecido em subsuperfície, pode estar relacionada à uma superfície rochosa, de relevo irregular, também detectada sob as areias



quartzosas. De acordo com os perfis sísmicos e as sondagens verificou-se que a espessura da camada superficial das algas é irregular, variando, pelo menos, entre 1.5 m a 4 m de espessura, acompanhando as irregularidades da superfície rochosa subjacente.

### **3.3.1.3 Oceanografia**

Ao longo da costa norte brasileira atua em superfície a Corrente Norte do Brasil (CNB), transportando águas quentes e salinas do hemisfério sul em direção noroeste.

A distribuição superficial da temperatura da água do mar na Plataforma Continental do Maranhão durante o mês de Novembro/1997 apresentou um valor máximo próximo a 28,5°C, localizado nas proximidades da costa.

Entre o Vale Submarino do Pará e o Golfão Maranhense, as correntes de maré predominam na circulação da plataforma, até o litoral. As correntes superficiais medidas apresentam a predominância de correntes de maré reversas, perpendiculares á costa. Medidas efetuadas na boca da Baía de São Marcos registraram velocidades que podem alcançar mais de 7,5 nós, em condições extremas de maré, e as velocidades de fluxo de vazantes são quase o dobro das de enchente.

Essas correntes de marés interagindo com as correntes geradas pelos ventos locais, são responsáveis pela morfologia dos grandes bancos submersos de Cururupu, gerando dunas subaquosas através do retrabalhamento de antigos depósitos arenosos costeiros que foram submersos durante a transgressão marinha holocênica. O volume de areias deste depósito submerso é considerável e possivelmente superior ao volume de areia das dunas dos Lençóis Maranhenses.

O transporte das partículas arenosas sobre o fundo é feito na direção W-NW e as fortes correntes não permitem a deposição de partículas finas em suspensão. Não é esperada a geração significativa de pluma





de turbidez durante a extração dos sedimentos de algas calcárias em função das características morfológicas das algas (talos de forma arborescente) que produzem sedimentos de granulometria grossa. As partículas finas geradas durante a extração serão diluídas na massa d'água e transportadas por longas distâncias em função das fortes correntes marinhas observadas em toda a região.

As modificações do relevo de fundo produzidas pela dragagem não ocasionara nenhum tipo de interferência nas ondas e correntes marinhas e desse modo não produzirão quaisquer modificações no litoral.

#### **3.3.1.4 Qualidade da Água**

Trata-se de água francamente oceânica com altos níveis de oxigênio dissolvido e totalmente isentas de partículas argilosas provenientes de ambientes terrígenos estuarinos.

#### **3.3.1.5 Plâncton**

A avaliação dos dados do fitoplâncton demonstrou que a área em estudo é caracterizada pela dominância de diatomáceas (46 espécies) e dinoflagelados (26 espécies), além da presença de quatro espécies de cianobactérias.

O fitoplâncton está caracterizado por uma alta diversidade e baixa concentração em especial na estação de coleta localizada sobre a área do empreendimento (115 cels/L).

A composição do zooplâncton mostrou uma ampla diversidade faunística. Foram quantificados 1.521 organismos, sendo que a abundância relativa evidenciou 59% para amostra 12 (mais próxima da Costa) e 41% para amostra 13 (sobre a área) A maior densidade de organismos/ m<sup>3</sup> ocorreu na amostra 12 com 3.780 org./m<sup>3</sup>.



### 3.3.1.6 Ictiofauna

Os resultados dos censos visuais e das campanhas de pesca experimentais na área de influência direta do empreendimento indicaram a presença de sete espécies: *Hirundichthys affinis* (peixe voador), *Parexocoetus brachypterus* (peixe voador), *Haemulon steindachneri* (ariaco), *Scomberomorus brasiliensis* (peixe serra), *Scomberomorus cavalla* (cavala), *Echeneis naucrates* (rêmora), *Carcharhinus porosus* (cação junteiro). Nos fundos relativamente planos formados por sedimentos não consolidados e moveis (depósitos de rodolitos) é baixa a diversidade e abundância da ictiofauna. Não existem concentrações de espécies de interesse econômico conforme já foi constatado em outras áreas semelhantes (Ex: bancos de rodolitos da Plataforma do Espírito Santo).

### 3.3.1.7 Atividade Pesqueira

O diagnóstico referente à estrutura pesqueira na zona litorânea de Apicum-Açu, Retiro, ilha de Lençóis e Porto do Meio indicou que essa atividade econômica concentra-se nas zonas de estuarinas e nas áreas marinhas muito próximas à costa. Não ha pesca significativa em regiões mais afastadas que distam mais de 10 a 20 milhas náuticas da costa. As espécies-alvo das capturas artesanais são: Pescada Amarela, Pescada Gó, Uritinga, Bandeirado, Corvina, Camurim, Cavala, Caíca, Gurijuba, Bagre Guribú, Tainha, Cangatã, Sajuba, Caíca, Peixe-Pedra, Uriaçica, Guaravira e camarões.

As embarcações utilizadas geralmente são de pequeno e médio porte, o que impede aos pescadores realizarem pescarias mais prolongadas, já que necessitam retornar logo à terra firme para comercializar o pescado. Desse modo, observa-se que o empreendimento no Banco do Tarol não irá exercer influência sobre a estrutura pesqueira na região,



visto que se encontra a uma distância considerável da costa e dos principais bancos pesqueiros do litoral ocidental maranhense.

#### **3.3.1.8 Fitobentos**

O grupo de macroalgas foi amplamente dominado pela ocorrência de espécies pertencentes ao grupo das algas vermelhas (Rhodophyta) com 07 representantes e apenas 02 do grupo das algas pardas (Phaeophyta). Neste aspecto existe uma notável diferença comparando-se com dos bancos de rodolitos da plataforma do ES que possuem um intenso recobrimento de algas foliáceas.

#### **3.3.1.9 Zoobentos**

Resultados das análises da fauna bentônica indicaram a presença dos seguintes táxons zoológicos (TABELA 15): Annelida em 100% das estações; Nematoda e Crustacea em 55,55%; Cnidaria, Platyhelminthes, Mollusca e Echinodermata em igual frequência de ocorrência com 33,33%.

O único grupo considerado “altamente constante” (presente em 100% das coletas) foi Annelida Polychaeta, representado pelos gêneros Syllis, Eusyllis, Lepidonotus, Nereis, Glycera e Eunice. Os demais grupos como Nematoda e Crustacea Amphipoda foram considerados de ocorrência “constante” (55,55%), “moderada” (Mollusca Bivalvia e Echinodermata Asteroidea) ou “pouco constante” (Mollusca Gastropoda e Crustacea Isopoda). Não foi observada sazonalidade entre os táxons da fauna bentônica registrados nas três estações de coleta, visto que todos os grupos encontrados ocorreram em quase todos os meses de coleta.



### **3.3.1.10 Unidades de Conservação**

A área em questão localiza-se entre duas unidades de conservação (Parque Estadual Marinho do Parcel de Manoel Luís e Área de Proteção Ambiental das Reentrâncias Maranhenses), porém em distância suficiente para não provocar qualquer tipo de interferência nesses ambientes e devido ao fato do intenso hidrodinamismo das correntes marinhas em direção NW. Os recifes de Manoel Luís são compostos por construções verticais (cabeços), constituídos por crostas muito endurecidas de alga calcária, podendo aflorar acima do nível do mar (+50cm) em condições de maré baixa. Os espécimes de corais existentes na região, não são formadores de recifes.

### **3.3.2 Prognóstico Ambiental**

A interferência da atividade de mineração dos depósitos detríticos de algas calcárias, sobre a qualidade do ambiente local, sera basicamente na comunidade bentônica, principalmente sobre a fauna de invertebrados bentônicos. Sabe-se, porém que existe uma grande capacidade de regeneração desses tipos de fundo móveis, em ambientes rasos da plataforma continental.

Nessas áreas os parâmetros estruturais das comunidades, tais como densidade, biomassa, riqueza e diversidade específica, variam naturalmente em escala temporal e espacial como resultado da atuação de vários processos físicos e biológicos. Em áreas sob interferência de processos físicos provocados por ação de ondas e correntes, como no caso da área em questão, a movimentação da água em certas épocas revolve o fundo e afeta drasticamente as espécies que vivem sobre este (epibentos).

As espécies da endofauna são afetadas em menor intensidade, pois são capazes de se enterrar no sedimento. A profundidade de enterramento



destes organismos no subfundo depende do grau de compactação do sedimento. Sabe-se, porém que 85% das espécies da endofauna vive nos primeiros 20 cm abaixo do fundo e que apenas raras espécies atingem profundidades de enterramento da ordem de 1m. Em função da movimentação dos sedimentos de fundo, as espécies encontradas nos bancos de rodolitos em áreas relativamente rasas da plataforma média, são de modo geral oportunistas, de ciclo de vida mais curto e de menor biomassa (r estrategistas).

Na hipótese de não execução do empreendimento as modificações provocadas por processos naturais seriam as únicas modificações do ambiente.

O único impacto relevante da extração dos depósitos de algas calcárias em áreas da plataforma continental consiste na destruição direta dos organismos bentônicos na área de lavra. Porém, abaixo da camada superficial onde se concentram os organismos bentônicos a extração do sedimento (minério) é viável ambientalmente e economicamente.



TABELA 37 - Impactos citados na literatura para atividades de mineração marinha.

| Impactos Potenciais   | Ambientes |                    |                           |
|---|-----------|--------------------|---------------------------|
|   | Marinho   | Águas continentais | Empreendimento em análise |
| Destruição direta dos organismos bentônicos na área de lavra.   | X         | X                  | X                         |
| Aumento da turbidez influenciando a qualidade e habitats para onde a água de dragagem flui.                         | X         | X                  | Não                       |
| Desmoronamento do fundo adjacente às cavas pode tornar áreas de habitats adjacentes instáveis.                      | X         | X                  | Não                       |
| Impacto sobre organismos bentônicos de importância econômica, como caranguejos, camarões, moluscos, etc.            | X         | X                  | Não                       |
| Impactos sobre organismos que depositam ovos aderentes ao fundo   | X         | X                  | Não                       |
| Perda de organismos bentônicos pode afetar outros organismos através da cadeia trófica.                             | X         | X                  | Não                       |
| A turbidez da água pode causar impactos sobre a produtividade primária na água.                                     | X         | X                  | Não                       |
| Particulados em suspensão podem afetar negativamente o zooplâncton, incluindo larvas e ovos de peixes e crustáceos. | X         | X                  | Não                       |
| Pode haver remobilização de metais pesados e outras substâncias tóxicas para a coluna d'água.                       | X         | X                  | Não                       |



## 4 IDENTIFICAÇÃO E ANÁLISE DE IMPACTOS

### 4.1 Metodologia de Avaliação

Para a avaliação dos impactos foi adotada a seguinte metodologia:

- Identificação e descrição dos impactos;
- Elaboração de uma matriz de impacto Quanti-Qualitativa;
- Síntese dos impactos.

### 4.2 Meio Físico

Para o meio físico foram identificados os seguintes impactos negativos: diminuição da transparência da água na área de extração; alteração do relevo submarino e poluição ambiental causada por geração de resíduos. Não foram identificados impactos positivos sobre o meio físico.

#### a) Diminuição da Transparência da Água na Área de Extração

Está diretamente relacionada à suspensão de partículas por meio da própria draga, principalmente pela água de transbordamento que sai da cisterna da draga, onde o material fica armazenado. O estado de agitação do mar e ao tipo de material dragado, irá determinar as concentrações e a permanência do material em suspensão na água.

Na atividade de dragagem de calcário biodetrítico, o material se decanta rapidamente e a tendência do impacto será de baixa intensidade, com retorno às condições naturais logo após a interrupção da atividade.

Esse impacto é pequeno em função da baixa fração de finos existente nesse tipo de sedimento. Caracteriza-se por ser de extensão local, temporário e de pequena magnitude.



**b) Alteração do Relevo Submarino**

A alteração do relevo submarino pode ocasionar modificações no regime de ondas e, conseqüentemente, a erosão costeira. Essa alteração poderá ocorrer caso seja realizada uma retirada sistemática do calcário, sem medidas de prevenção.

No empreendimento em questão a extração será feita de modo controlado e apenas na área prevista, isto é, ao longo das faixas de profundidades maiores que 22m, preservando assim inteiramente as áreas mais rasas com maior ocorrência de algas calcárias vivas. Esse controle será feito através do posicionamento contínuo do navio (sistema GPS integrado com o programa de navegação Hypack 2008).

Além disso, o movimento oscilatório das ondas, aliado as correntes de maré da região, provoca o transporte de sedimentos sobre o fundo, proporcionado a recomposição das cavidades geradas pela extração, eliminando a necessidade de medidas mitigadoras.

Destaca-se ainda que a grande distância da costa e a profundidade elevada afastam totalmente a possibilidade de erosão costeira por modificação das ondas.

Este impacto foi caracterizado como de extensão local, temporário e de pequena magnitude.

**c) Poluição Ambiental Causada por Geração de Resíduos (oleosos, orgânicos e inorgânicos)**

A geração de resíduos está relacionada ao funcionamento da draga, considerando as atividades humanas (alimentação, dejetos sanitários), funcionamento e manutenção de equipamentos.

A geração desses resíduos durante a atividade de extração é pequena, principalmente se compararmos as dimensões da draga, o pequeno número de pessoal embarcado e as características do corpo receptor





(mar aberto).

Os óleos usados na lubrificação dos motores e na manutenção dos equipamentos serão coletados e direcionados para um tanque apropriado. Após a atracação no porto, esses resíduos serão entregues a empresas licenciadas para refino.

Como medidas preventivas, recomenda-se o respeito as leis e normas vigentes que regulam o lançamento de óleo e outros polunetes em águas sob jurisdição nacional. Quando não for possível o descarte em mar aberto os resíduos deverão ser acondicionados em sacos para descarte em terra

Este impacto é negativo e direto. Caracteriza-se por ser disperso, temporário e de pequena magnitude.

### **4.3 Meio Biótico**

#### **a) Remoção da Comunidade Bentônica**

O principal impacto gerado pela atividade de exploração de calcário biodetrítico marinho é a remoção da comunidade bentônica local, pois apesar da baixa biodiversidade e abundância observadas, a camada superficial, cerca de 50 cm, serve como habitat para diversos organismos marinhos. A partir dos 50 cm, desconsiderando as bactérias, os segmentos são estéreis.

Considerando a aplicação de um manejo adequado, a dinâmica das correntes de maré e o movimento oscilatório das ondas, a área extraída poderá ser recomposta pela movimentação dos sedimentos, pelas incrustações de algas calcárias sobre os talos mortos, além da colonização dos invertebrados oportunistas.

A taxa de crescimento das algas calcárias é baixa, da ordem de 0.5 a 22 mm/ano e conseqüentemente não se pode considerar que haja regeneração do material extraído, através do crescimento das algas.



Este impacto é negativo e direto e caracteriza-se por ser de extensão local, permanente e de média magnitude.

Como medida mitigadora, será evitada a retirada extensiva da camada superficial do fundo e aprofundada ao máximo a dragagem das camadas subjacentes, garantindo, dessa forma, um impacto muito menor sobre os organismos vivos.

**b) Alteração da Comunidade, Nectônica e Bentônica em Função do Eventual Material em Suspensão nas Águas da Área de Extração.**

Serão adotadas medidas visando a diminuição da pluma de sedimentos gerada durante a extração do material, como já descrito os dutos de retorno da água serão instalados próximo ao ponto de extração e contarão com telas que minimizaram o retorno de partículas finas, além das dragagens não serem contínuas. Outros aspectos importantes a serem considerados são a mobilidade das comunidades afetadas e a pequena dimensão da área dragada.

Esse impacto caracteriza-se por ser de extensão local, temporário, e de intensidade variável (pequena), e abrange a área de influência direta do meio físico.

**c) Alteração da Comunidade Nectônica em Função da Diminuição dos Recursos Alimentares**

A retirada da comunidade bentônica devido a extração da camada superficial do depósito de algas calcárias atinge diretamente a comunidade nectônica, principalmente os peixes de hábitos demersais, que se alimentam de bentos de fundo, como poliquetos, moluscos, crustáceos, ofiuróides, entre outros invertebrados

Considerando as condições naturais do local, a pequena dimensão da área de exploração, as dimensões da plataforma continental local e a



atividade de dragagem não ser contínua, a área explorada tende a se regenerar com o tempo, gerando um impacto de pequena a média magnitude sobre esta comunidade.

Como medida mitigadora, propõe-se a prática do rodízio do local de extração, dentro da área de concessão.

Esse impacto é negativo, indireto, de extensão local, temporário e de magnitude variável (pequena a média).

#### **4.4 Meio Socioeconômico**

##### **a) Geração de Empregos e de Receitas Públicas**

Nas operações de dragagem e descarregamento nas instalações fabris do empreendedor, cerca de 90 pessoas estarão alocadas, considerando-se também as funções administrativas, industriais e comerciais da unidade.

O desenvolvimento da atividade trará como consequência um ingresso orçamentário, na forma de impostos, tributos e outras contribuições, que incrementará a receita dos municípios envolvidos.

Portanto, esses impactos são positivos, já que envolvem, no caso em estudo, a criação de postos de trabalho e aumento na arrecadação dos municípios diretamente relacionados às atividades previstas.

##### **b) Riscos de Acidentes com a Tripulação**

As etapas de extração e descarregamento do material envolvem o uso da embarcação, existindo em todas as suas fases o risco de acidentes envolvendo funcionários, tais como incêndios na embarcação, acidentes no manuseio, operação e manutenção de máquinas e equipamentos.

Como medida preventiva o empregador deverá realizar treinamentos periódicos com a tripulação, fornecer equipamentos de proteção e



cumprir estritamente as normas pertinentes à navegação costeira.

Este impacto foi considerado negativo, direto e de pequena magnitude.

**c) Vantagens Proporcionadas à Produção Agrícola e Animal**

Na produção agrícola o uso do calcário de algas, representa uma melhora nas condições físico-químicas do solo, permitindo a potencialização dos efeitos de insumos, a redução do uso de defensivos químicos, melhora da sanidade vegetal, aumento da resistência ao ataque de pragas, aumento da produtividade, além de apresentar menores riscos de manuseio e contaminações dos solos e corpos d'água.

Na produção animal (gado de leite e corte) o uso do calcário de algas representa uma melhora na nutrição animal, proporcionando aumento nos teores de proteína e gordura do leite, aumento na sanidade, ganho de peso.

Este impacto é indireto, positivo, permanente, de grande intensidade e extensão regional, uma vez que atingirá diversos estados.

**4.5 Matriz de Avaliação Quali-Quantitativa.**

Com o intuito de permitir a compreensão dos impactos (positivos e negativos) gerados pelo empreendimento sobre os meios (físico, biótico e socioeconômico) foi elaborada uma matriz, considerando os seguintes critérios, adaptados de Almeida et al (1994):

Natureza: positivo ou negativo. Indica se o impacto trará benefícios ou malefícios para cada meio;

Prazo: curto, médio ou longo prazo. Indica o momento que surgirá o impacto, podendo ser imediatamente ou com certa defasagem de tempo;

Extensão: localizado ou disperso, Indica se o impacto se limita à área de extração e beneficiamento ou se ultrapassa tais limites;



Periodicidade: temporário ou permanente. Indica se o impacto permanecerá ou não após cessar a ação;

Intensidade: pequena, média ou grande. Indica a quantificação da ação impactante;

Grau de Resolução das medidas propostas para reduzir ou potencializar um dado impacto: baixo, médio ou alto;

Grau de Relevância: baixa, média ou alta. Tendo em vista a intensidade do impacto e o grau de resolução das medidas propostas, conclui-se sobre sua relevância.

Em função das características do empreendimento e do meio explorado, a maioria dos impactos é de difícil mensuração, por esse motivo o trabalho de monitoramento na área de extração adquire especial importância, pois critérios como extensão, periodicidade e intensidade podem sofrer alterações.

As medidas mitigadoras são propostas considerando a ocorrência do impacto sobre o meio e têm por objetivo a prevenção, correção ou compensação desses eventos.

As medidas preventivas são adotadas antes da ocorrência do impacto, eliminando eventos adversos capazes de causar prejuízos aos meios afetados.

As medidas corretivas são adotadas após a ocorrência do impacto, visando restabelecer a situação anterior por meio da eliminação ou controle do fato gerador do impacto;

As medidas compensatórias podem ser adotadas antes ou após a ocorrência do impacto. Essas medidas visam a reposição de bens ambientais perdidos, independentemente de essa perda ter sido causada ou não pela ação do empreendimento.



**TABELA 38 - Matriz de Avaliação Quanti-Qualitativa - Área de Influência Direta.**

| Meio    | Impacto  | Atributos    |            |       |              |                        |              | Mensuração     | Medidas Mitigadoras   |                      | Grau de Relevância |
|---------|--|--------------|------------|-------|--------------|------------------------|--------------|----------------|---|----------------------|--------------------|
|         |  | Natu<br>reza | Ocorrência |       |              | Forma<br>de<br>Interf. | Dura-<br>ção | Magni-<br>tude | Descrição   | Grau de<br>Resolução |                    |
|         |  |              | Prob<br>.  | Prazo | Espacia<br>l |                        |              |                |   |                      |                    |
| Físico  | Diminuição da transparência da água  | -            | P          | C     | D            | O                      | T            | Pequena        | Evitar dragagem em períodos de turbulência excessiva do mar | M                    | B                  |
| Físico  | Alteração do relevo submarino  | -            | P          | M     | L            | O                      | T            | Pequena        |   |                      | P                  |
| Físico  | Poluição ambiental por geração de resíduos (oleosos, orgânicos e inorgânicos)                                  | -            | P          | C     | D            | O                      | T            | Pequena        | Atendimento à Portaria PORTOMARINST 32-02/83                | A                    | B                  |
| Biótico | Remoção da comunidade bentônica  | -            | C          | C     | L            | O                      | T            | Média          | Rodízio nas áreas de extração                               | A                    | M                  |
| Biótico | Alteração da comunidade nectônica e bentônica em função do material de suspensão nas águas da área de extração | -            | C          | C     | L            | O                      | T            | Pequena        | Evitar dragagem em períodos de turbulência excessiva do mar | M                    | B                  |
| Biótico | Alteração da comunidade nectônica em função da diminuição dos recursos alimentares                             | -            | C          | C     | L            | O                      | T            | Pequena        | Rodízio nas áreas de extração.                              | A                    | M                  |

**Legenda:**

|              |               |                      |                |                        |                 |                 |                       |                        |
|--------------|---------------|----------------------|----------------|------------------------|-----------------|-----------------|-----------------------|------------------------|
| NATUREZA     | PROBABILIDADE | PRAZO                | ESPACIALIDADE  | FORMA DE INTERFERÊNCIA | DURAÇÃO         | MAGNITUDE       | GRAU DE RESOLUÇÃO     | GRAU DE RELEVÂNCIA     |
| Positivo (+) | Certo (C)     | Curto(C)             | Localizado (L) | Ocasional (O)          | Temporário (Tt) | Pequeno         | Alto (A)              | Alto (A)               |
| Negativo (-) | Provável (P)  | Médio(M)<br>Longo(L) | Disperso (D)   | Aumenta (A)            | Permanente (P)  | Médio<br>Grande | Médio(M)<br>Baixo (B) | Médio (M)<br>Baixo (B) |





**TABELA 39 - Matriz de Avaliação Quanti-Qualitativa - Área de Influência Indireta.**

| Meio             | Impacto   | Atributos     |            |       |               |                        |             | Mensuração | Medidas Mitigadoras   |                      | Grau de Relevância |
|------------------|---|---------------|------------|-------|---------------|------------------------|-------------|------------|---|----------------------|--------------------|
|                  |   | Natu-<br>reza | Ocorrência |       |               | Forma<br>de<br>Interf. | Dura<br>ção | Magnitude  | Descrição   | Grau de<br>Resolução |                    |
|                  |   |               | Prob.      | Prazo | Espa<br>cial. |                        |             |            |   |                      |                    |
| <b>Físico</b>    | Poluição ambiental por geração de resíduos (oleosos, orgânicos e inorgânicos) | -             | P          | C     | D             | O                      | T           | Pequena    | Atendimento à Portaria PORTOMARINST 32-02/83  | M                    | B                  |
| <b>Antrópico</b> | Riscos de acidentes com a tripulação  | -             | P          | C     | D             | O                      | T           | Pequena    | Adoção das medidas de segurança dos trabalhadores conforme Normas de Navegação Costeira | M                    | B                  |
| <b>Antrópico</b> | Geração de empregos   | +             | C          | L     | L             | A                      | T           | Pequena    |   | B                    | M                  |
| <b>Antrópico</b> | Geração de receita pública  | +             | C          | L     | L             | A                      | T           | Pequena    |   | B                    | B                  |
| <b>Antrópico</b> | Vantagens proporcionadas à produção agrícola e animal                         | +             | C          | L     | D             | O                      | T           | Pequena    |   | B                    | A                  |

Legenda:

| NATUREZA     | PROBABILIDADE | PRAZO    | ESPACIALIDADE  | FORMA DE INTERFERÊNCIA | DURAÇÃO         | MAGNITUDE | GRAU DE RESOLUÇÃO | GRAU DE RELEVÂNCIA |
|--------------|---------------|----------|----------------|------------------------|-----------------|-----------|-------------------|--------------------|
| Positivo (+) | Certo (C)     | Curto(C) | Localizado (L) | Ocasional (O)          | Temporário (Tt) | Pequeno   | Alto (A)          | Alto (A)           |
| Negativo (-) | Provável (P)  | Médio(M) | Disperso (D)   | Aumenta (A)            | Permanente (P)  | Médio     | Médio(M)          | Médio (M)          |
|              |               | Longo(L) |                |                        |                 | Grande    | Baixo (B)         | Baixo (B)          |



#### **4.6 Resumo dos Impactos**

A matriz demonstra que na área de influência direta ocorrem impactos negativos nos meio físico e biótico.

No meio antrópico os impactos são positivos.

Na área de influência indireta a predominância é de impactos positivos, todos atingindo o meio antrópico. Os impactos negativos atingem o meio físico e antrópico.

A maioria dos impactos apresentados esta relacionado a fase de operação da extração do calcário biodetrítico, sendo a dragagem a ação responsável pelo maior número de impactos negativos.

O impacto de maior significância é a remoção da comunidade bentônica, em decorrência da extração. No meio antrópico, os principais impactos positivos estão relacionados a abertura de vagas no mercado de trabalho e a melhora na qualidade da produção agropecuária.

Sempre que possível, foram previstas medidas mitigadoras para os impactos negativos, sendo o monitoramento local a mais importante, pois através dele serão coletados dados capazes de adequar o manejo da atividade.

#### **4.7 Programa de Controle e Monitoramento da Extração de Algas Calcárias na Plataforma Continental**

O programa de controle e monitoramento da extração de algas terá como base o programa apresentado pela empresa ALGAREA Mineração Ltda, no EIA elaborado para subsidiar o processo de licenciamento ambiental da atividade de exploração de calcário biodetrítico na área de Moleques I, no estado do Espírito Santo.





#### **4.7.1 Objetivos**

Identificar as variações e alterações de ocorrência e comportamento da fauna e flora marinhas, por meio de monitoramento de pontos fixos e de coletas próximas a esses pontos.

#### **4.7.2 Justificativa**

A escolha da metodologia do presente monitoramento resulta de observações de bancos de rodolitos em outras áreas da plataforma continental, onde o impacto natural por revolvimento do fundo provocado por ação de ondas e correntes marinhas pode ter as mesmas consequências do impacto produzido pela dragagem. Durante eventos de maior agitação do fundo submarino, as algas vivas chegam a ser completamente enterradas no sedimento e várias espécies de organismos desaparecem provisoriamente do sistema.

Considerou-se que os principais fatores a serem avaliados e que, certamente, refletirão diretamente o impacto, são (i) as relações entre os rodolitos vivos/rodolitos mortos e sedimento particulado (areia e grânulos). (ii) quantificação da presença de poliquetas, isto é, o principal representante dos organismos que vivem no sedimento. Essas observações darão subsídios para se compreender a dinâmica do banco de rodolitos.

#### **4.7.3 Delimitação da Área de Estudos**

##### **a) Pontos Fixos de Observação**

Serão estabelecidos 8 locais fixos para observações por meio de filmagens por mini-rov e mergulhos autônomos.

Os pontos P1, P2, P3 e P4 estarão localizados sobre a superfície do banco de rodolitos, na área destinada à preservação, enquanto os



pontos P5, P6, P7 e P8 serão distribuídos proporcionalmente sobre os flancos, em torno do banco de rodolitos.

**b) Frequência das Amostragens**

Serão realizadas campanhas trimestrais sistemáticas. Além dessas, serão feitas mais duas campanhas específicas, planejadas após condições de forte agitação, provocada por grandes ondulações provenientes do Hemisfério Norte.

**c) Metodologia de Coleta**

Passando com o *mini-rov* sobre todos os pontos fixos de observação, serão feitos transectos de filmagens, mantendo-se uma distância constante do fundo. A análise das imagens será feita usando-se técnicas e programa específico de processamento dos quadros (frames) de filmagens.

Em pontos escolhidos após a passagem do mini-rov, serão descritas amostras por estimativa visual durante mergulho autônomo. As amostras serão delimitadas no interior de quadros metálicos (quadrats) de 50 X 50 cm. As amostragens feitas *in situ* serão também registradas em filmagens e fotografias. Nesses registros serão priorizadas as informações detalhadas sobre nódulos vivos, nódulos mortos, areia, sinais de soterramento e presença de algas foliáceas.

**d) Definição de Parâmetros**

Os parâmetros biológicos a serem medidos são os seguintes:

- Identificação das algas calcárias ao nível de gênero;
- Definição das formas, dos tamanhos e dos elementos geradores dos nódulos (material do núcleo do rodolito);



- Relação nódulos vivos/nódulos mortos e fauna acompanhante de maior relevância.
- Os parâmetros físicos a serem medidos são os seguintes:
- Medições batimétricas e sonográficas (sonar de varredura lateral) na área de extração e adjacências;
- Estudo da dispersão da pluma de sedimentos em suspensão oriundos da dragagem. As medições serão feitas visualmente, através de filmagens de alta resolução do fundo marinho e Amostragens de sedimentos de fundo em áreas adjacentes ao local de dragagem, visando à detectar evidências da deposição de sedimentos finos oriundos da pluma de dragagem.

**e) Metas a serem alcançadas**

- Verificar a dinâmica de movimentação da superfície do banco de algas calcárias, identificando-se sinais de mudança da comunidade (eliminação ou soterramento de organismos), correlacionando-as à sazonalidade e aos parâmetros abióticos (principalmente os dados sobre agitação do fundo submarino por ação de ondas e correntes);
- Identificar mudanças nas características dos nódulos (variação das classes de tamanho e coloração).

**f) Comparações Estatísticas**

Serão feitas análises de média e variância entre os parâmetros medidos *in situ*, tais como: número de rodolitos vivos e mortos, percentual de cobertura de macroalgas foliáceas e percentual de cobertura de areia e grânulos carbonáticos.



#### **4.7.4 Medidas Mitigadoras e Programas de Controle**

A TABELA 40 apresenta os principais potenciais impactos ambientais causados pelo desenvolvimento da atividade de extração e beneficiamento de calcário biodetrítico, bem como as medidas que deverão ser adotadas pelo empreendedor que eles sejam minimizados.



**TABELA 40** - Descrição das medidas mitigadoras e programas de controle.

| MEIO      | IMPACTO   | MEDIDAS MITIGADORAS  | PROGRAMA DE CONTROLE   |
|-----------|---|--|--|
| Biótico   | Remoção da comunidade bentônica   | Estratégia de dragagem prevendo o aprofundamento da cavidade<br>Rodízio das áreas de extração                    | Monitoramento sazonal da comunidade bentônica na área lavrada (recolonização) e área controle. |
| Físico    | Alteração do relevo submarino   | Não serão tomadas.   | Monitoramento da regeneração de áreas dragadas   |
| Físico    | Poluição ambiental por geração de resíduos (oleosos, orgânicos e inorgânicos) | Obediência estrita às normas de operação das embarcações.<br>Manutenção permanente e preventiva dos equipamentos | Inspeção periódica de caixas de retenção (pátio) e maquinário (embarcação e pátio).            |
| Físico    | Efluente - água salgada de percolação (pilhas de areia)                       | Coleta de 100% da água drenada no pátio e devolução para o mar.  | Inspeção periódica de caixas de retenção e valetas, prevenindo transbordamento.                |
| Físico    | Geração de ruído na operação de descarga da areia no pátio                    | Regulagem adequada das máquinas.   | Inspeção periódica do equipamento.   |
| Antrópico | Riscos de acidentes com a tripulação  | Obediência estrita às normas de segurança vigentes.  | Inspeção e treinamento periódicos.   |



#### 4.7.5 Conclusão

A proposta da Empresa Biomar Mineração Ltda para exploração de sedimentos bioclásticos provenientes de algas calcárias, na plataforma continental do Maranhão a o largo dos bancos de Cururupu, visa o licenciamento das operações marítimas de dragagem e o beneficiamento, em terra, do material extraído.

O processo de escolha da área e cubagem das reservas baseou-se no resultado de estudos geológicos e geofísicos de alta resolução, amostragens de sedimentos de fundo, e sondagens por jateamento hidráulico além de coletas específicas para caracterização das comunidades biológicas.

O material a ser extraído é um sedimento formado in situ, que ocorre naturalmente no ambiente marinho. Áreas recifais formadas por algas calcárias e/ou corais, não ocorrem na área.

A exploração desse produto traz grandes benefícios à economia, já que gera empregos, reduz a poluição ambiental causada por fertilizantes e pesticidas, melhora a sanidade e aumenta a produtividade vegetal e animal.

A área do empreendimento não constitui área de atividade pesqueira em consequência da relativamente baixa biodiversidade dos fundos a serem explorados.

No processo de seleção das áreas para a extração dos sedimentos biodetríticos foram definidas áreas de exclusão, consideradas de maior produtividade.

A interferência da atividade de mineração dos depósitos detríticos de algas calcárias, sobre a qualidade do ambiente local, será basicamente sobre a comunidade bentônica e principalmente sobre a fauna de invertebrados bentônicos. Sabe-se, porém que existe uma grande capacidade de regeneração dos fundos móveis em ambientes rasos da



plataforma continental. Nessas áreas os parâmetros estruturais das comunidades tais como densidade, biomassa, riqueza e diversidade específica, variam naturalmente em escala temporal e espacial como resultado da atuação de vários processos físicos e biológicos. Em áreas sob interferência de processos físicos provocados por ação de ondas e correntes, como no caso da área em questão, a movimentação da água em certas épocas revolve o fundo e afeta drasticamente as espécies que vivem sobre este (epibentos).

As espécies da endofauna são afetadas em menor intensidade, pois são capazes de se enterrar no sedimento. A profundidade de enterramento destes organismos no subfundo depende do grau de compactação do sedimento. Sabe-se porém que 85% das espécies da endofauna vive nos primeiros 20 cm abaixo do fundo e que apenas raras espécies de atingem profundidades de enterramento da ordem de 1m. Em função da movimentação dos sedimentos de fundo, as espécies encontradas nos bancos de rodolitos em áreas relativamente rasas da plataforma média, são de modo geral oportunistas, de ciclo de vida mais curto e de menor biomassa (r estrategistas).

A taxa de crescimento das algas calcárias é baixa, podendo variar entre 0.5 e 22 mm/ano, e conseqüentemente não se pode considerar que haja total regeneração do material extraído através do crescimento dessas algas. No entanto o impacto da dragagem abrange apenas a camada superficial do sedimento, onde ocorrem os organismos vivos. Abaixo dessa camada os sedimentos são estéreis, (sem contar as bactérias), e podem ser considerados puramente como minério.

Considerando-se que as cavidades de dragagem são preenchidas pela movimentação dos sedimentos e o relevo de fundo onde houve o impacto é recomposto, havendo um manejo adequado da extração, esse impacto será minimizado e a superfície do fundo será recomposta por novas incrustações de algas calcárias sobre os talos mortos além da colonização dos invertebrados oportunistas.



Os efeitos benéficos (Impactos Positivos) são relevantes: a potencialização dos efeitos dos elementos fertilizantes (NPK), eliminação da calagem de manutenção (calcários em geral), redução do uso de defensivos químicos, maior nível de sanidade vegetal, aumento da resistência ao ataque de pragas e o aumento da produtividade por hectare, além da redução nos custos decorrentes desses fatores. Além disso, o produto natural à base de algas calcárias oferece segurança aos trabalhadores que irão manuseá-lo, e diminui o risco das usuais contaminações dos solos e corpos d'água.

Na nutrição animal são proporcionados benefícios como o ganho de peso, aumento na produtividade leiteira, além de melhorar os teores de proteínas e gordura do leite e reduzir de forma substancial a contagem de células somáticas (maior sanidade).

Este impacto ainda apresenta as seguintes características: tem extensão regional (é comercializado em outros estados), é permanente e de grande intensidade.

Além das vantagens descritas acima, aplicadas à produção agrícola e animal, as algas do tipo *maërl*, como as existentes na área, possuem uma estrutura única e adequada para aplicações em tratamento de água potável.

Assim, conclui-se, que se observadas todas as recomendações deste EIA e respeitadas às leis e normas técnicas vigentes, o empreendimento é ambientalmente viável e trará benefícios socioeconômicos para a região, não existindo óbices para sua implantação.





## 5 BIBLIOGRAFIA

- ALLER, J.Y.; R.C. ALLER. **General characteristics of benthic faunas on the Amazon inner continental shelf with comparisons to the shelf off the changjiang river, EastChina.** Continental Shelf research, v6, n. 1 /2, p.291-310, 1986.
- ALMEIDA, Z. da S.; FONSECA-GENOVOIS, V. **Análise quali-quantitativo da meiofauna na região de Itapissuma-PE.** Pesquisas em Foco, São Luiz: v. 7. n. 9. p.115-137. 1999.
- BRANDIMARTE, A. L.; SHIMIZU, G. Y.; ANAYA, M.; KUHLMANN, M. L. **Amostragem de invertebrados bentônicos.** In: BICUDO, C. E. M.; BICUDO, D. C. (Ed.). Amostragem em limnologia. Rio de Janeiro, 2004. p. 213-230.
- BEZERRA, T. N. C., FONSÊCA-GENOVOIS, V. & GENOVOIS, B. 1996. Distribuição horizontal e vertical da meiofauna em uma região tropical intermareal (Istimo de Olinda - Pernambuco- Brasil). **Trab. Oceanog.** UFPR, Recife, 24: 249-264.
- BOLTOVSKOY, D. 1981. Atlas del zooplancton el Atlántico sudoccidental y metodos de trabajos con el zooplancton maríño. Mar del Plata, INIDEP, 936p.
- BOURLÈS B, MOLINARI RL, JOHNS E, WILSON WD & LEAMAN KD. 1999. **Upper layer currents in the western tropical north Atlantic (1989-1991).** J. Geophys. Res., 104: 1361-1375.
- BRASIL, MARINHA DO BRASIL. **Normas da Autoridade Marítima.** Disponível em <<https://www.dpc.mar.mil.br/>>. Acesso em dezembro 2010.
- BRASIL, MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO; EMBRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **V Plano-Diretor da Embrapa: 2008-2011-2023.** Disponível em <[http://www.cnpt.embrapa.br/aunidade/PDE\\_V20081230\\_CIMP.pdf](http://www.cnpt.embrapa.br/aunidade/PDE_V20081230_CIMP.pdf)>. Acesso em novembro de 2010
- BRASIL, MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO; EMBRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Zoneamento Ecológico-Econômico do Estado do Maranhão.** Disponível em <<http://www.zee.ma.gov.br/>>. Acesso em setembro de 2010.



BRASIL; MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA; BANCO MUNDIAL; BANCO INTERNACIONAL PARA A RECONSTRUÇÃO E DESENVOLVIMENTO. **Produto 08 Análise da Informação sobre Recursos Marinhos no Brasil - Relatório Técnico 17 Marco Legal sobre Mineração Marinha.** Brasília, 2009

BRASIL; MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA; BANCO MUNDIAL; BANCO INTERNACIONAL PARA A RECONSTRUÇÃO E DESENVOLVIMENTO. **Produto RT 38 - Perfil do Calcário.** Brasília, 2009.

BRASIL, MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA, DEPARTAMENTO NACIONAL DE PRODUÇÃO MINERAL. **Sumario Mineral 2009 (Vol. 29).** Disponível em <<https://www.dnpm.gov.br>>. Acesso em outubro de 2010.

BRASIL, MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS. **Sistema Informatizado de Licenciamento Ambiental Federal.** Disponível em <<http://www.ibama.gov.br/licenciamento/>>. Acesso em novembro de 2010.

BRASIL; Ministério Público do Estado de Goiás. **Manual Básico do Promotor de Justiça de Defesa do Meio Ambiente (Volume 1).** Goiânia, 2004.

BRASIL, PRESIDÊNCIA DA REPÚBLICA. **Portal da Legislação.** Disponível em <<http://www4.planalto.gov.br/legislacao>>. Acesso em novembro de 2010.

BRASIL; UNIVERSIDADE FEDERAL DO MARANHÃO; DEPARTAMENTO DE OCEANOGRAFIA E LIMNOLOGIA; LABORATÓRIO DE HIDROBIOLOGIA. **Zoneamento Costeiro do Maranhão.** 2 cd-rom. Maranhão, 2003.

CERVIGÓN, F.; R. CIPRIANI; W. FISCHER; L. GARJBALOI; M. HENDRICKX; AJ. LEMUS; R. MÁRQUEZ; I.M. POUTIERS; G. ROBAINA & B. RODRIGUEZ. 1992. **Guia de campo de las especies comerciales marinas y de aguas salobres de la costa septentrional de Sur America.** Roma, Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, 513p.

CERVIGÓN, F. 1966. **Los Peces Marinos de Venezuela.** Estación de Investigaciones Marinas de Margarita - Fundación La Salle de Ciencias Naturales, Caracas, 951p.

COUTINHO P. N., 1992. **Sedimentos carbonáticos da Plataforma continental brasileira.** Revista de Geologia, Fortaleza 6:65-73.



- DIAS, G. T. M. 2000. **Granulados bioclásticos - Algas calcárias**. Revista Brasileira de Geofísica, vol.18, n° 3, São Paulo.
- FERRARIO, M.; SARS, E.; SALA, S. Metodologia básica para el estudio de fitoplancton com especial referencia a las diatomáceas. In: ALVEAR, K.; FERRARIO, M. E.; OLIVEIRA FILHO, E. C.; SARS, E. (Eds.). **Manual de métodos ficológicos**. Chile: Universidad de Concepción, 1995. p. 1-24.
- FIGUEIREDO, J. L., MENEZES, N. A. 1978. **Manual de peixes marinhos do sudeste do Brasil**. II. Teleostei (1). São Paulo: Museu de Zoologia da Universidade de São Paulo. 110 p.
- GEYER WR, BEARDSLEY RC, LENTZ SJ, CANDELA J, LIMEBURNER R, JOHNS WE, CASTRO BM & SOARES ID. 1996. **Physical oceanography of the Amazon shelf**. Cont. Shelf Res., 16: 575-616.
- GORDON A.L. 1986. **Interocean exchange of thermocline water**. J. Geophysical Res., 91: 5037-5046.
- HOLME, N. A.; A. D. MCINTYRE. **Methods for the Study of Marine Benthos**. 2<sup>a</sup> ed. London: Blackwell, 1984.
- JOHNS WE, BEARDSLEY RC, CANDELA J, LIMEBURNER R & CASTRO BM. 1998. **Annual cycle and variability of the North Brazil Current**. J. Phys. Oceanogr., 28: 103-128.
- KEMPT, M. 1970. **Notes on the benthic bionomy of the N-NE Brazilian Shelf**. Mar. Biol. 5(3):213-224.
- KEMPT, M. 1974. **Perspectives d'Exploitation des fonds de *maërl* du Plateau Continental du NE du Brésil**. II Coll. Intern. Exploitation des Oceans. Bordeaux, France 2: 1-17.
- LANA, P. C.; M. G. CAMARGO; R. A. BROGIM; V. J. ISAAC. **O Benthos da Costa Brasileira: Avaliação Crítica e Levantamento Bibliográfico (1856-1996)**. Rio de Janeiro: Femar, 1996.
- LONGHURSTI, A. R.; D. PAULY. **Ecology of Tropical Oceans**. São Diego: Academic Press, 1987.
- LOPES, M.J.S. 1981. **Zooplâncton do estuário do Rio Anil, São Luís, MA**. Bol. Lab.Hidrobiol. 4(1): 77-96.



- LOPES, M.J.S. **Contribuição ao conhecimento da composição e ocorrência do zooplâncton da região estuarina dos estreitos de Coqueiros e Mosquitos - Área de influência do consórcio Alumar- São Luís (MA).** Resumos do II Encontro Brasileiro de Plâncton. Salvador, 1986.
- LOPES, M.J.S. 1988. **Levantamento prévio do zooplâncton da Lagoa da Jansen, São Luís, Maranhão (Brasil).** Bol. Lab. Hidrobiol. 8: 61-80.
- MAGURRAN, A.E. 1988. **Ecological Diversity and its Measurement.** Princeton: Princeton University Press. X +179 pp.
- MOHRIAK, W. U. 2003. **Bacias Sedimentares da Margem Continental Brasileira.** in Geologia, Tectônica e Recursos Minerais do Brasil; textos, mapas e SIG. Serviço Geológico do Brasil-CPRM, Ministério de Minas e Energia, Secretaria de Minas e Metalurgia. Brasília, Cap. III, p87-165.
- NELSON, J. S. 1994. **Fishes of the World.** John Wiley & Sons, New York, 600p.
- NEWELL, G.H.: NEWELL, R. 1963. **Marine plankton: a practical guide.** London: Hutchinson Educat., 221p.
- OMORI, M. & IKEDA, T. 1984. **Methods in marine zooplankton ecology.** John Wiley, N. York, 332 p.
- PASTANA, J.M.N. et al. 1995. **Programa Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil.** Folha AS. 23. V-D / Turiaçu, Folha SA - 23 - Y-B / Pinheiro. Estado do Maranhão. Escala 1:250.000, Programa Grande Carajás, Serviço Geológico do Brasil-CPRM, Ministério de Minas e Energia, Secretaria de Minas e Metalurgia. Brasília. 225p.
- PAIVA, M.P. 1997. **Recursos pesqueiros estuarinos e marinhos do Brasil.** UFC Edições, Forataleza-CE. 278p.
- Palma J. 1979 **Geomorfologia da Plataforma Continental Norte Brasileira.** Projeto. REMAC volume 7 p27-53
- PAWLIK, J. R. **Chemical Ecology of the Settlement of Benthic Marine Invertebrates.** Oceanogr. Mar. Biol. A. rev., nº 30, p. 273-335. 1992.
- PEREIRA, R. C.; SOARES-GOMES, A. (Orgs). **Biologia marinha.** Rio de Janeiro: Interciência, 2002.



- POUGH, F. H. **A vida dos vertebrados**. São Paulo: Atheneu, 3.<sup>a</sup> edição, 2003.
- REVIZZE NE III. **Análise do macrobentos na Plataforma Continental Externa e bancos oceânicos do Nordeste do Brasil no âmbito do Programa REVIZEE**. Recife: UFPE, 2004.
- RUPPERT, E. E.; BARNES, R. D. **Zoologia dos Invertebrados**. 6<sup>a</sup> ed. São Paulo: Rocca, 1996.
- SILVA A. C.; ARAÚJO M; PINHEIRO L S. 2007. **Caracterização hidrográfica da plataforma continental do maranhão a partir de dados oceanográficos medidos, remotos e modelados**. Rev. Bras. Geof. v.25 n.3 São Paulo jul./set. 2007.
- SIMON, T.E.; HORA, M.S.C.; JOYEUX, J.C. **Exploração de “rochas vivas” (algas calcárias - corallinales, Rhodophyta) para fins de aquariofilia no litoral do Espírito Santo, região sudeste do Brasil**. Trabalho apresentado no XII Congresso Latino-Americano de Ciências do Mar (XII COLACMAR). Florianópolis, 2007.
- SOUSA, L. C. A de, LOPES, M. J. S. 1989. **Composição da comunidade zooplânctônica \_ Região Norte do Brasil, entre a Baía de São Marcos e Foz do rio Parnaíba/PI**. REVIZEE NO II. I Encontro Maranhense de Biologia, 11 a 16 outubro de 1999. pág.:25.
- SUDENE, 1976. **Pesquisas dos recursos pesqueiros da plataforma continental maranhense**. Série Estudos de Pesca, n.6. 1-67.
- STENECK R., 1986. **The Ecology of coralline Algal crusts: convergent pattern and adaptative strategies**. Ann. Ver.Ecol.Syst. 17:273-303.
- SWIFT, D.J.P. **Tidal sand ridges and shoal-retreat massifs**. Mar. Geol., Amsterdam, 18:105-34, 1975
- VANNUCCI, M. & QUEIROZ, D. 1963. **Plâncton coletado durante a VII viagem do N/OC "Almirante Saldanha"**: Relatório. Contr. av. Inst. oceanogr. 4: 1-23.
- VALIELA. I.1995. **Marine ecological processes**. 2a. ed. Springer - Verlag. New York, 686p.



## 6 GLOSSÁRIO

**ABIÓTICO:** Ambiente caracterizado pela ausência de vida, "lugar ou processo sem seres vivos" (Goodland, 1975). Substâncias abióticas são compostas, inorgânicas e orgânicas básicas, tais como, água, bióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), oxigênio, cálcio, nitrogênio e sais de fósforo, aminoácidos e ácidos húmicos, etc. O ecossistema inclui tanto os organismos (comunidade biótica) como um ambiente abiótico (Odum, 1972). "O mesmo que azóico, isto é, período da história física da Terra sem organismos vivos" (Guerra, 1978).

**ACIDEZ:** "Presença de ácido, quer dizer, de um composto hidrogenado que, em estado líquido ou dissolvido, se comporta como um eletrolito. A concentração de ions H<sup>+</sup> é expressa pelo valor do pH". (Lemaire & Lemaire, 1975).

**ADAPTABILIDADE:** "Aptidão, inerente a numerosas espécies, de viver em condições de ambiente diferentes daquelas de sua ocorrência natural". (Souza, 1973).

**ADAPTAÇÃO:** "Feição morfológica, fisiológica ou comportamental, interpretada como propiciando a sobrevivência e como resposta genética às pressões seletivas naturais. De maneira geral, caracteriza-se pelo sucesso reprodutivo". (Forattini, 1992).

**AGENTE TÓXICO:** Qualquer substância exógena em quantidade suficiente que, em contato com o organismo, possa provocar urna ação prejudicial, originando um desequilíbrio orgânico.



**ALGAS CLOROFÍCEAS:** Grupo de organismos unicelulares ou de células congregadas em talo, classicamente conhecidas como algas verdes.

**ANTRÓPICO:** Relativo à humanidade, à sociedade humana, à ação do homem. Termo de criação recente, empregado por alguns autores para qualificar: um dos setores do meio ambiente, o meio antrópico, compreendendo os fatores sociais, econômicos e culturais; um dos subsistemas do sistema ambiental, o subsistema antrópico.

**ARTRÓPODES:** pequenas criaturas com pares de pernas articuladas que se locomovem no lodo ou nadam nas grandes profundidades à procura de alimento.

**ANÁLISE QUÍMICA:** Análise da água feita para determinar suas características químicas, segundo métodos específicos. Este tipo de análise é feito também, por exemplo, do solo, ar e resíduos sólidos.

**ANÁLISE DE CUSTO E BENEFÍCIO:** “Técnica que objetiva identificar, destacar e avaliar os custos sociais e os benefícios sociais de projetos de investimento para auxiliar na decisão a respeito da implantação do mesmo”. O objetivo é identificar e medir as perdas e ganhos em valores econômicos com que arcará a sociedade como um todo, se o projeto em questão for realizado.”(Bannock e/ alii, 1977).

**ANÁLISE QUÍMICA:** Análise da água feita para determinar suas características químicas, segundo métodos específicos. Este tipo de análise é feita também, por exemplo, do solo, ar e resíduos sólidos.



**AQUÍFERO ou RESERVATÓRIO DE ÁGUA SUBTERRÂNEA:** "Estrato subterrâneo de terra, cascalho ou rocha porosa que contém água" (The World Bank. 1978). "Rocha cuja permeabilidade permite a retenção de água, dando origem às águas interiores ou freáticas" (Guerra. 1978). "Toda transformação ou estrutura geológica de rochas, cascalhos e areias situada acima de uma capa impermeável, que por sua porosidade e permeabilidade natural possui a capacidade de armazenar água que circula em seu interior" (SAHOP. 1978).

**APICUM:** "Termo regional do Brasil, usado para os terrenos de brejo, na zona costeira. Corresponde, algumas vezes, às zonas marginais de lagunas costeiras, parcialmente colmatadas, que sofrem inundações produzidas pelas marés". (Guerra, 1978).

**APICUM:** Inclui as áreas de mangue não cobertas por vegetação, ou com vegetação halófito herbácea, com o típico substrato lodoso, sendo parte integrante dos ecossistemas de manguezal. (SMAC, 2001).

**BARLAMAR:** Sentido contrário ao transporte preferencial de sedimentos clásticos litorâneos, movimentados através de correntes longitudinais.

**BANCO DE AREIA, BARRA ou CORÔA:** Deposição de material sobre o fundo de um lago, de um rio, sua foz, ou do mar junto à costa, resultando alteração do perfil do fundo, assim como, das correntes dominantes. "**Banco de sedimentos** (areia ou cascalho, por exemplo) depositado no leito de um rio, constituindo obstáculos ao escoamento e à navegação" (DNAEE, 1976). "Acumulação de aluviões e seixos nas margens dos rios e na beira dos litorais, onde predominam as areias" (Guerra 1978).





**BATIPÉLÁGICA:** Região com profundidade muito variável, além de apresentar fossas superiores a 10.000 metros de profundidade.

**BENTÔNICOS:** Seres marinhos que durante a vida apresentam alguma dependência ecológica do fundo do mar.

**BIODETRITIVO:** Animais que se alimentam de detritos orgânicos.

**BIOGÊNICO:** Relativo à origem biológica.

**BIOGEOQUÍMICOS:** Movimento contínuo dos elementos químicos, do meio físico para os seres vivos e destes novamente para o meio físico.

**BIOHERMAS:** pequenas estruturas recifais.

**BIÓTOPO:** Área física na qual os biótipos adaptados a ela e às condições ambientais se apresentam praticamente uniformes.

**CALCÍTICA:** Relativo a carbonato de cálcio.

**EMBASAMENTO:** Base, que sustenta, formação basal.

**ENDÊMICOS:** Peculiar à determinada população ou região.

**EPIFITISMO:** é o ecossistema que mais se destaca pela presença de epífitas (plantas que se estabelecem diretamente sobre o tronco, galhos, ramos ou sobre as folhas das árvores), devido às características climáticas como umidade e temperaturas elevadas.



**ESPINHEL:** Petrecho composto por uma linha principal (linha madre) disposta horizontalmente, a qual está ligada a linhas curtas com anzóis. Estes rolos são interligados entre si.

**EURIALINAS:** Animais aquáticos, que podem viver em águas com salinidades diferentes.

**EUTROFIZAÇÃO:** é o crescimento excessivo das plantas aquáticas, tanto planctônicas quanto aderidas, aos níveis tais que sejam considerados como causadores de interferências com os usos desejáveis do corpo d'água.

**FISIOGRAFICAMENTE:** Relativo a Geografia Física: área espacial com mesma "fisionomia".

**FITOBENTOS:** Plantas que vivem no fundo oceânico.

**GRANULOMETRIA:** Método de análise que visa a classificar as partículas de uma amostra pelos respectivos tamanhos e a medir as frações correspondentes a cada tamanho.

**HALÓFITAS:** A vegetação predominante na preamar de sizígia é constituída de plantas rasteiras psamófitas-halófitas, de gramíneas, ciperáceas e liliáceas. Isso significa pouca sombra e muito sol.

**HIDRODINAMISMO:** O grau de hidrodinamismo de um local é determinado pela quantidade, intensidade e força das ondas e correntes que atuam no ambiente. Locais com elevado hidrodinamismo,



tendem a dispersar o óleo rápida e eficientemente, fazendo com que o impacto de um derrame de óleo seja reduzido ou mesmo não perceptível.

**ICTIOPLÂNCTON:** Componente do ambiente planctônico composto pelos primeiros estágios de vida de peixes. Geralmente são os ovos e larvas de peixes teleósteos. São mais comuns no ambiente marinho.

**ISÓBATA:** Linha que une pontos de igual profundidade.

**MEANDRO:** Curva acentuada de um rio que corre em sua planície aluvial e que muda de forma e posição com as variações de maior ou menor energia e cargas fluviais durante as várias estações do ano.

**OLIGOTRÓFICA:** Pobre em nutrientes.

**OROGRÁFICO:** movimentação de massas de ar e de chuvas provocadas pelo relevo. As massas de ar sendo empurradas morro acima sofrem esfriamento e condensação da água formando neblinas, chuviscos ou chuvas.

**PEDOGÊNESE:** Processo natural de formação do solo, que inclui interação de material, tempo, atividade biológica, clima etc.

**Pelágicos:** Seres vivos nadantes, não apresentam dependência com o fundo marinho.

**PLATAFORMA CONTINENTAL:** Semelhante a um extenso terraço que circunda todos os continentes tem um declive que varia de 1/500 a 1/1000 e largura variável, termina em um corte relativamente súbito. Profundidade média de 200m.



**RESSURGÊNCIA:** Fenômeno em que a água do mar fria fértil em Plâncton, situada em grandes profundidades, sobe a superfície.

**RIFTE:** zonas do globo onde a crosta terrestre e a litosfera associada, sofrem fratura acompanhada por um afastamento em direções opostas de porções vizinhas da superfície terrestre.

**RODOLITO:** alga calcária.

**SAMBAQUIS:** Montanhas de conchas e restos de animais, que chegam a ter mais de 30 metros de altura.

**SAZONAL:** relativo à sazão ou estação; próprio de, ou que se verifica numa estação ou época do ano; periódico.

**SINÓTICO:** Relativo a tamanho de sistemas migratórios de alta ou baixa pressão na mais baixa troposfera levando em consideração uma área horizontal de varias centenas de quilômetros.

**SUBSIDÊNCIA:** Colapso de uma superfície considerável de terra, devido a remoção de líquido ou cobertura inferior de terra, ou remoção de um material solúvel mediante água.

**TALUDE:** A parede de declividade acentuada, que mergulha da extremidade da plataforma para os abismos oceânicos.

**TERMOCLINA:** curva que representa a variação da temperatura em relação à profundidade remota a divisão do meio marinho em relação à temperatura.



**TRÓFICO:** Referente à nutrição de espécies.

**TURBIDÍTICO:** Relativo à rocha sedimentar, de origem marinha, depositada por corrente de turbidez, caracterizada por apresentar acamamento gradacional.

**VÓRTICE:** Redemoinho.

**ZONAÇÃO:** fenômeno biológico dentro de uma condição física do ambiente. É a distribuição dos organismos em áreas, camadas ou zonas distintas, caracterizando estratos horizontais e verticais.

**ZONA FÓTICA:** região mais superficial da coluna d'água e onde existe luz suficiente para a fotossíntese, onde predominam o fitoplâncton (algas microscópicas e cianobactérias) e o zooplâncton (protozoários, rotíferos e microcrustáceos).

**ZOOPLÂNCTON:** Comunidades de pequenos animais que vivem em suspensão em águas doces, salobras e marinhas.



**biomar**  
Mineração Ltda

## 7 EQUIPE TÉCNICA

|                   |  |
|-------------------|--|
| NOME              | Gilberto Tavares de Macedo Dias  |
| FORMAÇÃO          | Geólogo/Dr. em Geologia  |
| REG. PROFISSIONAL | 73100492-3 CREA-RJ   |
| CAD. TEC. IBAMA   | 609852   |
| ATIV. NO PROJETO  | Coordenador: Elaboração EIA/RIMA - Temas: Oceanografia, climatologia e geologia marinha. |
| ASSINATURA        |  |

|                   |   |
|-------------------|---|
| NOME              | José Fernando Tajra Reis  |
| FORMAÇÃO          | Engenheiro de Minas/Esp. Auditoria e Perícia Ambiental  |
| REG. PROFISSIONAL | 3284/D CREA-MA  |
| CAD. TEC. IBAMA   | 119848  |
| ATIV. NO PROJETO  | Consultor: Geologia geral<br>Temas: Caracterização do empreendimento e da atividade, geologia regional. |
| ASSINATURA        |   |



**biomar**  
Mineração Ltda

|                   |   |
|-------------------|---|
| NOME              | Raimunda Nonata Fortes Carvalho Neta  |
| FORMAÇÃO          | Bióloga/ Msc. Em Sustentabilidade em Ecossistemas   |
| REG. PROFISSIONAL | CRBIO 46088/5-D   |
| CAD. TEC. IBAMA   | 970177  |
| ATIV. NO PROJETO  | Coordenação dos estudos do meio biótico: socioeconomia pesqueira, macrobentos e ictiofauna. |
| ASSINATURA        |   |

|                   |   |
|-------------------|---|
| NOME              | Leila Cristina Almeida de Sousa                         |
| FORMAÇÃO          | Bióloga/ Mcs. em Biologia de Água Doce e Pesca Interior |
| REG. PROFISSIONAL | CRBIO 46071/5-D   |
| CAD. TEC. IBAMA   | 1844269   |
| ATIV. NO PROJETO  | Consultor: zooplâncton                                  |
| ASSINATURA        |   |



**biomar**  
Mineração Ltda

|                   |  |
|-------------------|--|
| NOME              | Aprigio Marques de Sousa Neto                      |
| FORMAÇÃO          | Biólogo/ Msc. em Recursos Pesqueiros e Aquicultura |
| REG. PROFISSIONAL | CRBIO 46440/5-D                                    |
| CAD. TEC. IBAMA   | 972108   |
| ATIV. NO PROJETO  | Consultor: ictiofauna                              |
| ASSINATURA        |  |

|                   |   |
|-------------------|---|
| NOME              | Marcos Valério Jansen Cutrim                  |
| FORMAÇÃO          | Biólogo/Dr. em Ciências Biológicas (Botânica) |
| REG. PROFISSIONAL | CRBIO 11266/5                                 |
| CAD. TEC. IBAMA   | 565473  |
| ATIV. NO PROJETO  | Consultor: macro algas calcárias e vivas      |
| ASSINATURA        |   |





**biomar**  
Mineração Ltda

|                   |  |
|-------------------|--|
| NOME              | Andrea Cristina Gomes de Azevedo         |
| FORMAÇÃO          | Bióloga/Dr. <sup>a</sup> em Oceanografia |
| REG. PROFISSIONAL | CRBIO 46.664/5-D                         |
| CAD. TEC. IBAMA   | 1921545                                  |
| ATIV. NO PROJETO  | Consultor: micro algas (fitoplâncton)    |
| ASSINATURA        |  |

|                   |  |
|-------------------|--|
| NOME              | Vera Lúcia Araújo Rodrigues Bezerra                                    |
| FORMAÇÃO          | Eng. <sup>a</sup> . Agrônoma/Mestre em Desenvolvimento e Meio Ambiente |
| REG. PROFISSIONAL | CREA: 1151/D   |
| CAD. TEC. IBAMA   | 614772   |
| ATIV. NO PROJETO  | Consultor: Meio Físico   |
| ASSINATURA        |  |



**biomar**  
Mineração Ltda

|                   |                        |
|-------------------|------------------------|
| NOME              | Alessandro Costa Menks |
| FORMAÇÃO          | Biólogo                |
| REG. PROFISSIONAL | CRBIO 52361            |
| CAD. TEC. IBAMA   | 2351824                |
| ATIV. NO PROJETO  | Consultor: ictiofauna  |
| ASSINATURA        |                        |

|                   |                                    |
|-------------------|------------------------------------|
| NOME              | Eliane Braga Ribeiro               |
| FORMAÇÃO          | Bióloga/Esp. em Educação Ambiental |
| REG. PROFISSIONAL | CRBIO 59836/05-D                   |
| CAD. TEC. IBAMA   | 2935757                            |
| ATIV. NO PROJETO  | Formatação e organização final     |
| ASSINATURA        |                                    |



**biomar**  
Mineração Ltda

|                      |                                      |
|----------------------|--------------------------------------|
| NOME                 | Rafael Guerreiro Bonfim              |
| FORMAÇÃO             | Biólogo<br>Esp. Engenharia Ambiental |
| REG.<br>PROFISSIONAL | CRBIO 46031/5-P                      |
| CAD. TEC. IBAMA      | 680581                               |
| ATIV. NO<br>PROJETO  | Consultor: macro invertebrados       |
| ASSINATURA           |                                      |

|                      |                                |
|----------------------|--------------------------------|
| NOME                 | Yôkhebhedh de Carvalho e Silva |
| FORMAÇÃO             | Bióloga                        |
| REG.<br>PROFISSIONAL | CRBIO 59086/05-D               |
| CAD. TEC. IBAMA      | 2307877                        |
| ATIV. NO<br>PROJETO  | Consultor: macro invertebrados |
| ASSINATURA           |                                |



**biomar**  
Mineração Ltda

|                   |                     |
|-------------------|---------------------|
| NOME              | Marcelo Peres Facas |
| FORMAÇÃO          | Engenheiro Agrônomo |
| REG. PROFISSIONAL | 17836-DF            |
| CAD. TEC. IBAMA   | 265488              |
| ATIV. NO PROJETO  | Revisão Técnica     |
| ASSINATURA        |                     |

|                   |                             |
|-------------------|-----------------------------|
| NOME              | Cláudia Della Piazza Grossi |
| FORMAÇÃO          | Arquiteta urbanista         |
| REG. PROFISSIONAL | CREA 131857-RJ              |
| CAD. TEC. IBAMA   | 2970900                     |
| ATIV. NO PROJETO  | Revisão técnica             |
| ASSINATURA        |                             |



**biomar**  
Mineração Ltda

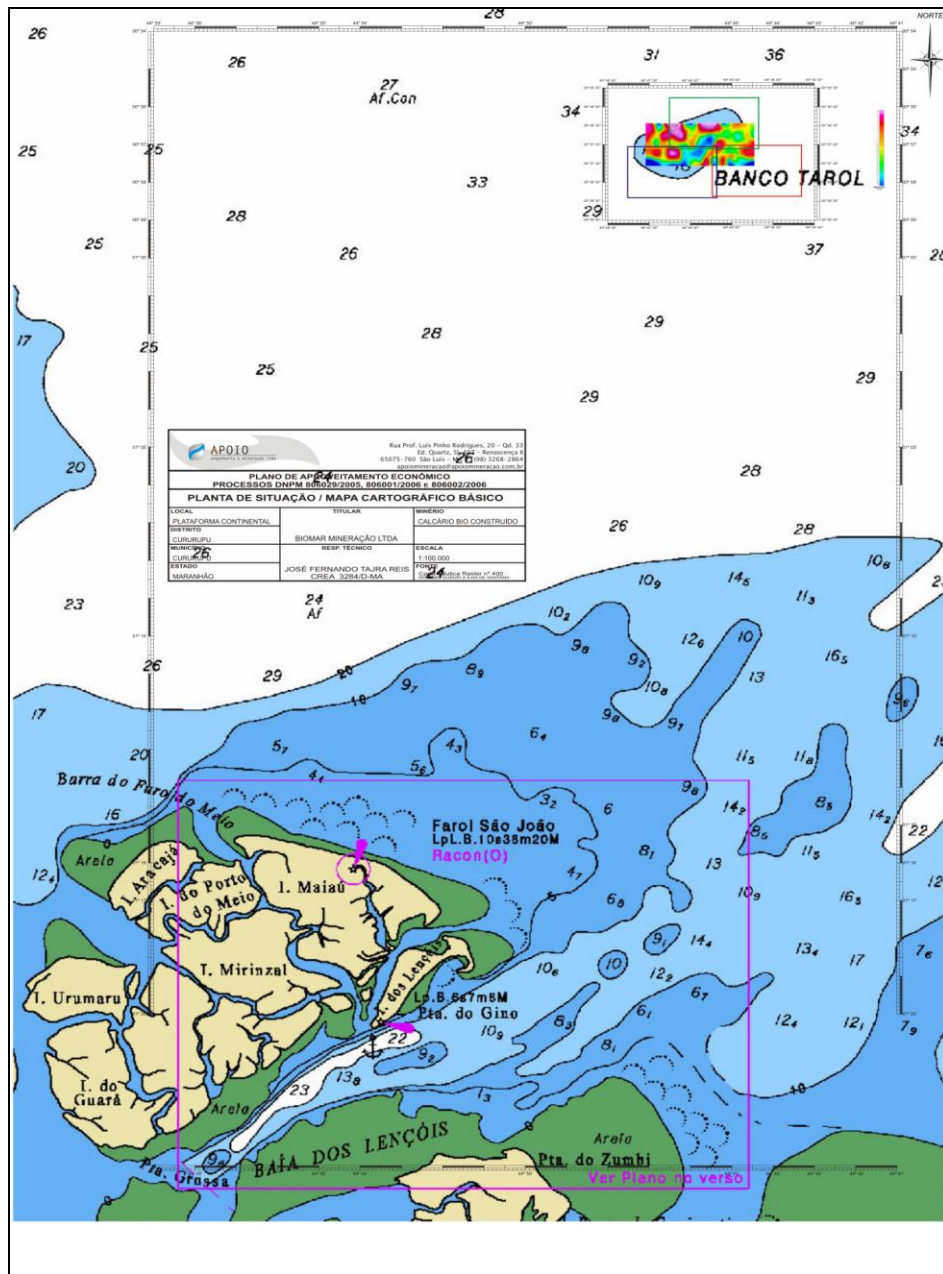
|                   |                                  |
|-------------------|----------------------------------|
| NOME              | Analúcia Koeler Somavilla Bomfim |
| FORMAÇÃO          | Fonoaudióloga                    |
| REG. PROFISSIONAL | 3908-RJ                          |
| CAD. TEC. IBAMA   | 5237645                          |
| ATIV. NO PROJETO  | Revisão técnica                  |
| ASSINATURA        |                                  |

|                   |                 |
|-------------------|-----------------|
| NOME              | Larissa Schmidt |
| FORMAÇÃO          | Advogada        |
| REG. PROFISSIONAL | OAB/RS 34915    |
| CAD. TEC. IBAMA   | 168313          |
| ATIV. NO PROJETO  | Revisão técnica |
| ASSINATURA        |                 |




## 8 ANEXOS

### ANEXO 1 - Planta de situação.





**ANEXO 2 - Exame físico-químico e bacteriológico da água.**



LABORATÓRIO DE PATOLOGIA CLÍNICA LTDA.

Análise Clínicas, Análise de Águas e de Alimentos


---

INTERESSADO : APOIO ENGENHARIA E MINERAÇÃO  
DATA DA COLETA : 24.01.06  
DATA DA ENTRADA : 26.01.06  
AMOSTRA : ÁGUA DO MAR  
LOCAL : PLATAFORMA CONTINENTAL DE CURURUPU - MA  
COLETADOR : RAFAEL GUERREIRO BONFIM

---

**EXAME FÍSICO-QUÍMICO E BACTERIOLÓGICA DA ÁGUA**

| PARÂMETROS         | UNID.                  | RESULTADO |
|--------------------|------------------------|-----------|
| pH                 | -                      | 8,0       |
| COR VERDADEIRA     | u.c                    | 5,0       |
| TURBIDEZ           | N.T.U                  | 0,5       |
| CÁLCIO             | mg/l CaCO <sub>3</sub> | 130,00    |
| MAGNÉSIO           | mg/l MgCO <sub>3</sub> | 88,00     |
| CLORETOS           | mg/l Cl <sup>-</sup>   | 2.0747,30 |
| D.B.O              | mg/l O <sub>2</sub>    | 40,00     |
| D.Q.O              | mg/l O <sub>2</sub>    | 420,00    |
| SALINIDADE         | ‰                      | 8067,00   |
| SOL. TOTAIS        | mg/l                   | 36.193,00 |
| SOL. SUSPENSO      | mg/l                   | 10.485,00 |
| SILICA             | mg/SiO <sub>2</sub>    | 194       |
| FOSFATO            | mg/l Po <sub>2</sub>   | 0,04      |
| COL. TOTAIS        | N.M.P/ 100 ml          | 460       |
| COL. FECAL         | N.M.P/ 100 ml          | 75        |
| BAC. HETEROTROFICA | U.F.C/ ml              | < 500     |



Químico Industrial  
CRC 1120053





**ANEXO 3(cont.) - Exame físico-químico e bacteriológico da água.**



LABORATÓRIO DE PATOLOGIA CLÍNICA LTDA.

Análise Clínicas, Análise de Águas e de Alimentos

INTERESSADO : APOIO ENGENHARIA E MINERAÇÃO  
DATA DA COLETA : 22.02.06  
DATA DA ENTRADA : 02.03.06  
AMOSTRA : ÁGUA DO MAR  
LOCAL : PLATAFORMA CONTINENTAL DE CURURUPU- MA  
COLETADOR : RAFAEL GUERREIRO BONFIM

**EXAME FÍSICO-QUÍMICO E BACTERIOLÓGICA DA ÁGUA**

| PARÂMETROS     | UNID.                  | RESULTADO |
|----------------|------------------------|-----------|
| pH             | -                      | 8,0       |
| COR VERDADEIRA | u.c                    | 2,0       |
| TURBIDEZ       | N.T.U                  | 0,5       |
| CÁLCIO         | mg/l CaCO <sub>3</sub> | 166,6     |
| MAGNÉSIO       | mg/l MgCO <sub>3</sub> | 580,6     |
| CLORETOS       | mg/l Cl <sup>-</sup>   | 23.296,97 |
| D.B.O          | mg/lO <sub>2</sub>     | 38,00     |
| D.Q.O          | mg/lO <sub>2</sub>     | 290,00    |
| SALINIDADE     | ‰                      | 1.192,63  |
| SOL. TOTAIS    | mg/l                   | 694,00    |
| SOL. SUSPENSO  | mg/l                   | 130,00    |
| SILICA         | mg/SiO <sub>2</sub>    | 142,8     |
| FOSFATO        | mg/l Po <sub>2</sub>   | 0,00      |
| COL. TOTAIS    | N.M.P/ 100 ml          | 240       |
| COL. FECAL     | N.M.P/ 100 ml          | 44        |

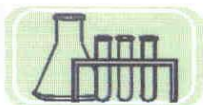
*Rafael Guerreiro Bonfim*  
Rafael Guerreiro Bonfim  
Químico Industrial  
CRQ 11200053







**ANEXO 4(cont.) - Exame físico-químico e bacteriológico da água.**



**LABORATÓRIO DE PATOLOGIA CLÍNICA LTDA.**

Análise Clínicas, Análise de Águas e de Alimentos

INTERESSADO : APOIO ENGENHARIA E MINERAÇÃO  
DATA DA COLETA : 23.06.06  
DATA DA ENTRADA : 04.07.06  
HORA DA COLETA : 11:00 HS  
AMOSTRA : ÁGUA DO MAR  
LOCAL : PLATAFORMA CONTINENTAL DE CURURUPU- MA  
COLETADOR : RAFAEL GUERREIRO BONFIM

**EXAME FÍSICO-QUÍMICO E BACTERIOLÓGICA DA ÁGUA**

| PARÂMETROS            | UNID.                  | RESULTADO |
|-----------------------|------------------------|-----------|
| pH                    | -                      | 8,3       |
| ALCAL. TOTAL          | mg/l CaCO <sub>3</sub> | 88        |
| AMONIA                | mg/l                   | 0,1       |
| CO <sub>2</sub>       | mg/l                   | 0,00      |
| NITROGÊNIO AMONIAICAL | mg/l O <sub>2</sub>    | 0,05      |
| OXIGENIO DISSOLVIDO   | mg/l                   | 7,2       |
| OLÉOS E GRAXAS        | mg/l O. G              | 0,015     |
| D.B.O                 | mg/l O <sub>2</sub>    | 30,00     |
| D.Q.O                 | mg/l O <sub>2</sub>    | 264,00    |
| FOSFATO               | mg/l Po <sub>2</sub>   | 0,005     |
| NITRATO               | mg/l N                 | 1,4       |
| NITRITO               | mg/l N                 | 0,009     |

*Antônio*  
Clotilde Oliveira Martins  
Química Industrial  
CRO - 412.00053





**ANEXO 5 - Metodologia utilizada para análise da água.**



LABORATÓRIO DE PATOLOGIA CLÍNICA LTDA.

Análise Clínicas, Análise de Águas e de Alimentos

**METODOLOGIA UTILIZADA NA ANALISE DE ÁGUA DA PLATAFORMA CONTINENTAL DE CURURUPU- MA COLETA NO DIA 23/06/2006**

| PARÂMETROS          | MÉTODOS   |
|---------------------|---|
| pH                  | Medidor de bancada (Metronic)                   |
| ALCAL. TOTAL        | Metilorange                                     |
| AMONIA              | Nesslerização                                   |
| CO <sub>2</sub>     | Titulimetria                                    |
| NITROGÊNIO AMONIAL  | Nesslerização com destilação prévia             |
| OXIGENIO DISSOLVIDO | Winkler Modificado pela Azida Sódica            |
| OLEOS E GRAXAS      | Extração com solvente                           |
| D.B.O               | Diluição e Incubação 20° C, 5 dias              |
| D.Q.O               | Bicromato de potássio em meio ácido             |
| FOSFATO             | Cloreto estanhoso                               |
| NITRATO             | Ácido Fenoldisulfônico                          |
| NITRITO             | Sulfanilamida e N - (1 - Naftil) Etilenodiamina |




Clotilde Oliveira Martins  
Químico Industrial  
CRQ - 112 00053





**ANEXO 6 - Métodos utilizados para análise da água.**



**LABORATÓRIO DE PATOLOGIA CLÍNICA LTDA.**  
Análise Clínicas, Análise de Águas e de Alimentos

**MÉTODOS UTILIZADOS NA ANÁLISE DE ÁGUA DA LAVATEC**

| PARÂMETROS         | MÉTODOS                             |
|--------------------|-------------------------------------|
| PH                 | Medidor de bancada (Metronic)       |
| ÓLEOS E GRAXAS     | Extração com solvente               |
| ALUMÍNIO           | Espectrofotometria                  |
| CÁDMIO             | Espectrofotometria                  |
| CHUMBO             | Ditizona                            |
| MANGANÊS           | Persulfato                          |
| FLUORETO           | Spands (adaptado)                   |
| DQO                | Bicromato de potássio em meio ácido |
| DBO                | Diluição e Incubação 20° C. 5 dias  |
| ZINCO              | Zincon                              |
| VANÁDIO            | Ac. Galico                          |
| COL. TOTAL         | Tubos múltiplos                     |
| CÓL. FECAL         | Tubos múltiplos                     |
| SOL. SEDIMENTÁVEIS | Sedimentação                        |
| CROMO              | Espectrofotometria                  |
| FERRO              | Fenotrolina                         |
| MAGNÉSIO           | Espectrofotometria                  |
| SÓDIO              | Fotometria de chama                 |
| CÁLCIO             | Espectrofotometria                  |
| POTÁSSIO           | Fotometria de chama                 |
| SÍLICA             | Gravimétrico                        |



**biomar**  
Mineração Ltda

## **ANEXO 7**

Mapa Faciológico da plataforma continental entre o Piauí e Maranhão.



**APOIO**  
engenharia e mineração ltda



**biomar**  
Mineração Ltda

**ANEXO 8**  
Mapa geológico



**biomar**  
Mineração Ltda

**ANEXO 9**  
Mapa geológico



**biomar**  
Mineração Ltda

**ANEXO 10**  
Mapa geológico



**biomar**  
Mineração Ltda

## **ANEXO 11**

Mapa batimétrico da área de ocorrência de algas calcárias  
(interior da linha poligonal).



**APOIO**  
engenharia e mineração ltda





**biomar**  
Mineração Ltda

## ANEXO 12

Mapa Faciológico da área mineralizada requerida ao DNPM.



**APOIO**  
engenharia e mineração ltda



**biomar**  
Mineração Ltda

### **ANEXO 13**

Posicionamento dos perfis sísmicos e sondagens (S1, S2,  
S3) sobre o mapa batimétrico.



**APOIO**  
engenharia e mineração ltda



**biomar**  
Mineração Ltda

## **ANEXO 14**

Complemento do EIA-RIMA referente à instalação e operação da  
unidade de beneficiamento do calcário marinho na área do  
Distrito Industrial em São Luís - MA.



**APOIO**  
engenharia e mineração ltda