

ESTUDO DE IMPACTO AMBIENTAL - EIA

Exploração, transporte, descarregamento e
beneficiamento de calcário marinho – Tutóia/MA

BIOMAR MINERAÇÃO



VOLUME 5

Revisão

Setembro, 2022





ESTUDO DE IMPACTO AMBIENTAL - EIA

**Exploração, transporte, descarregamento e beneficiamento de
calcário marinho – Tutóia/MA**

VOLUME 5

Empreendedor: BIOMAR Mineração Ltda.

Elaborado por:

APOIO Engenharia e Mineração Ltda.

Em parceria com:

DPG Consultoria e Tecnologia Ltda.

CICLO Assessoria e Serviços Ambientais Ltda.

SABIO Soluções Ambientais e Ensino de Biologia

VOLUME 5 – APRESENTAÇÃO

O **VOLUME 5** compreende os **Capítulos 6, 7 e 8** do presente **ESTUDO DE IMPACTO AMBIENTAL**, que contempla a seguinte a **ESTRUTURA GERAL**:

VOLUME 1

1. APRESENTAÇÃO DO ESTUDO DE IMPACTO AMBIENTAL

1.1. INTRODUÇÃO

1.2. OBJETIVO

1.3. DIRETRIZES GERAIS DO EIA

2. PROCEDIMENTOS PARA O LICENCIAMENTO AMBIENTAL

2.1. REGULAMENTAÇÃO APLICÁVEL

2.1.1. Legislação Federal

2.1.2. Legislação Estadual

3. CARACTERIZAÇÃO DO EMPREENDIMENTO

3.1. APRESENTAÇÃO

3.1.1. Identificação do Empreendedor

3.1.2. Identificação da Consultoria Técnica

3.1.3. Identificação de Equipe Técnica

3.2. JUSTIFICATIVAS DO EMPREENDIMENTO

3.2.1. Panorama Geral

3.2.2. Justificativa Técnica

3.2.3. Aspectos Sociais e Econômicos

3.2.4. Aspectos Ambientais

3.2.5. Aspectos Locacionais, Políticos e Administrativos

3.2.6. Não Execução da Atividade

3.2.7. Outras Considerações

3.3. CARACTERIZAÇÃO DA ATIVIDADE

3.3.1. Localização do Empreendimento

3.3.1.1. Localização da Atividade de Extração

3.3.1.2. Localização da Atividade de Descarregamento

3.3.1.3. Localização da Atividade de Beneficiamento

3.3.1.4. Unidades de Conservação

3.3.1.5. Compatibilização do Empreendimento com Planos, Programas e Projetos

3.3.2. Caracterização do Material a ser Explorado

3.3.3. Metodologia Operacional

3.3.3.1. Extração

3.3.3.2. Descarregamento

3.3.3.3. Beneficiamento

3.3.3.4. Quadro de Pessoal

3.3.3.5. Insumos

3.3.3.6. Efluentes e Resíduos Gerados

3.3.3.7. Medidas de Segurança e Prevenção de Acidentes

3.3.3.8. Empreendimentos Associados, Decorrentes e Similares

3.3.3.9. Alternativas Locacionais

3.3.4. Plano de Aproveitamento Econômico

3.3.4.1. Reservas

3.3.4.2. Produção

3.3.4.3. Cronograma de Implantação do Empreendimento

4. ÁREAS DE INFLUÊNCIA

4.1. ÁREA DIRETAMENTE AFETADA – ADA

4.1.1. Meio Físico

4.1.2. Meio Biótico

4.1.3. Meio Socioeconômico

4.2. ÁREA DE INFLUÊNCIA DIRETA – AID

4.2.1. Meio Físico

4.2.2. Meio Biótico

4.2.3. Meio Socioeconômico

4.3. ÁREA DE INFLUÊNCIA INDIRETA – AII

4.3.1. Meio Físico

4.3.2. Meio Biótico

4.3.3. Meio Socioeconômico

VOLUME 2

5. DIAGNÓSTICO AMBIENTAL

5.1. DIAGNÓSTICO DO MEIO FÍSICO

- 5.1.1. Metodologia aplicada
- 5.1.2. Delimitação da Análise do Meio Físico
- 5.1.3. Clima e Meteorologia
 - 5.1.3.1. Características Regionais
 - 5.1.3.2. Classificação Climática
- 5.1.4. Geologia e Geomorfologia
 - 5.1.4.1. Geologia Regional
 - 5.1.4.2. Geologia e Geomorfologia da Zona Costeira do Maranhão (ZCEM)
 - 5.1.4.3. Plataforma Continental na Região de Tutóia
 - 5.1.4.4. Caracterização geológica das áreas de exploração
 - 5.1.4.5. Faciologia
 - 5.1.4.6. Sondagens
 - 5.1.4.7. Mapa de Fácies
 - 5.1.4.8. Sondagens
 - 5.1.4.9. Caracterização e Análise Geoquímica dos Sedimentos Coletados
- 5.1.5. Oceanografia
 - 5.1.5.1. Introdução
 - 5.1.5.2. Áreas de Exploração da BIOMAR Mineração
 - 5.1.5.3. Temperatura, Salinidade e Transparência
 - 5.1.5.4. Circulação das Águas Costeiras
 - 5.1.5.5. Sistema de Correntes Equatoriais
 - 5.1.5.6. Circulação Oceânica na Plataforma Continental Norte Brasileira
 - 5.1.5.7. Circulação Oceânica na Plataforma Continental do Maranhão
 - 5.1.5.8. Marés e Correntes de Maré
 - 5.1.5.9. Ondas Oceânicas
 - 5.1.5.10. Turbidez
- 5.1.6. Qualidade da água
- 5.1.7. Bibliografia Referencial Específica

VOLUME 3

5.2. DIAGNÓSTICO DO MEIO BIÓTICO

- 5.2.1. Metodologia aplicada
- 5.2.2. Delimitação da Análise do Meio Biótico
- 5.2.3. Inventário Quali-Quantitativo das Algas Calcárias Vivas e as Demais Espécies de Algas mais Abundantes na Área de Exploração
- 5.2.4. Caracterização da Comunidade Bentônica e Infauna no Sedimento
 - 5.2.4.1. Introdução
 - 5.2.4.2. Metodologia de Análise
 - 5.2.4.3. Resultados e Discussão
- 5.2.5. Caracterização da Ictiofauna (Nécton)
 - 5.2.5.1. Introdução
 - 5.2.5.2. A Caracterização
 - 5.2.5.3. Metodologia de Análise
 - 5.2.5.4. Resultados e Discussão
- 5.2.5. Caracterização das Espécies de Cetáceos e Quelônios
 - 5.2.5.1. Cetáceos
 - 5.2.5.2. Quelônios Marinhos
- 5.2.6. Caracterização dos Manguezais nas Áreas de Influência do Empreendimento
- 5.2.7. Bibliografia Referencial Específica

VOLUME 4

5.3. DIAGNÓSTICO DO MEIO SOCIOECONÔMICO

- 5.3.1 Metodologia Aplicada
- 5.3.2. Delimitação da Análise Socioeconômica
- 5.3.3. Dados Gerais do Município de Tutóia
- 5.3.4. História
 - 5.3.4.1. Histórico de Criação
 - 5.3.4.2. Patrimônio Histórico Remanescente
- 5.3.5. Limites e Divisas
 - 5.3.5.1. Limites Municipais
 - 5.3.5.1. Limites Interdistritais
- 5.3.6. Perfil Geral da População
- 5.3.7. Educação

- 5.3.8. Saúde
- 5.3.9. Saneamento Básico
 - 5.3.9.1. Abastecimento de Água
 - 5.3.9.2. Esgotamento Sanitário
 - 5.3.9.3. Resíduos Sólidos
- 5.3.10. Sistema Elétrico
- 5.3.11. Estrutura de Transportes
 - 5.3.11.1. Transporte Rodoviário
 - 5.3.11.2. Sistema Portuário
 - 5.3.11.3. Transporte Ferroviário
 - 5.3.11.4. Transporte Aéreo
- 5.3.12. Renda, Trabalho e Atividades Econômicas
 - 5.3.12.1. Panorama Geral
 - 5.3.12.2. Turismo
 - 5.3.12.3. Agropecuária
 - 5.3.12.4. Extrativismo Vegetal
 - 5.3.12.5. Mineração
 - 5.3.12.6. Atividades Pesqueiras
- 5.3.13. Bibliografia Referencial Específica

VOLUME 5

6. ANÁLISE INTEGRADA

6.1. SÍNTESE DA ANÁLISE INTEGRADA

- 6.1.1. Introdução
- 6.1.2. O Projeto Extração de Sedimentos biodetríticos/BIOMAR e os Recursos Naturais
- 6.1.3. O Projeto Extração de Sedimentos Biodetríticos/BIOMAR e os Ecossistemas
- 6.1.4. O Projeto Extração de Sedimentos Biodetríticos/BIOMAR e o Ecossistema Urbano
- 6.1.5. Síntese da Qualidade Ambiental
 - 6.1.5.1. Meteorologia
 - 6.1.5.2. Geologia/Geomorfologia
 - 6.1.5.3. Oceanografia
 - 6.1.5.4. Qualidade da Água
 - 6.1.5.5. Ictiofauna
 - 6.1.5.6. Atividade Pesqueira

6.1.5.7. Zoobentos

6.1.5.8. Unidades de Conservação

6.2. PROGNÓSTICO AMBIENTAL

6.3. IDENTIFICAÇÃO DOS IMPACTOS

6.3.1. Metodologia de Avaliação de Impactos

6.3.2. Descrição e Classificação dos Impactos e Apresentação das Medidas Mitigadoras e Potencializadoras

6.3.2.1. Fase de Planejamento

6.3.2.2. Fase de Implantação/Operação

6.3.3 Descrição dos Impactos por Meio Estudado

6.3.3.1. Meio Físico

6.3.3.2. Meio Biótico

6.3.3.3. Meio Socioeconômico

6.3.3.4. Resumo dos Impactos

6.4. PROGRAMAS AMBIENTAIS

6.4.1. Introdução

6.4.2. Objetivos

6.4.2.1. Programa de Gestão Ambiental – PGA

6.4.2.2. Programa de Comunicação Social

6.5.2.3. Programa de Educação Ambiental para Trabalhadores (PEAT)

6.5.2.4. Programa de Delimitação a Área de Dragagem

6.5.2.5. Programa de Monitoramento das Comunidades Planctônicas e Bentônicas nas Áreas de Extração

6.5.2.6. Programa de Monitoramento dos Níveis da Qualidade de Água nas Áreas de Extração

6.5.2.7. Programa de Segurança na Navegação

6.5.2.8. Programa de Adoção de Descarte de Finos e Areia no Fundo

6.5.2.9. Programa de Priorização de Contratação de Mão-De-Obra

7. CONCLUSÕES

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

VOLUME 6

9. ANEXOS

VOLUME 5 – SUMÁRIO

6. ANÁLISE INTEGRADA.....	12
6.1. SÍNTESE DA ANÁLISE INTEGRADA.....	13
6.1.1. Introdução.....	13
6.1.2. O Projeto Extração de Sedimentos Biodetríticos/BIOMAR e os Recursos Naturais	14
6.1.3. O Projeto Extração de Sedimentos Biodetríticos/BIOMAR e os Ecossistemas.....	15
6.1.4. O Projeto Extração de Sedimentos Biodetríticos/BIOMAR e o Ecossistema Urbano.....	16
6.1.5. Síntese da Qualidade Ambiental.....	18
6.1.5.1. Meteorologia	18
6.1.5.2. Geologia/Geomorfologia	18
6.1.5.3. Oceanografia.....	19
6.1.5.4. Qualidade da Água.....	19
6.1.5.5. Ictiofauna	20
6.1.5.6. Atividade Pesqueira	20
6.1.5.7. Zoobentos	21
6.1.5.8. Unidades de Conservação.....	21
6.2. PROGNÓSTICO AMBIENTAL	22
6.3. IDENTIFICAÇÃO DOS IMPACTOS.....	25
6.3.1. Metodologia de Avaliação de Impactos.....	27
6.3.2. Descrição e Classificação dos Impactos e Apresentação das Medidas Mitigadoras e Potencializadoras	33
6.3.2.1. Fase de Planejamento.....	34
6.3.2.2. Fase de Implantação/Operação.....	34
6.3.3 Descrição dos Impactos por Meio Estudado	37
6.3.3.1. Meio Físico	37
6.3.3.2. Meio Biótico	40
6.3.3.3. Meio Socioeconômico.....	44
6.3.3.4. Resumo dos Impactos	47
6.4. PROGRAMAS AMBIENTAIS.....	49
6.4.1. Introdução	49
6.4.2. Objetivos.....	50
6.4.2.1. PROGRAMA DE GESTÃO AMBIENTAL – PGA.....	52
6.4.2.2. PROGRAMA DE COMUNICAÇÃO SOCIAL	53

6.5.2.3. PROGRAMA DE EDUCAÇÃO AMBIENTAL PARA TRABALHADORES (PEAT)	55
6.5.2.4. PROGRAMA DE DELIMITAÇÃO A ÁREA DE DRAGAGEM	56
6.5.2.5. PROGRAMA DE MONITORAMENTO DAS COMUNIDADES PLANCTÔNICAS E BENTÔNICAS NAS ÁREAS DE EXTRAÇÃO.....	57
6.5.2.6. PROGRAMA DE MONITORAMENTO DOS NÍVEIS DA QUALIDADE DE ÁGUA NAS ÁREAS DE EXTRAÇÃO	59
6.5.2.7. PROGRAMA DE SEGURANÇA NA NAVEGAÇÃO.....	62
6.5.2.8. PROGRAMA DE ADOÇÃO DE DESCARTE DE FINOS E AREIA NO FUNDO	63
6.5.2.9. PROGRAMA DE PRIORIZAÇÃO DE CONTRATAÇÃO DE MÃO-DE-OBRA	64
7. CONCLUSÕES.....	66
8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	69

ÍNDICE DE TABELAS

<i>Tabela 6.2-1: Impactos citados na literatura para atividades de mineração marinha. Fonte: BIOMAR, DPG CONSULTORIA, 2014.</i>	23
<i>Tabela 6.2-2: Matriz de interação dos impactos. Fonte: CICLO, 2020.</i>	24
<i>Tabela 6.3.3.1-1: Planilha de Aspectos e Impactos Ambientais – Meio Físico. Fonte: CICLO, 2020.</i>	39
<i>Tabela 6.3.3.2-1: Planilha de Aspectos e Impactos Ambientais – Meio Biótico. Fonte: CICLO, 2020.</i>	43
<i>Tabela 6.3.3.3-1: Planilha de Aspectos e Impactos Ambientais – Meio Socioeconômico. Fonte: CICLO, 2020.</i>	46
<i>Tabela 6.3.3.4-1: Matriz Geral de Impactos Ambientais. Fonte: CICLO, 2020.</i>	48

CAPÍTULO 6

Área de licenciamento da BIOMAR
Tutóia/MA, 2018

6. ANÁLISE INTEGRADA

O Capítulo 6 apresenta a análise integrada do EIA e visa ao atendimento ao item 4.8 – ANÁLISE INTEGRADA, subitens 4.8.1 – Prognóstico, 4.8.2 – Identificação e Análise de Impactos e 4.8.3 – Medidas mitigadoras e Programa de Controle, do Termo de Referência (TR) do IBAMA (2019).

Os estudos e análises e programas referem-se às Áreas de Influência da atividade de extração, visto que as atividades de descarregamento e beneficiamento como já informados em capítulos anteriores já foram objeto de avaliação e aprovação de suas viabilidades pelo IBAMA (LP 541/2017) em outro processo similar de licenciamento da BIOMAR Mineração, conforme ressaltado anteriormente no presente EIA.

O presente VOLUME 5 é destinado à apresentação da Análise Integrada dos componentes relacionados nos capítulos anteriores, os programas associados, as conclusões do Estudo e as referências bibliográficas utilizadas.

6.1. SÍNTESE DA ANÁLISE INTEGRADA

6.1.1. Introdução

A análise integrada baseia-se na premissa de que o meio ambiente é um sistema complexo formado por uma corrente de elos entre os seus diversos componentes físicos, biológicos e antrópicos. A sustentabilidade do sistema como um todo é a sustentação dos empreendimentos humanos. Isso é tão verdadeiro que até se poderia referir ao meio não como um elemento à parte, mas, ao contrário, um elemento integrado com o empreendimento. Assim, melhor seria se referir ao sistema em análise no presente EIA como Meio Ambiente do Projeto Extração de Sedimentos Biodetríticos da BIOMAR Mineração na Plataforma Continental – adjacente ao município de Tutóia/MA - *Projeto Extração de Sedimentos Biodetríticos/BIOMAR*.

Estudar a integração é focalizar as interações no sistema. Essas interações podem ser visualizadas por meio da subdivisão do meio em categorias, como as seguintes:

- Inserção do Projeto Extração de Sedimentos Biodetríticos/BIOMAR e a disponibilidade de recursos ambientais.
- Inserção do Projeto Extração de Sedimentos Biodetríticos/BIOMAR e a qualidade ambiental.
- Inserção do Projeto Extração de Sedimentos Biodetríticos/BIOMAR e os ecossistemas (seus equilíbrios biofísicos).

6.1.2. O Projeto Extração de Sedimentos Biodetríticos/BIOMAR e os Recursos Naturais

A exploração do calcário marinho pelo Projeto Extração de Sedimentos Biodetríticos/BIOMAR é a principal atividade de uso de recursos naturais.

O empreendimento, como um todo, visa à produção de compostos naturais com aplicação na indústria de fertilizantes, rações animais, etc. 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. 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. É exatamente este benefício que o Projeto Extração de Sedimentos Biodetríticos/BIOMAR traz.

Este impacto benéfico se estende às áreas econômica e social. Aqui a sustentabilidade ambiental, econômica e social pode ser beneficiada em médio e longo prazo pelo alongamento da disponibilidade do material conhecidos e exploráveis e que têm condições de viabilidade econômica de serem trazidos para o Projeto Extração de Sedimentos Biodetríticos/BIOMAR na região.

Ainda analisando a integração entre a atividade em estudo e os recursos naturais, ressalta-se a importância do consumo, talvez do meio que a natureza poderia proporcionar ao homem: a disponibilidade de um insumo natural sem aditivos químicos/sintéticos. O consumo de deste material utilizado como fertilizante natural na agricultura e como suplemento alimentar animal, quando colocado no plano da elevada disponibilidade dentro da plataforma continental e o local requerido junto a ANM pela jazida, mostra proporções que, neste caso particular, não suscita preocupação para a sustentabilidade do sistema.

6.1.3. O Projeto Extração de Sedimentos Biodetríticos/BIOMAR e os Ecossistemas

As interações são diretas entre as jazidas de sedimento biodetrítico autorizadas pela ANM e o ecossistema marinho bentônico.

Deve-se reconhecer a importância fundamental da biota marinha bentônica e a manutenção da estabilidade física do fundo marinho. Esta estabilidade depende das maneiras de como realizar a exploração. No Projeto Extração de Sedimentos Biodetríticos/BIOMAR está prevista a extração de modo rotativo e em áreas bem definidas, afetando-se ao mínimo a camada superficial (solo marinho) que sustenta os organismos vivos.

Outra situação específica do Projeto Extração de Sedimentos Biodetríticos/BIOMAR é a condição natural das águas na área das jazidas que não são utilizadas na atividade pesqueira da região e nem como local de alimentação ou desova de animais marinhos, conforme identificado nos diagnósticos ambientais dos Meios Biótico e Socioeconômico.

6.1.4. O Projeto Extração de Sedimentos Biodetríticos/BIOMAR e o Ecossistema Urbano

O Projeto Extração de Sedimentos Biodetríticos/BIOMAR não oferece qualquer interação com meio urbano, visto que, em momento algum, haverá interferência direta em qualquer comunidade ou a utilização de serviços urbanos, já que as atividades se darão a aproximadamente 25 milhas náuticas do litoral do município de Tutóia.

Considerada Área de Influência Indireta (AII) do Meio Socioeconômico, Tutóia tem uma população total de 52.788 habitantes, distribuídos entre população urbana e rural, com densidade demográfica de 31,96 hab/Km² no meio urbano. Sua vocação que poderia interagir com as áreas da BIOMAR Mineração é para pesca artesanal e o turismo.

Para a caracterização socioeconômica do empreendimento, o trabalho de campo foi realizado nos meses de outubro de 2018 e o mapeamento de desembarque pesqueiro realizado nos meses de junho e julho de 2020. Ao longo dessas campanhas, foram entrevistados mais de 200 atores sociais, entre representantes do governo municipal e de associações comunitárias que compõem a AII, empresários da área turística, além dos moradores locais, em especial, das comunidades pesqueiras. O trabalho de campo permitiu identificar as inter-relações existentes e os principais usuários que se apropriam dos recursos pesqueiros e que utilizam o meio ambiente no contexto da AII.

Dentre as principais características do uso de recursos naturais pela comunidade pesqueira de Tutóia, a arte da pesca é voltada à captura de siri, camarão e espécies de peixes para consumo local ou de subsistência; em geral, realiza-se muito próxima da costa, por meio de embarcações pequenas e médias, sem estrutura para armazenamento do peixe. À sua disposição, a comunidade tem um estaleiro, uma fábrica de gelo particular e pequenos cais localizados nas próprias comunidades (alguns têm mais suporte, como o Porto de Tutóia e o Porto de Areia). Assim, a produção do pescado local possui, como principais limitações, as condições climáticas e a falta de estrutura dos pescadores.

Ressalta-se que não houve relatos de interferência na pesca das atividades realizadas por empreendimento similar ao da BIOMAR, que já opera na região. Sua principal intervenção se daria

no meio urbano, pois a empresa realiza o descarregamento e o beneficiamento do material explorado no município, contando com terminal próprio.

No caso Projeto Extração de Sedimentos Biodetríticos/BIOMAR, objeto deste EIA, esta interação (meio urbano) não se dá. As interações físicas basicamente acontecem nas outras duas fases do empreendimento (descarregamento e beneficiamento), que já foram devidamente analisadas e aprovadas em licenciamento anterior.

Com relação ao turismo em Tutóia, que também conta com estrutura deficiente frente ao potencial da região, também não se verificou influência do empreendimento da BIOMAR, dado que sua vocação é a prática desportiva na faixa de praia local, além de passeios pelos igarapés, pelas ilhas e pelas dunas.

Quanto ao processo de manutenção preventiva e corretiva da embarcação a ser utilizada no transporte do material dragado, segundo os investidores, não gerará nenhum tipo de problema no município, visto que se dará no mesmo local do desembarque (Porto de Itaqui).

6.1.5. Síntese da Qualidade Ambiental

A seguir, apresenta-se a síntese da qualidade ambiental, considerando-se os fatores envolvidos e definindo-se suas inter-relações.

6.1.5.1. Meteorologia

A região atlântica equatorial está sob influência da variabilidade espaço-temporal da Zona de Convergência Intertropical (ZCIT). No período 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.

6.1.5.2. Geologia/Geomorfologia

O mapa faciológico da plataforma continental, entre o estado do Piauí e leste do estado do Pará, mostra uma predominância de areia quartzosa de granulometria fina, até a plataforma média a externa.

A interpretação das imagens de sonar de varredura lateral, obtidas na área de licenciamento da BIOMAR ao largo de Tutóia, e as confirmações por amostragens de fundo permitiram elaborar um mapa faciológico detalhado (item 5.1.4.4). Toda a área compreendida entre profundidades de 18 e 24 m é constituída inteiramente por areia e cascalho biodetrítico formado por algas calcárias do tipo *maerl*. A espessura medida por sondagens foi de aproximadamente 2m e a espessura estimada foi de 4m. Entre 24 m e 27 m existe uma área de transição, formada por misturas de sedimento bioclástico e areia quartzosa fina. Em profundidades maiores que 27 m, o fundo é inteiramente composto por areia quartzosa fina.

As modificações do relevo de fundo produzidas durante as dragagens, não ocasionarão nenhum tipo de interferência nas ondas e correntes marinhas e desse modo não produzirão quaisquer interferências no litoral.

6.1.5.3. 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, nas proximidades da costa.

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 durante as dragagens não ocasionarão nenhum tipo de interferência nas ondas e correntes marinhas e, desse modo, não produzirão quaisquer interferências no litoral.

6.1.5.4. Qualidade da Água

Considerando os dados de laboratório e as medições de campo e que constam no Volume 2 deste estudo, os valores apresentados indicam normalidade em relação ao que preconiza a Resolução CONAMA 357/05 e também o que cita a literatura indicada para as águas salinas/oceânicas.

Vale ressaltar o índice de Dureza, expresso como mg/L CaCO₃, na superfície da área 806.698/2010 e superfície e fundo da área 806.701/2010, assim como os índices de Alcalinidade (CO₃- e HCO₃-) em superfície e fundo ponto 806.698/2010, assim como para a área 806.701/2010 ponto fundo (CO₃-) e superfície e fundo (FCO₃-). Podemos concluir que este fato pode estar correlacionado aos teores de calcário do fundo e à pouca presença de matéria orgânica e algas.

Notou-se também que o teor de Cloretos indicados por (NaCl) está dentro da normalidade, ou seja, em torno de 35%.

6.1.5.5. Ictiofauna

Os resultados dos censos visuais e das campanhas de pesca experimentais na área de influência direta do empreendimento indicaram a presença de poucas espécies. Nos fundos relativamente planos formados por sedimentos bioclásticos não consolidados e móveis (cascalho e areia de *maerl*), é baixa ou praticamente nula 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), e nem a área constitui refúgio de animais marinhos ou pontos de pesca.

6.1.5.6. Atividade Pesqueira

O diagnóstico referente à estrutura pesqueira na zona litorânea de Tutóia indicou que essa atividade econômica se concentra nas zonas de estuarinas e nas áreas marinhas muito próximas à costa. Não há pesca significativa em regiões além de 10 milhas náuticas da costa. As espécies-alvo das capturas artesanais são estuarinas. Entre os peixes, as espécies mais exploradas são bagre, pescada, tamatarana, camurim, tainha, arraia, cambeu, robalo, peixe-pedra, peixe-espada, curvina, coró, carapeba, cação, guaravira, pacamão e arenque.

As embarcações utilizadas geralmente são de pequeno e médio porte, o que impede os pescadores de realizarem pescarias mais prolongadas, já que necessitam retornar logo à terra firme para comercializar o pescado. Desse modo, observa-se que o empreendimento da BIOMAR na Plataforma Continental da região de Tutóia 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 estuarino ocidental maranhense.

6.1.5.7. Zoobentos

Foram encontrados 29 táxons da macrofauna bêntica para os quatro pontos analisados em Tutóia. Foram registrados todos os principais grupos característicos da macrofauna, tais como Annelida (Polychaeta), Mollusca (Bivalvia e Gastropoda), Arthropoda (Crustacea Malacostraca) e Echinodermata.

O táxon Polychaeta (62,53%) esteve presente em todos os pontos amostrados nas duas áreas, seguido de crustáceos (30,89%) e moluscos (9,43%). Os representantes de cnidários, platelmintos, moluscos e equinodermos apresentaram abundâncias relativamente baixas, com percentuais inferiores a 2%; tal fato pode estar relacionado com a baixa afinidade dessas espécies com o tipo de substrato dessas estações de coleta analisadas.

6.1.5.8. Unidades de Conservação

O município de Tutóia tem parte de seu território inserida em duas Unidades de Conservação (UC): APA do Delta do Parnaíba (federal) e APA dos Pequenos Lençóis (estadual). As duas unidades estão sobrepostas em algumas regiões e compreendem uma área total de aproximadamente 580.000 ha (OLIVEIRA, 2015). A área de extração está distante dessas UC, ou seja, as Áreas de Influência Direta e Indireta do empreendimento não as atingem.

6.2. PROGNÓSTICO AMBIENTAL

A interferência da atividade de mineração dos depósitos biodetríticos de algas calcárias, sobre a qualidade do ambiente local, será basicamente na comunidade bentônica, principalmente sobre a fauna de invertebrados bentônicos. Sabe-se, porém, que existe uma grande capacidade de regeneração desses tipos de 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 ele (epibentos).

As espécies da endofauna são afetadas em menor intensidade, pois são capazes de se enterrar no sedimento. A profundidade de enterramento desses organismos no subfundo depende do grau de compactação do sedimento. Sabe-se, todavia, 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 1 m. Em função da movimentação dos sedimentos de fundo, as espécies encontradas nos depósitos de algas calcárias em áreas relativamente rasas da plataforma média são, de modo geral, oportunistas, de ciclo de vida mais curto e de menor biomassa (estrategistas).

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

Ou seja, 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. No entanto, abaixo da camada superficial onde se concentram os organismos bentônicos, a extração do sedimento (minério) é viável ambiental e economicamente.

Tabela 6.2-1: Impactos citados na literatura para atividades de mineração marinha. Fonte: BIOMAR, DPG CONSULTORIA, 2014.

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

MEIO FÍSICO

Tabela 6.2-2: Matriz de interação dos impactos. Fonte: CICLO, 2020.

MEIO ANTRÓPICO

	MEIO FÍSICO								MEIO ANTRÓPICO								
	Recursos Atmosféricos	Geomorfologia Subaquática	Ecossistemas Aquáticos		Ecossistemas Aquáticos				Nível de Vida			Infra-Estrutura Urbano Social	Economia				
<p>IMPACTOS POTENCIAIS</p> <p>ATIVIDADES PREVISTAS</p> <p>ATIVIDADES PREVISTAS</p>	ALTERAÇÃO DA QUALIDADE DOS RECURSOS ATMOSFÉRICOS RUÍDOS	ALTERAÇÃO MORFOLÓGICA DA ÁREA DE EXTRAÇÃO	ALTERAÇÃO DA QUALIDADE DE ÁGUA E MEIO BIOTO NA ÁREA DE EXTRAÇÃO	AUMENTO DO RISCO DE CONTAMINAÇÃO DO AMBIENTE MARINHO POR ÓLEO	PERDA DA DIVERSIDADE BIOLÓGICA PELA SUPRESSÃO DE MATERIAL	POSSIBILIDADE DE AFUGENTAMENTO, ATROPELAMENTO DE ANIMAIS MARINHOS	ALTERAÇÃO DA COMUNIDADE ICTIOLÓGICA	ALTERAÇÃO DA QUALIDADE DOS RECURSOS MARINHOS E INTERFERÊNCIA NAS COMUNIDADES BIOLÓGICAS AQUÁTICAS	ALTERAÇÃO NAS COMUNIDADES BENTÔNICA PRÓXIMO A ÁREA DE EXTRAÇÃO	GERAÇÃO DE EXPECTATIVA NA POPULAÇÃO	GERAÇÃO DE EMPREGO E RENDA	RISCOS DE ACIDENTES COM EMBARCAÇÃO E EMBARCADOS	AUMENTO DA DEMANDA POR EQUIPAMENTOS SÓCIO-COMUNITÁRIO	DINAMIZAÇÃO DA ECONOMIA	GERAÇÃO DE TRIBUTOS	POTENCIALIZAÇÃO DAS VANTAGENS LOCALACIONAL	EXPANSÃO DA CAPACIDADE DISPONIBILIDADE DO PRODUTO NO PAÍS
PLANEJAMENTO	DECISÃO PELA IMPLANTAÇÃO DO EMPREENDIMENTO E ESTUDOS AMBIENTAIS								●								
IMPLANTAÇÃO/OPERAÇÃO	CONTRATAÇÃO DE MÃO-DE-OBRA, AQUISIÇÃO EQUIPAMENTO E DE MATERIAIS													●			
	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	▲	●	●			
	●			●													
	●			●										●	●	●	●

CATEGORIA POSITIVO NEGATIVO POSITIVO / NEGATIVO

MAGNITUDE: FORTE MÉDIO FRACO VARIÁVEL

6.3. IDENTIFICAÇÃO DOS IMPACTOS

Neste subcapítulo, encontram-se identificados e classificados os potenciais impactos ambientais decorrentes das fases de Planejamento, Implantação/Operação da etapa de exploração de sedimentos biodetríticos pela BIOMAR Mineração, bem como propostas de medidas para mitigar os impactos negativos e maximizar os impactos positivos.

Apresentam-se também as respectivas planilhas de classificação dos impactos ambientais, associando-os às ações do empreendimento e, estas, às respectivas fases de ocorrência.

Ressalta-se que a identificação dos impactos ambientais foi realizada com a participação de toda a equipe multidisciplinar responsável pela elaboração do presente Estudo de Impacto Ambiental, por meio de procedimentos interdisciplinares, de forma que fossem cobertos todos os aspectos relativos ao empreendimento que possam resultar em consequências desfavoráveis ou favoráveis aos recursos naturais e/ou às condições socioeconômicas de suas áreas de influência.

Para cada potencial impacto ambiental negativo identificado, são propostas medidas mitigadoras, classificadas quanto ao seu caráter preventivo, corretivo ou compensatório, bem como medidas potencializadoras para os impactos classificados como positivos.

Os impactos são identificados e classificados segundo 5 categorias ou tipos:

- Impactos sobre a Economia da Natureza decorrentes do aproveitamento, uso e consumo de recursos naturais, tendo a Natureza como fonte primária de toda a matéria e energia de que a humanidade dispõe. O impacto básico de referência é expresso pela redução da disponibilidade de recursos ou seu esgotamento. Esses impactos têm uma importância estratégica para o desenvolvimento sustentável das atividades humanas.
- Impactos sobre os Equilíbrios Biofísicos decorrentes, principalmente, de intervenções que resultem na supressão dos biomas constitutivos dos ecossistemas afetados, resultando em redução da biodiversidade. A estrutura e funcionalidade ecológica desses sistemas, quando afetadas, resultam, em geral, em impactos de elevado potencial.
- Impactos sobre a Qualidade Ambiental decorrentes da emissão de matéria e energia que possam resultar em alterações da qualidade ambiental na forma de poluição ou

contaminação das águas, do ar, do solo e demais recursos. A perda de recursos por deterioração da qualidade ambiental tem efeitos que refletem sobre a Economia da Natureza.

- Impactos sobre o Equilíbrio Socioeconômico que podem ser multifacetados, mas que sobressaem aqueles mais diretamente relacionados com as condições de vida das comunidades envolvidas com o projeto. Destacam-se aqui os impactos benéficos naturalmente decorrentes da implantação e presença do projeto numa determinada área, além dos benefícios potencializados por ações específicas do empreendedor.
- Impactos de natureza Político-institucional em que se destacam os aspectos jurídicos e institucionais relativos ao licenciamento ambiental e ao cumprimento da legislação aplicável aos diversos aspectos que possam causar impactos ambientais. Outra faceta desta categoria é representada pelo conhecimento das instâncias de poder e instâncias da sociedade organizada e dos temas e questionamentos emergentes (“*environmental issues*”) e demandas sociais que demandam posicionamento da organização empreendedora, sempre com os objetivos de buscar a aceitação do projeto pela comunidade e também de preservar a imagem e reputação da empresa.

Os impactos são identificados e avaliados dentro de cada uma dessas categorias – impactos chamados de “primários” ou “cruzados”. Numa fase posterior, são identificados e analisados os impactos “inter-categorias”, permitindo uma análise integrada.

Assim é que, por exemplo, impactos sobre a Economia da Natureza possam trazer reflexos sobre a Qualidade Ambiental, ou vice e versa. De outro modo, impactos sobre o Equilíbrio Ecológico podem acarretar a perda de recursos naturais, resultando em redução de sua disponibilidade, ou seja, com reflexos sobre a Economia da Natureza. Impactos sobre a Qualidade Ambiental podem trazer reflexos sobre a Saúde da Comunidade, ou seja, com reflexos no Equilíbrio Socioeconômico, e assim por diante.

Essas interações de impactos inter-categorias podem revelar relações de sinergia, adição ou antagonismo, dependendo da natureza de cada caso.

6.3.1. Metodologia de Avaliação de Impactos

A metodologia utilizada buscou a melhor forma de identificação e avaliação dos impactos potenciais decorrentes do empreendimento nos Meios Físico, Biótico e Meio Socioeconômico, considerando-se sempre a relação causa/efeito.

A partir da discussão interdisciplinar das ações do empreendimento e do diagnóstico ambiental das áreas de influência, estabeleceu-se uma metodologia própria, utilizando-se como instrumento básico uma matriz de interação baseada na Matriz de Leopold (LEOPOLD *et al*, 1971), da qual se fez uma adaptação.

A referida matriz de interação funciona como uma listagem de controle bidimensional, disposta ao longo de seus eixos vertical e horizontal, respectivamente, as ações do empreendimento, por fase de ocorrência, e os fatores ambientais que poderão ser afetados, permitindo assinalar, nas quadrículas correspondentes às interseções das linhas e colunas, os impactos de cada ação sobre os componentes por ela modificados (GTZ/SUREHMA,1992).

Cada uma destas interações foi avaliada, considerando-se os impactos resultantes quanto à sua categoria, forma de incidência, área de abrangência (extensão), duração (temporalidade), grau de reversibilidade, prazo para manifestação e magnitude. Os diversos fatores ambientais presentes na matriz foram definidos e estabelecidos em função do diagnóstico ambiental realizado e ela apresenta uma visão integrada das ações do empreendimento, dos impactos decorrentes delas e dos fatores ambientais afetados, permitindo observar as ações que causam mais impactos, a fase do empreendimento que irá gerar mais impacto e os fatores ambientais mais afetados.

Na metodologia utilizada, a partir da identificação dos impactos potenciais do empreendimento, procedeu-se à descrição de cada impacto identificado, bem como à classificação/valoração desses impactos. Para essa classificação (categoria, forma de incidência, área de abrangência, duração ou temporalidade, grau de reversibilidade, prazo para manifestação, magnitude e importância), utilizaram-se planilhas específicas, que foram preenchidas conjuntamente pela equipe multidisciplinar, com base nos critérios preestabelecidos.

As planilhas são apresentadas por meio afetado (físico, biótico e socioeconômico), com os impactos classificados, as observações pertinentes e as medidas mitigadoras ou potencializadoras propostas.

Para a interpretação/classificação/valoração dos impactos ambientais, desenvolveu-se uma análise criteriosa que permitiu estabelecer um prognóstico sobre os impactos, adotando-se os seguintes critérios para cada um dos seguintes atributos.

TIPO DE IMPACTO

Este atributo considera a consequência do impacto ou de seus efeitos em relação ao empreendimento, podendo ser classificado como **direto** ou **indireto**. De modo geral, os impactos indiretos são decorrentes de desdobramentos consequentes dos impactos diretos.

CATEGORIA DO IMPACTO

Este atributo considera a sua classificação em **positivo** (benéfico) ou **negativo** (adverso).

ÁREA DE ABRANGÊNCIA

A definição criteriosa e bem delimitada das áreas de influência de um determinado empreendimento permite a classificação da abrangência de um impacto em: local, regional ou estratégico, conforme estabelecido a seguir:

- **Local:** quando o impacto, ou seus efeitos, ocorre ou se manifesta na área de influência direta definida para o empreendimento.
- **Regional:** quando o impacto, ou seus efeitos, ocorre ou se manifesta na área de influência indireta definida para o empreendimento.
- **Estratégico:** quando o impacto, ou seus efeitos, manifesta-se em áreas que extrapolam as áreas de Influência definidas para o empreendimento, contudo sem se apresentar como condicionante para ampliar tais áreas.

DURAÇÃO OU TEMPORALIDADE

Este atributo de classificação/avaliação corresponde ao tempo que o impacto pode ser verificado na área em que se manifesta, variando como **temporário**, **permanente** ou **cíclico**. Adotam-se os seguintes critérios:

- **Temporário:** Quando um impacto cessa a manifestação de seus efeitos em um horizonte temporal definido ou conhecido.
- **Permanente:** Quando um impacto apresenta seus efeitos se estendendo além de um horizonte temporal definido ou conhecido, ou, aqui, quando se estende por toda a vida útil do empreendimento.
- **Cíclico:** Quando um impacto cessa a manifestação de seus efeitos em um horizonte temporal definido, porém volta a se repetir de forma sistemática ao longo do empreendimento. De modo geral, os períodos de repetição das ações que geram o impacto são conhecidos e planejados.

REVERSIBILIDADE

A classificação de um impacto segundo este atributo considera as suas possibilidades de ser **reversível** ou **irreversível**. Para estes, são utilizados os seguintes critérios:

- **Reversível:** Quando é possível reverter a tendência do impacto ou os efeitos decorrentes das atividades do empreendimento, levando-se em conta a aplicação de medidas para sua reparação (no caso de impacto negativo) ou com a suspensão da atividade geradora do impacto.
- **Irreversível:** Quando mesmo com a suspensão da atividade geradora do impacto não for possível reverter a sua tendência.

MAGNITUDE

Este atributo, na metodologia utilizada, considera a intensidade com que o impacto pode se manifestar, isto é, a intensidade com que as características ambientais podem ser alteradas, adotando-se uma escala nominal de **fraca, média, forte** ou **variável**.

Sempre que possível, a valoração da intensidade de um impacto se realiza segundo um critério não subjetivo, o que permite uma classificação quantitativa dele, portanto, mais precisa.

Todavia, observa-se que a maior parte dos impactos potenciais previstos na Análise dos Impactos não é passível de ser mensurada quantitativamente, dificultando a comparação entre os efeitos decorrentes do empreendimento com a situação anterior à sua implantação, não permitindo, assim, uma valoração objetiva com relação à magnitude dos impactos.

É fundamental que o diagnóstico ambiental realizado nas áreas de influência do empreendimento tenha a profundidade e a abordagem condizente com a necessidade de se formular um prognóstico para a região considerada, no qual as alterações decorrentes do empreendimento possam ser mais bem avaliadas, mesmo que somente de forma qualitativa, e, conseqüentemente, valoradas de forma mais precisa.

Da mesma forma, é imprescindível o conhecimento das atividades a serem desenvolvidas pelo empreendimento, de forma a permitir um perfeito entendimento da relação de causa e efeito entre as atividades previstas e os componentes ambientais considerados.

Nesse contexto, de forma a reduzir a subjetividade da avaliação quanto à magnitude de um impacto, é importante a presença de profissionais experientes e capacitados na equipe técnica, bem como uma permanente avaliação histórica, envolvendo empreendimentos similares em outras áreas e seus efeitos sobre os meios físico, biótico e antrópico.

Com relação à classificação dos impactos como de magnitude variável, observa-se que correspondem aos impactos cuja magnitude pode variar segundo as diferentes intensidades das ações que os geraram, provocando efeitos de magnitudes diferentes.

Procura-se, nesses casos, identificar as diferentes situações de variabilidade do impacto por meio da descrição de suas consequências conforme cada magnitude possível.

Desta forma, para um impacto classificado como de magnitude variável, podendo alternar como fraca, média e forte, indicando as situações em que sua ocorrência se dará.

PRAZO PARA A MANIFESTAÇÃO DE UM IMPACTO

Este atributo de um impacto considera o tempo para que seus efeitos se manifestem, independentemente de sua área de abrangência, podendo ser classificado como: **imediate**, **médio prazo** ou **longo prazo**. Procura-se, assim, associar a ele um aspecto quantitativo, de forma a viabilizar uma classificação geral segundo um único critério temporal, como se segue:

- **Imediato:** Ocorre imediatamente ao início das ações que lhe deram origem.
- **Médio Prazo:** Ocorre após um período médio, contado do início das ações que o causaram.
- **Longo Prazo:** Ocorre após um longo período, contado do início das ações que o causaram.

Após a identificação e a classificação dos impactos ambientais potenciais decorrentes da realização da implantação e operação do empreendimento, a equipe multidisciplinar propôs ações que visassem à redução ou eliminação dos impactos negativos (medidas mitigadoras) e também ações objetivando a maximização dos impactos positivos (medidas potencializadoras).

As medidas mitigadoras propostas foram baseadas na previsão de eventos adversos potenciais sobre os itens ambientais destacados, tendo por objetivo a eliminação ou atenuação de tais eventos. As medidas potencializadoras propostas visam otimizar as condições de instalação do empreendimento por meio da maximização dos efeitos positivos.

Tais medidas mitigadoras e potencializadoras apresentam características de conformidade com os objetivos a que se destinam, conforme se segue:

- **Medida Mitigadora Preventiva:** Consiste em uma medida que tem como objetivo minimizar ou eliminar eventos adversos que se apresentam, com potencial para causar prejuízos aos itens ambientais destacados nos meios físico, biótico e antrópico. Este tipo de medida procura anteceder a ocorrência do impacto negativo.

- **Medida Mitigadora Corretiva:** Consiste em uma medida que visa mitigar os efeitos de um impacto negativo identificado, quer seja pelo restabelecimento da situação anterior à ocorrência de um evento adverso sobre o item ambiental destacado nos meios físico, biótico e antrópico, quer seja pelo estabelecimento de nova situação de equilíbrio harmônico entre os diversos parâmetros do item ambiental, por meio de ações de controle para neutralização do fato gerador do impacto.
- **Medida Mitigadora Compensatória:** Consiste em uma medida que procura repor bens socioambientais perdidos em decorrência de ações diretas ou indiretas do empreendimento.
- **Medida Potencializadora:** Consiste em uma medida que visa otimizar ou maximizar o efeito de um impacto positivo decorrente direta ou indiretamente da implantação do empreendimento.

Torna-se importante esclarecer que as medidas mitigadoras compensatórias citadas no presente Capítulo não se constituem naquela medida compensatória estabelecida pela Lei nº 9.985 de 18 de julho de 2000 (Sistema Nacional de Unidades de Conservação), regulamentada pelo Decreto nº 5.340, de 22 de agosto de 2002. O artigo 36 da Lei nº 9.985/2000 institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação.

Além da apresentação das medidas mitigadoras e potencializadoras, o presente Estudo de Impacto Ambiental contempla também os programas ambientais elaborados visando à implantação das medidas mitigadoras e/ou o acompanhamento/avaliação da eficácia dessas medidas na redução e/ou maximização dos impactos, os quais são apresentados ainda neste Capítulo.

6.3.2. Descrição e Classificação dos Impactos e Apresentação das Medidas Mitigadoras e Potencializadoras

Neste item, apresenta-se a descrição dos impactos por meio de fatores ambientais afetados, bem como as respectivas planilhas de classificação desses impactos, associando-os às ações do empreendimento com suas respectivas fases de ocorrência.

Para cada impacto ambiental potencial negativo identificado, são propostas medidas mitigadoras classificadas quanto ao seu caráter preventivo, corretivo ou compensatório, bem como medidas potencializadoras para os impactos classificados como positivos.

Com relação às Fases do Empreendimento, utilizaram-se, para efeito de avaliação dos impactos, as seguintes etapas e respectivas atividades:

- **Fase de Planejamento**
 - ✓ Realização de Prospecção, Estudos e Projetos.

- **Fase de Implantação/Operação**
 - ✓ Contratação de mão de obra e serviços/ aquisição de insumos e materiais
 - ✓ Aquisição de embarcação tipo draga
 - ✓ Execução da atividade de exploração dos sedimentos
 - ✓ Implantação de Programas de controle e monitoramentos

Conforme apresentado, as fases consideradas contemplam uma série de atividades previstas para serem desenvolvidas ao longo do período considerado em cada uma, conforme o descrito a seguir.

6.3.2.1. Fase de Planejamento

A) REALIZAÇÃO DE PESQUISAS, ESTUDOS E PROJETOS

Representa a primeira atividade considerada no empreendimento, ainda na **Fase de Planejamento**, e faz parte do processo análise da melhor alternativa para validação da escolha da área para implantação do projeto. Esta atividade demanda a circulação de técnicos na área objeto de estudo com finalidades diversas, quer sejam de locação da obra (equipes de topografia), quer sejam com objetivo de conhecimento da região (equipe de técnicos responsáveis pelo EIA).

6.3.2.2. Fase de Implantação/Operação

A) CONTRATAÇÃO DE MÃO DE OBRA E SERVIÇOS/AQUISIÇÃO DE INSUMOS E MATERIAIS

Corresponde à primeira atividade prevista na **Fase de Implantação** do empreendimento.

Para o desenvolvimento das atividades inerentes à instalação da atividade de exploração de sedimentos biodetríticos, haverá a necessidade de contratação de equipe de bordo (tripulação) da balsa/Draga, sendo priorizada a contratação de mão de obra de São Luís, visto que o porto de partida será o de Itaqui, e de serviços que permitam cumprir com os prazos preestabelecidos no cronograma do empreendimento. Juntamente, deverão ser adquiridos insumos e equipamentos próprios para compor o equipamento e suas peças reservas, assim como os gêneros alimentícios para o consumo da tripulação durante o período de navegação entre o Porto x Jazida x Porto, cujo tempo estimado é de 45 dias de viagem por campanha de extração de sedimento e retorno, culminando no descarregamento.

Estima-se que sejam necessários cerca de 25 funcionários para implantação/operação do projeto. As equipes serão divididas por turmas: enquanto uma turma esta embarcada, a outra estará de folga.

Além da estimativa de mão de obra direta para atuar nas obras de implantação/operação, se necessário, outros serviços de apoio fornecidos por terceiros também serão contratados pelo empreendedor (BIOMAR Mineração).

A aquisição desses materiais, equipamentos e serviços pode promover alterações no meio socioeconômico exclusivamente de São Luís, visto que, conforme já informado, o desembarque se

dará no Porto de Itaqui e o beneficiamento em unidade a ser implantada no Distrito Industrial do município. Esses impactos já foram devidamente elencados e analisados nos EIA/RIMA dessas atividades, contando com LP expedida pelo IBAMA.

B) AQUISIÇÃO DE EMBARCAÇÃO TIPO DRAGA

Corresponde à primeira atividade prevista para a **Fase de Implantação** do empreendimento, sendo possível a aquisição de um equipamento já em utilização. Outra opção é a encomenda a algum estaleiro especializado na construção de embarcações da tipologia indicada ao projeto. É possível também a terceirização desta atividade por empresa especializada que atenda às necessidades do projeto, sendo a operação supervisionada e fiscalizada pela BIOMAR Mineração, de forma a atender a todas as especificações da legislação, licenças e autorizações.

C) EXECUÇÃO DA ATIVIDADE DE EXPLOTAÇÃO DOS SEDIMENTOS

A etapa de extração envolve a navegação para a jazida, a exploração do material e o retorno da embarcação ao ponto de descarregamento (Porto de Itaqui). Toda a operação de lavra obedecerá ao disposto na Lei nº 9537/97 (Segurança do tráfego aquaviário em águas sob jurisdição nacional) e Portaria Nº 237/2001 (Normas Reguladoras de Mineração – NRM).

Tendo em vista as características da jazida onde os sedimentos se encontram, a extração e o transporte da matéria-prima serão realizados por meio de draga, conforme já informado, pelo método de sucção. Esta embarcação terá comprimento entre 60 e 80 m e capacidade de carga entre 600 e 900 m³, o que daria cerca de 840 a 1260 toneladas de calcário já seco; com esta carga, pode atingir uma velocidade carregada entre 8 e 10 nós.

A referida 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 e câmaras estanques de flutuação de segurança na popa e proa.

A operação de exploração consistirá na aspiração dos sedimentos de fundo (profundidade média de 18 a 22 m), em uma área precisamente delimitada.

D) DESEMBARQUE E BENEFICIAMENTO DO MATERIAL DRAGADO

A maioria dos impactos apresentados neste item está relacionada à **Fase de Implantação** da Usina de Beneficiamento e foi contemplado em seu licenciamento (incluindo o descarregamento). A título de esclarecimento, o impacto de maior significância é a emissão de particulados atmosféricos em decorrência do processo de transporte do calcário. No meio antrópico, os principais impactos positivos estão relacionados à abertura de vagas no mercado de trabalho e a melhora na arrecadação de tributos pelos entes federativos. A todos os impactos, forma previstas medidas mitigadoras e potencializadoras, relacionadas no EIA/RIMA da atividade.

6.3.3 Descrição dos Impactos por Meio Estudado

6.3.3.1. Meio Físico

Sobre 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 (oleosos, orgânicos e inorgânicos).

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, onde o material ficará armazenado. O estado de agitação do mar e o tipo de material dragado determinarão 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, a aproximadamente 25 milhas da costa e ao longo das faixas de profundidades maiores que 22 m, preservando inteiramente as áreas mais rasas com maior ocorrência de algas calcárias vivas. Esse controle será feito por meio do posicionamento contínuo do navio (sistema GPS integrado com o programa de navegação Hypack 2008).

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

Resumidamente, a grande distância da costa e a profundidade elevada afastam a possibilidade de erosão costeira por modificação das ondas. Dessa forma, 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, sendo pequena, principalmente se compararmos às dimensões da draga, ao pequeno número de pessoal embarcado e às 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 às leis e normas vigentes que regulam o lançamento de óleo e outros poluentes 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.

Tabela 6.3.3.1-1: Planilha de Aspectos e Impactos Ambientais – Meio Físico. Fonte: CICLO, 2020.

	ATIVIDADES PREVISTAS	IMPACTOS POTENCIAIS	TIPO		CATEGORIA		ÁREA DE ABRANGÊNCIA			DURAÇÃO			REVERSIBILIDADE		MAGNITUDE				PRAZO			OBSERVAÇÕES
			Direto	Indireto	Positivo	Negativo	Local	Regional	Estratégico	Temporário	Permanente	Cíclico	Reversível	Irreversível	Fraca	Média	Forte	Variável	Imediato	Médio	Longo	
FASE DE IMPLANTAÇÃO/OPERAÇÃO	EXECUÇÃO DE DRAGAGEM DO MATERIAL	▪ Modificação no Arranjo do Solo	X			X	X				X			X	X				X			
		▪ Alteração da Qualidade de Água Superficial	X			X	X			X			X		X				X			Monitoramento de área dragada e de turbidez.
		▪ Alteração no Ambiente aquático por Descarte Acidental de Resíduos e Efluentes	X			X	X			X			X		X				X			
		▪ Supressão solo subaquático	X			X	X			X				X	X				X			
		▪ Geração de ruídos de motores	X			X	X			X					X	X			X			
	DESEMBARQUE DE MATERIAL DRAGADO	▪ Queda de material juntos ao cais/porto	X			X	X			X			X		X				X			
		▪ Alteração no Ambiente Terrestre por Descarte Acidental de Resíduos e Efluentes	X			X	X			X			X		X				X			

6.3.3.2. Meio Biótico

Sobre o Meio Biótico, foram identificados os seguintes impactos negativos:

- Remoção da comunidade bentônica;
- Alteração da comunidade nectônica e bentônica em função do eventual material em suspensão nas águas da área de extração;
- Alteração da comunidade nectônica em função da diminuição dos recursos alimentares; e
- Aumento da concentração de material particulado e sólidos suspensos na massa de água com interferências na comunidade planctônica.

Também não foram identificados impactos positivos sobre o 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.

Levando em conta 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 e pela colonização dos invertebrados oportunistas.

A taxa de crescimento das algas calcárias é baixa, da ordem de 0,5 a 22 mm/ano; conseqüentemente, não se pode considerar que haja regeneração do material extraído pelo 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 à diminuição da pluma de sedimentos gerada durante a extração do material. Como já descrito, os dutos de retorno da água serão instalados próximos ao ponto de extração e contarão com telas que minimizarão o retorno de partículas finas. Além disso, as dragagens não serão contínuas. Outros aspectos importantes a serem considerados são a mobilidade das comunidades afetadas e a pequena dimensão da área dragada.

Este impacto caracteriza-se por ser de extensão local, temporário e de intensidade variável (pequena), abrangendo a Área de Influência Direta do Meio Biótico.

C) ALTERAÇÃO DA COMUNIDADE NECTÔNICA EM FUNÇÃO DA DIMINUIÇÃO DOS RECURSOS ALIMENTARES

A retirada da comunidade bentônica devido à 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, a baixa diversidade de espécies e a pequena abundância encontrada, além de 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).

D) AUMENTO DA CONCENTRAÇÃO DE MATERIAL PARTICULADO E SÓLIDOS EM SUSPENSÃO NA MASSA D'ÁGUA COM INTERFERÊNCIAS NA COMUNIDADE PLANCTÔNICA

A redução da penetração de luz na coluna d'água causada pelo aumento nos níveis de turbidez também pode ter efeito sobre a produtividade primária. O aumento da turbidez pode levar a depleções/alterações nos períodos de "bloom" das algas ou mudanças na composição das comunidades fitoplanctônicas, ou ainda levar à migração de microorganismos que habitam regiões mais profundas para a zona superficial da coluna d'água (DANKERS, 2002; PHUA *et al.*, 2004).

As mudanças na produtividade primária afetam outras espécies na cadeia trófica, uma vez que os organismos produtores compõem a sua base. Um aumento na concentração de materiais em suspensão pode afetar a eficiência de captura de alimento do zooplâncton, como resultado do aumento de partículas não digestíveis, além da possibilidade de obstrução dos apêndices de alimentação dos organismos (PHUA *et al.*, 2004).

O impacto de situação relativa à rotina operacional (situação normal) é considerado de incidência direta, adverso ao meio ambiente, decorrente da atividade temporária, restrito a Área de Influência Direta da atividade e reversível em curto prazo (severidade desprezível), esperado que ocorra durante a atividade (frequência/probabilidade provável), resultando em significância de risco baixa.

Não se aplicam medidas corretivas e preventivas, somente se recomenda aplicar programa de monitoramento para Comunidades Planctônicas e Bentônicas na AID do empreendimento, bem como em uma área controle a ser designada, a fim de avaliar as possíveis interferências provocadas pela geração de pluma de sedimentos sob essas comunidades. Este monitoramento deve ser executado antes do início da operação das atividades e periodicamente, de forma se avaliarem possíveis impactos.

Tabela 6.3.3.2-1: Planilha de Aspectos e Impactos Ambientais – Meio Biótico. Fonte: CICLO, 2020.

	ATIVIDADES PREVISTAS	IMPACTOS POTENCIAIS	TIPO		CATEGORIA		ÁREA DE ABRANGÊNCIA			DURAÇÃO			REVERSIBILIDADE		MAGNITUDE				PRAZO			OBSERVAÇÕES
			Direto	Indireto	Positivo	Negativo	Local	Regional	Estratégico	Temporário	Permanente	Cíclico	Reversível	Irreversível	Fraca	Média	Forte	Variável	Imediato	Médio	Longo	
FASE DE IMPLANTAÇÃO/OPERAÇÃO	EXECUÇÃO DE DRAGAGEM DO MATERIAL	▪ Alteração da comunidade bentônica	X			X	X			X			X		X				X			• Programa de monitoramento após dragagem
		▪ Alteração da comunidade Planctônica	X			X	X			X			X		X				X			• Programa de monitoramento após dragagem.
		▪ Risco de atropelamento de cetáceos e quelônios durante navegação.	X			X		X		X				X	X				X			• Programa de avistamento de animais e conscientização da equipe de bordo.
		▪ Alteração no Ambiente aquático por Descarte Acidental de Resíduos e Efluentes	X			X	X			X			X		X				X			
FASE DE IMPLANTAÇÃO/OPERAÇÃO	DESEMBARQUE DE MATERIAL DRAGADO	▪ Queda de material juntos ao cais/porto	X			X	X			X			X		X			X				
		▪ Alteração no Ambiente aquático por Descarte Acidental de Resíduos e Efluentes	X			X	X			X			X		X			X				

6.3.3.3. Meio Socioeconômico

Sobre o Meio Socioeconômico, foram identificados os seguintes impactos negativos:

- Riscos de acidentes com a tripulação; e
- Riscos de acidentes com embarcações.

Os impactos positivos são:

- Geração de empregos e de receitas públicas; e
- Vantagens proporcionadas diretamente à produção agrícola e animal.

A) 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.

B) RISCOS DE ACIDENTES COM EMBARCAÇÕES

Acidentes envolvendo embarcações podem ter dimensões desastrosas, especialmente no que tange aos tripulantes e às cargas envolvidas. O tráfego de embarcações na rota de navegação da draga para as áreas de extração e o seu retorno à unidade de beneficiamento aumentam a susceptibilidade de acidentes.

É válido informar que acidentes entre embarcações são muito raros, por conta da legislação de segurança aplicada de uma maneira geral. O procedimento usual é atender às normas da Capitania dos Portos, tornando mais segura a navegação.

O impacto de situação relativa à rotina operacional (situação risco) é considerado de incidência direta, adverso, decorrente da atividade temporária, restrito a Área de Influência Indireta da atividade e reversível em curto prazo (severidade crítica), improvável de ocorrer durante a atividade (frequência/probabilidade improvável), resultando em significância de risco bem baixa.

As medidas preventivas são: i) atender rigorosamente às normas de salvaguarda da Diretoria de Portos e Costas quanto aos Acidentes e Abalroamento no Mar; e ii) implantar o Programa de Segurança na Navegação, mantendo atualizados os sistemas de sinalização e de emergência para atendimento aos episódios acidentais, incluindo o treinamento adequado do pessoal embarcado.

C) GERAÇÃO DE EMPREGOS E DE RECEITAS PÚBLICAS

Nas operações de dragagem, descarregamento do material no Porto de Itaqui, cerca de 31 pessoas estarão alocadas (ressaltando que, no beneficiamento, empregar-se-ão mais 62 pessoas).

O desenvolvimento da atividade também trará como consequência benéfica um ingresso orçamentário, na forma de impostos, tributos e outras contribuições, que incrementará a receita do município envolvido (São Luís). Portanto, esses impactos são positivos, já que envolvem, no caso em estudo, a criação de postos de trabalho e o aumento na arrecadação.

D) VANTAGENS PROPORCIONADAS DIRETAMENTE 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, a melhora da sanidade vegetal, o aumento da resistência ao ataque de pragas e 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, na sanidade e no ganho de peso. Este impacto é indireto, positivo, permanente, de grande intensidade e extensão regional, uma vez que atingirá diversos estados.

Tabela 6.3.3.3-1: Planilha de Aspectos e Impactos Ambientais – Meio Socioeconômico. Fonte: CICLO, 2020.

FASES	ATIVIDADES PREVISTAS	IMPACTOS POTENCIAIS	TIPO		CATEGORIA		ÁREA DE ABRANGÊNCIA			DURAÇÃO			REVERSIBILIDADE		MAGNITUDE				PRAZO			OBSERVAÇÕES
			Direto	Indireto	Positivo	Negativo	Local	Regional	Estratégico	Temporário	Permanente	Cíclico	Reversível	Irreversível	Fraca	Média	Forte	Variável	Imediato	Médio	Longo	
FASE DE PLANEJAMENTO	REALIZAÇÃO DE ESTUDOS E PROJETOS	▪ Geração de Expectativa na População	X		X	X		X			X			X				X			<ul style="list-style-type: none"> • Positivo pelas expectativas de geração emprego • Negativo por conta de potenciais impacto ambientais 	
		▪ Geração/ Manutenção de Empregos e Renda	X		X		X	X		X		X		X				X				
FASE DE IMPLANTAÇÃO/OPERAÇÃO	CONTRATAÇÃO DE MÃE-DE-OBRA E SERVIÇOS/ AQUISIÇÃO DE INSUMOS EQUIPAMENTOS E MATERIAIS	▪ Geração de Tributos	X	X	X			X		X		X		X			X	X	X		<ul style="list-style-type: none"> • Direto pelos impostos diretos • Indireto pelos impostos gerados indiretamente 	
		▪ Risco de Acidentes	X			X		X		X		X					X	X				
		▪ Geração de Tributos	X	X	X			X		X		X		X				X	X	X		<ul style="list-style-type: none"> • Direto pelos impostos diretos • Indireto pelos impostos gerados indiretamente
	DISPONIBILIDADE E COMERCIALIZAÇÃO DO MATERIAL DRAGADO	▪ Aumento da Oferta do produto para a Área Industrial	X		X			X	X		X			X		X			X	X		
		▪ Risco de Acidentes	X			X		X		X		X					X	X				
	OPERAÇÃO DA DRAGA	▪ Risco de Acidentes	X			X		X		X		X					X	X				
	DESEMBARQUE DE MATERIAL DRAGADO	▪ Risco de Acidentes	X			X		X		X		X					X	X				

6.3.3.4. Resumo dos Impactos

A matriz a seguir demonstra que, na Área de Influência Direta, ocorre predominância de impactos negativos (12), sendo todos nos Meios Físico e Biótico. No Meio Socioeconômico, os 5 impactos são positivos, 3 negativos e 1 positivo/negativo simultaneamente, sendo que 2 diretos e indiretos.

A maioria dos impactos apresentados está relacionada à 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 e plantônica, em decorrência da extração. Este impacto pode ainda atingir a comunidade nectônica, que se alimenta de bentos de fundo, apesar da sua baixa diversidade e pouca abundância considerando as AID e AII.

No Meio Socioeconômico, os principais impactos positivos estão relacionados a abertura de vagas no mercado de trabalho e a melhora na qualidade da produção agropecuária, além da geração de impostos, renda e tributos.

Sempre que possível, foram previstas medidas mitigadoras para os impactos negativos, sendo o monitoramento local a mais importante, pois, por meio dele, serão coletados dados capazes de adequar o manejo da atividade.

Tabela 6.3.3.4-1: Matriz Geral de Impactos Ambientais. Fonte: CICLO, 2020.

Meio	Impacto	Atributos				Mensuração			Medidas Mitigadoras		Grau de Relevância
		Natureza	Ocorrência			Forma de Interferência	Duração	Magnitude	Descrição	Grau de Resolução	
			Problema	Prazo	Espacial						
Físico	Diminuição da transparência da água	-	P	C	D	O	T	Pequena	Evitar dragagem em períodos de turbulência excessiva do mar	M	B
	Alteração do relevo submarino	-	P	M	L	O	T	Pequena	Rodízio nas áreas de extração período de exploração a área		P
	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
	Alteração da comunidade nectônica, plantônica 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
	Alteração da comunidade nectônica em função da diminuição dos recursos alimentares	-	C	C	L	O	T	Pequena	Rodízio nas áreas de extração.	A	M
Antrópico	Riscos de acidentes com a tripulação e outras embarcações	-	P	C	D	O	T	Pequena	Adoção das medidas de segurança dos trabalhadores conforme Normas de Navegação Costeira	A	B
	Geração de empregos	+	C	L	L	A	T	Pequena	Positivo	B	M
	Geração de receita pública	+	C	L	L	A	T	Pequena	Positivo	B	B
	Vantagens proporcionadas à produção agrícola e animal	+	C	L	D	O	T	Pequena		B	A

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 (T)	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)

6.4. PROGRAMAS AMBIENTAIS

6.4.1. Introdução

O presente capítulo deste Estudo detalha os programas de prevenção, monitoramento, mitigação e recuperação do meio ambiente relacionados no Estudo de Impacto Ambiental (EIA) referente à extração de sedimento biodetrítico marinho na plataforma continental do município Tutóia/MA.

Assim sendo, este item busca:

- Consolidar as informações e as análises ambientais geradas no diagnóstico ambiental e na análise de impactos traduzindo em formato executivo de programas ambientais;
- Projetar devidamente as medidas de proteção ambiental;
- Detalhar, em caráter executivo, as medidas de monitoramento; e
- Definir as ações necessárias para preservar a qualidade ambiental e o bem-estar das pessoas e comunidades envolvidas.

Ressalta-se aqui o caráter executivo deste item do estudo, pois o preceito básico da equipe de desenvolvimento foi torná-lo prático e efetivo, de forma a facilitar não somente sua execução, mas também sua auditoria e fiscalização por parte do IBAMA.

6.4.2. Objetivos

Os Planos e Programas Ambientais tem como objetivo detalhar e sistematizar a implementação das ações de controle e de monitoramento definidas nos estudos que embasaram a viabilidade ambiental do empreendimento. Assim, pretende-se:

- Estabelecer as diretrizes técnico-gerenciais que visem garantir a implementação das ações propostas nos programas propostos;
- Definir cronogramas, metas, equipes técnicas e indicadores (quando aplicáveis) necessários à fiel execução e acompanhamento dos programas;
- Estabelecer procedimentos ambientais eficientes, com vistas a atingir o padrão de desempenho ambiental desejado nas fases de implantação/operação do empreendimento, visto que, no caso específico deste projeto, ambas as fases se confundem e complementam.

Conforme entendimento da equipe técnica encarregada da elaboração deste EIA, foram detalhados e consolidados os seguintes Programas, aplicáveis ao processo de exploração de sedimentos e seu transporte até o Porto de Itaqui (São Luís/MA):

PROGRAMAS APLICÁVEIS À ATIVIDADE DE EXPLORAÇÃO

- Programa de Gestão Ambiental – PGA;
- Programa de Comunicação Social;
- Programa de Educação Ambiental dos Trabalhadores – PEAT;
- Plano de Ação de Emergências Ambientais – PAE – em Ambiente Marinho;
- Programa de Monitoramento da Qualidade da Água e da Dispersão da Pluma de Sólidos em Suspensão;
- Programa de Monitoramento do Meio Biótico (Ictiofauna, bentos e Plânctons);
- Programa de delimitação a área de dragagem.

PROGRAMAS APLICÁVEIS À ATIVIDADE DE TRANSPORTE E ROTA DE NAVEGAÇÃO

- Programa de Monitoramento de Ocorrência e Avistamento de Mamíferos Marinhos e Quelônios na Área de Extração e na Rota de Navegação da Draga Autotransportadora;
- Programa de Controle a Emergências e vazamento de produtos oleosos no mar (PCE).

6.4 2.1. PROGRAMA DE GESTÃO AMBIENTAL – PGA

DESCRIÇÃO DA MEDIDA

Este programa visa à gestão dos aspectos ambientais decorrentes das atividades de extração de sedimentos biodetríticos marinhos e contempla o Programa de Gerenciamento de Resíduos Sólidos, o Programa de Gerenciamento de Efluentes e o Programa de Educação Ambiental, apresentados a seguir.

META

- Estabelecer sistema de controle e gerenciamento ambiental integrado;
- Sistematizar e acompanhar o desempenho e a eficácia dos Programas contemplados.

RECURSOS NECESSÁRIOS:

- 01 Coordenador Técnico com especialização em Gestão Ambiental;
- Todos os recursos necessários a execução dos programas contemplados.

INSTITUIÇÕES ENVOLVIDAS:

- BIOMAR Mineração;
- Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis.

CRONOGRAMA

Este programa deve ser implementado quando do início das operações e mantido e atualizado durante todo o período de operação.

6.4.2.2. PROGRAMA DE COMUNICAÇÃO SOCIAL

DESCRIÇÃO DA MEDIDA

Recomenda-se a implantação do Programa de Comunicação Social com vistas a manter informadas as federações de pescadores, colônias de pescadores, associações, cooperativas e demais partes interessadas sobre a atividade, acerca da localização da área de extração, período de execução e embarcações e equipamentos utilizados, esclarecendo as dúvidas e questionamentos.

META

- Alertar as comunidades pesqueiras e partes interessadas quanto às atividades a serem realizadas pela BIOMAR Mineração;
- Criar um canal de comunicação direta entre a sociedade e a BIOMAR.

RECURSOS NECESSÁRIOS

- 01 data show;
- 01 Kit de material para palestras (caneta, lápis, bloco de papel...);
- 01 Palestrante (Engenheiro, Biólogo, Oceanógrafo, Tecnólogo em Saneamento Ambiental, Administrador, entre outros);
- 01 Responsável Técnico pelo empreendimento.

INSTITUIÇÕES ENVOLVIDAS

- BIOMAR Mineração;
- Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis;
- Associações, colônias de pescadores, cooperativas de pescadores e demais partes interessadas.

CRONOGRAMA

Realização de eventos no município de Tutoia durante toda a realização da atividade. Inicialmente, deverão ocorrer palestras antes do início da atividade, com vistas a informar a comunidade impactada acerca da atividade proposta pela empresa. Posteriormente (Fase de Operação), serão realizados eventos, junto ao município, durante o primeiro trimestre, onde deverá ser apresentada a projeção de exploração para o referido ano.

6.5.2.3. PROGRAMA DE EDUCAÇÃO AMBIENTAL PARA TRABALHADORES (PEAT)

DESCRIÇÃO DA MEDIDA

Recomenda-se, anualmente, a realização de palestras e treinamentos de educação ambiental para trabalhadores, enfocando os principais aspectos e impactos ambientais advindos das atividades de exploração dos sedimentos biodetríticos marinhos.

META

- Treinar os trabalhadores acerca dos procedimentos a serem adotados quanto ao gerenciamento dos efluentes e resíduos sólidos gerados com a atividade;
- Estabelecer um canal de comunicação entre o setor operacional e gerencial da empresa.

RECURSOS NECESSÁRIOS

- 01 data show;
- 01 Kit de material para treinamento (caneta, lápis, bloco de papel, Flipchart);
- 01 Instrutor (Engenheiro, Biólogo, Oceanógrafo, Tecnólogo em Saneamento Ambiental, Técnico em Meio Ambiente, entre outros);
- 01 Responsável Técnico (Engenheiro, Biólogo, Oceanógrafo, Tecnólogo em Saneamento Ambiental, entre outros).

INSTITUIÇÕES ENVOLVIDAS

- BIOMAR Mineração;
- Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis.

CRONOGRAMA

Realização de eventos anuais envolvendo 100% do efetivo durante toda a etapa da implantação/operação.

6.5.2.4. PROGRAMA DE DELIMITAÇÃO A ÁREA DE DRAGAGEM

DESCRIÇÃO DA MEDIDA

Esta medida visa à delimitação de áreas de exclusão da exploração, de forma a contribuir com a preservação de áreas sensíveis ou de preservação adjacentes ao empreendimento. É importante ressaltar que a draga a ser utilizada deverá ser dotada de GPS, de forma a garantir que as áreas de exclusão não sejam dragadas.

META

- Realizar a atividade apenas nas áreas pré-definidas.
- Contribuir com a preservação ambiental das áreas sensíveis adjacentes ao empreendimento.

RECURSOS NECESSÁRIOS:

- 01 Mapa (ou imagem aérea) georreferenciado da área de exploração;
- 01 Mapa (ou imagem aérea) georreferenciado das Unidades de Conservação e/ou Área de Preservação Marinha;
- 01 Responsável Técnico (Engenheiro, Topógrafo, Geodesta, Oceanógrafo, Téc. em Geomática, entre outros).

INSTITUIÇÕES ENVOLVIDAS:

- BIOMAR Mineração;
- Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis.

CRONOGRAMA

Inicia-se juntamente com as operações.

6.5.2.5. PROGRAMA DE MONITORAMENTO DAS COMUNIDADES PLANCTÔNICAS E BENTÔNICAS NAS ÁREAS DE EXTRAÇÃO

DESCRIÇÃO DA MEDIDA

O programa de monitoramento das comunidades planctônicas e bentônicas nas áreas de extração deverá ser realizado em 6 estações de amostragem, conforme posicionamento da malha amostral apresentada no diagnóstico ambiental do estudo. Deverão ser realizadas duas campanhas (período seco - dezembro a fevereiro e chuvoso - maio a agosto). O monitoramento do plâncton deverá ser feito mediante redes específicas para a captura de fitoplâncton (60µm), zooplâncton (120µm) e ictioplâncton (300µm e 500µm). Os arrastos de fitoplâncton e ictioplâncton deverão ser realizados à superfície. Os arrastos de zooplâncton deverão ser verticais, integrando toda a coluna de água. As redes deverão ser equipadas com fluxômetro para a estimativa do volume filtrado. A identificação dos organismos e algas deverá ser feita por biólogos especialistas. Os dados das amostras deverão ser utilizados para estimar as densidades de organismos, mensurar a sua diversidade (Índices de Shannon, Simpson e Pielou) e verificar a ocorrência e distribuição de espécies de interesse comercial e/ou formadoras de florações tóxicas (fitoplâncton). Deverá ser realizada análise de similaridade entre os diversos pontos de amostragem mediante o método de Cluster.

O programa de monitoramento dos bentos tem como objetivo mensurar as taxas de recolonização das áreas de fundos inconsolidados que passaram pelo impacto da extração de sedimentos biodetríticos. Deverá ser de longo prazo, visando estabelecer o tempo de recuperação do ambiente em relação a este impacto.

A malha de amostragem a ser utilizada será a mesma utilizada no programa de monitoramento das comunidades planctônicas. O monitoramento dos bentos deverá ser realizado em intervalos semestrais, com campanhas alternadas nos períodos seco (maio a agosto) e chuvoso (dezembro a março). O objetivo do programa será a identificação de diferenças indicativas de possíveis impactos entre as comunidades registradas nas campanhas realizadas no diagnóstico ambiental deste estudo com os dados obtidos durante o programa de monitoramento.

O zoobentos de fundo inconsolidado deverá ser estudado mediante amostragem quantitativa com draga de Van Veen, sendo que 3 réplicas devem ser obtidas em cada estação de amostragem. Após a obtenção dos dados, serão calculados as abundâncias e os índices de diversidade de Shannon

(SHANNON & WEAVER, 1963), a Equitabilidade e o índice de riqueza de (MARGALEF, 1983). A análise de variância (ANOVA) será o teste estatístico empregado para comparação dos resultados (ZAR, 1984). Em cada campanha deverá ser feita uma análise multivariada com os métodos Cluster para verificar a condição de recuperação da biota bentônica após a dragagem.

META

- Avaliar possíveis alterações na comunidade bentônica;
- Avaliar possíveis alterações na comunidade planctônica.

RECURSOS NECESSÁRIOS

- 01 Embarcação dotada de Sistema de Posicionamento Dinâmico;
- 03 redes para captura de plâncton (Fito, Zôo e Ictio);
- 01 Draga tipo Van Veen;
- 2 Técnicos;
- 02 Auxiliares de campo;
- 01 Responsável Técnico (Oceanógrafo, Biólogo, Engenheiro, entre outros).

INSTITUIÇÕES ENVOLVIDAS

- BIOMAR Mineração;
- Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis.

CRONOGRAMA

Realização de campanhas semestrais (período seco e úmido) durante toda a etapa da operação.

6.5.2.6. PROGRAMA DE MONITORAMENTO DOS NÍVEIS DA QUALIDADE DE ÁGUA NAS ÁREAS DE EXTRAÇÃO

DESCRIÇÃO DA MEDIDA

A análise dos parâmetros físico-químicos aferidos in situ deverá ser realizada com auxílio de uma Sonda Multiparâmetro, a qual irá aferir os dados de temperatura, salinidade, condutividade, pH, concentração de oxigênio dissolvido e turbidez. As medições serão realizadas em cada estação de amostragem, a 0,5m da superfície e a 0,5m do fundo, com exceção do parâmetro turbidez que deverá ser avaliado em três profundidades (superfície, meio e fundo). A transparência da água será medida utilizando-se o método do Disco de Secchi.

Para a coleta das amostras de água, será utilizada uma garrafa de Niskin em duas profundidades, superfície e fundo, conforme sistemática descrita anteriormente. Serão realizadas as seguintes análises nas amostras coletadas: total de sólidos em suspensão, nitrito, nitrato, amônia, nitrogênio orgânico dissolvido, fosfato, pigmentos (clorofila a). Após a coleta da água, as amostras serão vedadas, devidamente etiquetadas e assinaladas o código da amostra e a estação. Em seguida as amostras serão armazenadas a 4º C, dentro da embarcação, até o momento do desembarque, quando serão encaminhadas ao laboratório para análise.

Os laudos das análises físico-químicas e microbiológicas serão assinados pelo responsável técnico, apresentando ainda as seguintes informações: Método de análise, unidade dos parâmetros avaliados, limites de detecção, dados de recuperação e dados de controle de qualidade.

Além da devida sistemática de tratamento de dados, os parâmetros de qualidade de água analisados serão confrontados com os limites preconizados pela Resolução CONAMA Nº 357 de 17 de março de 2005, a qual 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”.

Deverá ser estabelecida uma malha de amostragem de 4 (quatro) estações, sendo três localizadas fora da área de influência direta (uma estação alocada ao norte das jazidas e uma estação localizada ao sul das jazidas e uma central) e 01 estação fora do polígono das jazidas onde será realizada a atividade de extração de Sedimento Biodetrítico Marinho. Nessas estações deverão ser mensurados

os níveis de turbidez e sólidos suspensos, em três profundidades. As campanhas deverão ser realizadas com frequência trimestral, durante os dois primeiros anos de operação. Essas campanhas serão realizadas nos meses em que ocorrer operação efetiva do empreendimento. Posteriormente essa frequência poderá ser revisada e ocorrer concomitantemente com a campanha de monitoramento do meio biótico, a depender dos resultados obtidos. A turbidez deverá ser mensurada no campo. Os sólidos suspensos deverão ser determinados segundo APHA/AWWA/WEF, 1998. Os dados de turbidez deverão ser comparados com a Classe 1 (águas salinas) da Resolução CONAMA 357/05.

META

- Avaliar a alteração da qualidade das águas decorrente da geração de pluma de sedimentos (turbidez gerada pelo overflow da draga) e possíveis derrames de derivados de petróleo da embarcação utilizada na dragagem;
- Avaliar a redução das taxas de sobrevivência de organismos planctônicos;
- Avaliar a interferência da atividade com a pesca.

RECURSOS NECESSÁRIOS

- 01 Embarcação dotada de Sistema de Posicionamento Dinâmico;
- 01 Garrafa de Niskin/Van-dor;
- 01 Disco de Secchi;
- 01 Sonda Multiparâmetro;
- 01 Técnico de campo;
- 01 Auxiliares de campo;
- 01 Responsável Técnico (Oceanógrafo, Biólogo, Engenheiro, entre outros).

INSTITUIÇÕES ENVOLVIDAS

- BIOMAR Mineração;
- Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis.

CRONOGRAMA

Realização de campanhas semestrais durante os dois primeiros anos de operação. Posteriormente, essa frequência poderá ser revisada, a depender dos resultados obtidos. O monitoramento deverá ocorrer durante toda a fase de operação do empreendimento.

6.5.2.7. PROGRAMA DE SEGURANÇA NA NAVEGAÇÃO

DESCRIÇÃO DA MEDIDA

As atividades de extração de sedimentos biodetríticos deverão atender rigorosamente as normas de salvaguarda da Diretoria de Portos e Costas quanto a Acidentes e Abalroamento no Mar. Manter rigorosamente atualizado os sistemas de sinalização e de emergência para atendimento a episódios de cenários acidentais, incluindo o treinamento adequado do pessoal embarcado.

META

- Reduzir os riscos de acidentes com embarcações.

RECURSOS NECESSÁRIOS

- 01 data show;
- 01 Kit de material para palestras (caneta, lápis, bloco de papel);
- 01 Kit de Sinalização e de emergência para atendimento a episódios e cenários acidentais;
- 01 Palestrante (Engenheiro, Biólogo, Oceanógrafo, Tecnólogo em Saneamento Ambiental, Administrador, entre outros).

INSTITUIÇÕES ENVOLVIDAS

- BIOMAR Mineração.

CRONOGRAMA

Durante toda a etapa de operação será realizada manutenção periódica nos equipamentos de sinalização e de emergência para atendimento a episódios e cenários acidentais, conforme indicações do fabricante, além de treinamentos e palestras anuais para atualização e reciclagem do pessoal embarcado.

6.5.2.8. PROGRAMA DE ADOÇÃO DE DESCARTE DE FINOS E AREIA NO FUNDO

DESCRIÇÃO DA MEDIDA

Esta medida consiste no desenvolvimento de uma metodologia de descarte que conduz tanto a água e finos gerados na dragagem como os sedimentos com granulometria inferior à 2mm para o fundo, logo após a passagem da boca de dragagem por sobre o fundo. A sua concepção visou à redução da extensão da camada de deposição, bem como minimizar o espalhamento de plumas de sedimentos associados a esses descartes. Essa metodologia foi apresentada na Caracterização do Empreendimento (Cap. 3) do presente estudo.

META

- Reduzir o espalhamento da pluma de sedimentos associadas ao descarte do overflow da draga.

RECURSOS NECESSÁRIOS

- 03 Auxiliares;
- 01 Soldador;
- 01 Responsável Técnico (Engenheiro Civil, Engenheiro Eletricista, Engenheiro de Produção, Engenheiro Mecânico, entre outros).

INSTITUIÇÕES ENVOLVIDAS

- BIOMAR Mineração;
- Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis;

CRONOGRAMA

Deverá ser realizada a proposta de modificação na draga durante o primeiro ano de operação. A proposta será apresentada para o IBAMA para avaliação e aprovação.

6.5.2.9. PROGRAMA DE PRIORIZAÇÃO DE CONTRATAÇÃO DE MÃO-DE-OBRA

DESCRIÇÃO DA MEDIDA

Para potencializar os efeitos sociais da geração de empregos, o empreendedor deverá buscar a absorção de mão-de-obra local, tanto na fase inicial, quando empresas terceirizadas conduzirem o processo de implantação do empreendimento, quanto na fase de operação, a ser conduzida com equipe própria da empresa.

Recomenda-se a seleção e recrutamento de pessoal local (São Luiz), o qual poderá ser qualificado para ocupar as funções necessárias.

Para os Programas Ambientais, serão utilizados profissionais graduados em Biologia, Oceanografia e/ou Eng. de Pesca, com habilitação reconhecida pelo órgão representativo de classe competente, quando couber.

META

- Aumento da geração de empregos temporários;
- Aumento da geração de empregos permanentes.

RECURSOS NECESSÁRIOS

- 01 Responsável técnico em realizar a seleção.

INSTITUIÇÕES ENVOLVIDAS

- BIOMAR Mineração;
- Sistema Nacional de Empregos do Estado do Maranhão (SINE/MA).

CRONOGRAMA

Deverão ser realizados eventos de recrutamento de pessoal antes do início da atividade de dragagem.

CAPÍTULO 7



*Praia do Amor
Tutóia/MA, 2018*

7. CONCLUSÕES

O presente estudo ambiental buscou realizar uma análise integrada de todos os aspectos do empreendimento que trata da exploração de calcário marinho (sedimentos biodetríticos – lithothamnium), a cerca de 25 milhas náuticas do município de Tutóia, na plataforma continental no estado do Maranhão – processos ANM nº 806.698/2010 e nº 806.701/2010, da BIOMAR Mineração. Focado na etapa de extração, visto que as etapas de descarregamento e beneficiamento já forma objetos de licenciamento anterior (LP 541/2017) pelo IBAMA, o EIA baseou-se um amplo e aprofundado levantamento de dados primários e secundários, do ponto de vista social, técnico e ambiental das implicações da implantação e operação da atividade.

Os trabalhos foram elaborados por uma equipe multidisciplinar que, juntamente com o empreendedor, são responsáveis pelas informações apresentadas e se sujeitam às sanções administrativas, civis e penais, conforme Art. 69-A da Lei nº 9.605/98 e do Art. 82 do Decreto nº 6.514/08 e alterações, que estabelecem sanções para aqueles que elaborarem ou apresentarem, no licenciamento ambiental, estudo, laudo ou relatório ambiental total ou parcialmente falso ou enganoso, inclusive por omissão.

O estudo teve como premissa atender integralmente ao Termo de Referência - TR do IBAMA (Processo nº 02001.128439/2017-78) e à Especificação Técnica do empreendedor. Para tanto, foram analisadas as características técnicas do novo projeto e elaborados diagnósticos temáticos para os Meios Físico, Biótico e Socioeconômico para as Áreas de Influência Direta e Indireta do empreendimento.

É necessário ressaltar que a região onde se pretende implantar o empreendimento já é alvo de exploração deste material por outra empresa, atividade devidamente licenciada pelo IBAMA. Até onde se verificou, por meio da análise das 200 entrevistas realizadas e das demais análises de dados executadas, não há registros de impactos negativos nas principais atividades econômicas envolvidas: a pesca artesanal e o turismo.

Quanto aos aspectos geológicos e geomorfológicos, também não serão afetados pela implantação e operação do empreendimento, assim como os perfis de praia e as características da água dentro das AID e AII, dadas a distância da costa e as próprias características da atividade.

Em relação aos recursos oceanográficos, os impactos potenciais decorrentes do empreendimento serão muito pouco significativos. Ainda assim, serão implantadas medidas mitigadoras, em especial, o monitoramento das plumas e da qualidade das águas na área da jazida a ser dragada, assim como sua rotatividade.

Em relação à fauna marinha, destacamos que, nas AID e AII, não foram identificadas espécies ameaçadas de extinção e, também, que não são locais de alimentação, desova ou reprodução de qualquer das espécies de fauna marinha verificadas.

As únicas espécies que irão sofrer algum tipo de impacto e, ainda assim, temporário e reversível, são os bentos (fundo) e plânctons (meio fauna), durante a dragagem. As medidas mitigadoras e programas de monitoramento e controle sugeridos neste estudo deverão reduzir esses impactos.

A relevância do empreendimento, no ponto de vista social e econômico, consiste dos benefícios econômicos indiretos, principalmente, devido à potencialização da produtividade de culturas agrícolas e da pecuária. Além do fato de que as características físicas e químicas do calcário de algas tornam o produto muito mais valioso comparativamente ao calcário continental (mármore).

A BIOMAR Mineração, dentro da sua política de responsabilidade social, garante que os impactos decorrentes da implantação/operação da atividade de exploração de calcário marinho serão mitigados ou compensados, de modo que o meio ambiente e o empreendimento convivam de forma sustentável.

Deste modo, a partir das informações contidas no diagnóstico ambiental associadas à identificação e análise de impactos ambientais, medidas mitigadoras e Programas decorrentes da implantação/operação da atividade, foi possível concluir pela sua viabilidade ambiental.

CAPÍTULO 8



*Dunas
Tutóia/MA, 2018*

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABSALÃO, R. S.; MOREIRA, J.; TRONCOSO, J. S. **Common Environmental Descriptors Of Two Benthic Amphi-Atlantic Mollusc Assemblages**. Brasil. J Oceanogr., v. 54, p. 65-73, 2006.

ACQUAMAR. **Projeto Calcário Marinho: Plataforma Continental do Maranhão**. 2008. In ANM (AGÊNCIA NACIONAL DE MINERAÇÃO). **O Aproveitamento de granulados bioclásticos marinhos como alternativa para a indústria de fertilizantes no Brasil - Relatório Final**. Brasília: ANM, 2020.

ALMEIDA, Z. S.; CASTRO, A. C. L.; PAZ, A. C.; RIBEIRO, D.; BARBOSA, N.; RAMOS, T. **Diagnóstico da Pesca Artesanal no Litoral do Estado do Maranhão**. São Luís, 2006.

ALMEIDA, Z. S.; FONSECA-GENEVOIS, V. **Análise quali-quantitativo da meiofauna na região de Itapissuma-PE**. Pesquisa em Foco, v. 7, n. 9, p.115-137, 1999.

ALMEIDA, ZAFIRA DA S. DE *et al.* **Aspectos socioeconômicos e conflitos socioambientais relacionados à pesca no município de Tutóia**. In ALMEIDA, ZAFIRA DA S. *et al* (orgs.). **Recursos Pesqueiros e Pesca Artesanal no Maranhão**. São Luís/MA: Editora UEMA, 2016.

ALMEIDA, ZAFIRA DA S. DE. **Os recursos pesqueiros marinhos e estuarinos do Maranhão: biologia, tecnologia socioeconomia, estado de arte e manejo**. Tese (Doutorado) – Universidade Federal do Pará, Museu Paraense Emílio Goeldi, Curso em Zoologia. Belém, 2008.

ALVES, G.; DALBEN, A.; HANAZAKI, N. **Gênero Diopatra: dados etnobiológicos da baía da Ilha de Santa Catarina**. Ecologia de Campo na Lagoa do Peri, p. 181, 2010.

AMARAL, A. C. Z. **Ecologia e contribuição dos anelídeos poliquetos para a biomassa bêntica da zona das marés, no litoral norte do Estado de São Paulo**. Bol. Inst. Oceanogr., p. 01-52, 1979.

AMARAL A. C. Z.; JABLONSKI, S. **Conservação da biodiversidade marinha e costeira no Brasil**. Megadiversidade, v.1, p. 43-51, 2005.

AMARAL, A. C. Z.; MORGADO, E. H.; SALVADOR, L. B. **Poliquetas bioindicadores de poluição orgânica em praias paulistas**. Rev. Brasil. Biol.,58(2):307-316, 1998.

AMARAL, A. C. Z.; ROSSI-WONGTSCHOWSKI, C. L. D. B. **Biodiversidade bentônica da região sudeste-sul do Brasil, plataforma externa e talude superior**. São Paulo: Instituto Oceanográfico da USP (Série Documentos Revizee – Score Sul), 2004.

AMARAL, C. A. B. **Depósitos Carbonáticos**. 1979. In ANM (AGÊNCIA NACIONAL DE MINERAÇÃO). **O Aproveitamento de granulados bioclásticos marinhos como alternativa para a indústria de fertilizantes no Brasil - Relatório Final**. Brasília: ANM, 2020.

ANA (AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS). **Atlas esgotos: despoluição de bacias hidrográficas**. Brasília: ANA, 2017.

_____. **RELATÓRIO DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO MUNICIPAL – Tutóia/MA. Atlas esgotos: despoluição de bacias hidrográficas. 2017.** Disponível em

http://portal1.snirh.gov.br/arquivos/Atlas_Esgoto/Maranh%C3%A3o/Relatorio_Geral/Tut%C3%B3ria.pdf. Acesso em 20/02/2019.

ANAC (AGÊNCIA NACIONAL DE AVIAÇÃO CIVIL). **Lista de Aeródromos Públicos**. Disponível em <https://www.anac.gov.br/assuntos/setor-regulado/aerodromos/cadastro-de-aerodromos/aerodromos-cadastrados/aerodromospublicos-12.xls/view>. Acesso em 20/01/2020.

ANM (AGÊNCIA NACIONAL DE MINERAÇÃO). **O Aproveitamento de granulados bioclásticos marinhos como alternativa para a indústria de fertilizantes no Brasil - Relatório Final**. Brasília: ANM, 2020.

APOIO (APOIO ENGENHARIA E MINERAÇÃO). **Estudo de Impacto Ambiental da Exploração de Sedimento Biodetrítico Marinho na Plataforma Continental em Cururupu - MA**. São Luís/Brasília, 2014.

_____. **Relatório Final Integrado de Pesquisa**. São Luís, 2013.

ARAGÃO, José A. N. *et al.* **Análise da Consistência Estatística do Programa de Coleta de Dados de Desembarque de Pescado - ESTATPESCA, executado pelo IBAMA no Nordeste do Brasil**. In Boletim Técnico Científico - Volume 13b - Nº 6 - Ano 2010.

ARAÚJO, C. V.; ROSA, D. M.; FERNANDES, J.M.; RIPOLI, L. V.; KROHLING, W. **Composição e estrutura da comunidade de peixes de uma praia arenosa da Ilha do Frade, Vitória, Espírito Santo**. Iheringia, Sér. Zoologia, v.98, 2008.

ARAÚJO, RIANA J. DA R. **O Nordeste Turístico e a Rota das Emoções na Integração de Destinos do Ceará, Piauí e Maranhão**. Dissertação (mestrado) – Universidade Estadual do Ceará, Centro de Estudos Sociais Aplicados, Mestrado Profissional em Gestão de Negócios Turísticos. Fortaleza, 2017.

ATILLA, N. *et al.* **Abundance and colonization potential of artificial hard substrate associated meiofauna**. J. Exp. Mar. Biol. Ecol., v. 287, p. 273–287, 2003.

AZEVEDO, J. W. J; CASTRO, A. C. L; PORTO, H. L. R; LIMA, P. R. S. **Size and age at first maturity of the crucifix sea catfish, *Sciades proops* (Valenciennes, 1840) (Siluriformes: Ariidae), caught off western Maranhão state, Brazil**. Arq. Ciên. Mar; 43(2): 96 – 102, 2010.

BARROS, F.; BORZONE, C. A.; ROSSO, S. **Macroinfauna of six beaches near Guaratuba bay, southern Brazil**. Brazilian Archives of Biology and Technology, 44(4): 351–364, 2001.

BAYER, D. M.; BAYER, F. M. **Previsão da umidade relativa do ar de Brasília por meio do modelo beta autorregressivo de médias móveis**. Rev. bras. meteorol., São Paulo, v. 30, n. 3, p. 319-326, Set., 2015.

BEARDSLEY, R. C. *et al.* **The M2 tide on the Amazon shelf**. Journal of Geophysical Research, v. 100, n. C2, p. 2283-2319. 1995.

BEGON, M.; HARPER, J. L.; TOWNSEND, C. R. **Ecology: From individuals to ecosystems**. 4^o ed. Oxford: Blackwell Publishing, 2006.

BEZERRA, T. N. C.; GENEVOIS, B.; FONSÊCA-GENEVOIS, V. G. **Influência da granulometria na distribuição e adaptação da meiofauna na praia arenosa do istmo de Olinda-PE.** Oecol. Brasiliensis, v.3, p. 107 – 116, 1997.

BIOMAR, DPG CONSULTORIA. **Estudo de Impacto Ambiental da Exploração de Sedimento Biodetrítico Marinho na Plataforma Continental em Cururupu-MA.** São Luís/Brasília, 2014.

BIOMAR. **PLANO DE APROVEITAMENTO ECONÔMICO – PAE.** São Luís, 2020.

BIOMAR; DPG CONSULTORIA. **Estudo de Impacto Ambiental referente à instalação e operação da unidade de beneficiamento do calcário marinho na área do Distrito Industrial em São Luís - MA.** São Luís, 2016.

BMA. **Estudo de Impacto Ambiental da Extração de Sedimentos Biodetríticos Marinhos na Plataforma Continental do Estado do Maranhão – MA – Empresa DRAGAMAR.** 2007.

BOFFI, A. V. **Moluscos brasileiros de interesse médico e econômico.** São Paulo, Hucitec, 1979.

BORZONE, C. A.; SOUZA, J. R. B. **Estrutura da macrofauna bentônica no supra, meso e infralitoral de uma praia arenosa do sul do Brasil.** Oecologia Brasiliensis, 3:197-212, 1997.

BORZONE, C. A.; SOUZA, J. R. B.; SOARES, A. G. **Morphodynamic influence on the structure of inter and subtidal macrofaunal communities of subtropical sandy beaches.** Revista Chilena de Historia Natural, 69: 565-577, 1996.

BOURLÈS B.; MOLINARI R. L.; JOHNS E.; WILSON W.D.; LEAMAN K.D. **Upper layer currents in the western tropical north Atlantic (1989-1991).** J. Geophys. Res., 104: 1361-1375. 1999.

BRASIL. **Lei Nº.11.959/2009 – Dispõe sobre a Política Nacional de Desenvolvimento Sustentável da Aquicultura e da Pesca, regula as atividades pesqueiras, revoga a Lei no 7.679, de 23 de novembro de 1988, e dispositivos do Decreto-Lei no 221, de 28 de fevereiro de 1967, e dá outras providências.** Brasília, 2009.

BRAUKO, K. M. **Efeitos da passagem de sistemas frontais sobre a macrofauna bêmica de praias arenosas do Paraná.** 2008. Dissertação de Mestrado em Ciências Biológicas. Programa de Pós-Graduação em Ciências Biológicas, Universidade Federal do Paraná. Curitiba, 2008.

BROWN, A. C.; MCLACHLAN, A. **Ecology of sandy shores.** Amsterdam: Elsevier, 1990.

BRUNNSCHWEILER, J. M.; SAZIMA, I. A. **New and unexpected host for the sharksucker (Echeneis naucrates) with a brief review of the echeneid-host interactions.** Marine Biodiversity Records, 1, pp. e41, 2008.

BRUNO, R. L. M.; DE ARAÚJO, H. A. B.; DE JESUS MACHADO, A. **Análise das assembleias de foraminíferos no sedimento superficial do Recife de Fora, região sul da Bahia.** Revista Brasileira de Geociências, v. 39, n. 4, p. 599-607, 2009.

BUMBEER, J.; CATTANI, A. P.; CHIERIGATTI, N. B.; ROCHA, R. M. D. **Biodiversity of benthic macroinvertebrates on hard substrates in the Currais Marine Protected Area, in southern Brazil.** *Biota Neotropica*, v. 16, e20160246, 2016.

CABRAL, A.; SASSI, R.; COSTA, C. F. **Os estuários do Nordeste do Brasil e o desenvolvimento sustentável: usos múltiplos e impactos. O estuário do Rio Timbó como um estudo de caso.** *Tropical Oceanography*. Recife, v. 33, n. 2, p. 193-204, 2005.

CAIXA (CAIXA ECONÔMICA FEDERAL). **Informações MVMV.** Disponível em <http://caixa.gov.br/site/Paginas/Pesquisa.aspx?k=informa%C3%A7%C3%B5es%20mcmv>. Acesso em 11/11/2018.

CANTANHÊDE L. G; CARVALHO I. F. S, SANTOS N. B; ALMEIDA Z. S. **Biologia reprodutiva do Hassar affinis (Pisces: Siluriformes, Doradidae), Lago de Viana, Baixada Maranhense, Maranhão, Brasil.** *Acta amazonica*; 46(2): 219 – 226, 2006.

CARANNANTE, G. et al. 1988. **Carbonate litofacies as paleolatitude indicators: problems and limitations.** In ANM (AGÊNCIA NACIONAL DE MINERAÇÃO). **O Aproveitamento de granulados bioclásticos marinhos como alternativa para a indústria de fertilizantes no Brasil - Relatório Final.** Brasília: ANM, 2020.

CARDOSO A. S; SANTOS N. B, ALMEIDA Z. S, CARVALHO-NETA, R. N. F; CANTANHÊDE L. G. **Reproductive biology of king weakfish, *Macrodon ancylodon* (Perciformes, Sciaenidae) from the northeastern coast of Brazil.** *Revista de Biología Marina y Oceanografía*; 53(1): 95-104, 2018.

CARDOSO, C. D. de P. **Estudo da macrofauna bêntica de praias do parque estadual da ilha do Cardoso, como subsídio a elaboração de cartas de sensibilidade ambiental a derrames de petróleo.** 2006. 65p. (Monografia) Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”. São Paulo, 2006.

CARVALHO, I. S. **Conference: Project AMASSEDS: concerning biogenic activity in the sediments of Amapá (Amazon) continental shelf. Report on field measurements and sampling during AMASSEDS CRUISE III - CI 9004. Compiled by James R. Rine & Charles A. Nittrouer.** Volume: 1, pp. 50-60. Jan., 1990.

CARVALHO NETA, RAIMUNDA N. F. *et al.* **A pesca artesanal no município de Tutóia.** In ALMEIDA, ZAFIRA DA S. *et al* (orgs.). **Recursos Pesqueiros e Pesca Artesanal no Maranhão.** São Luís/MA: Editora UEMA, 2016.

_____. **Representações sociais de duas comunidades tradicionais maranhenses sobre impactos nos recursos pesqueiros.** In ALMEIDA, ZAFIRA DA S. *et al* (orgs.). **Recursos Pesqueiros e Pesca Artesanal no Maranhão.** São Luís/MA: Editora UEMA, 2016.

CARVALHO-NETA, R. N. F.; CASTRO, A. C. L. **Diversidade das assembleias de peixes estuarinos da Ilha dos Caranguejos, Maranhão.** *Arq. Cienc. Mar.*, v.41, p.48-57, 2008.

CASTRO, R. M. C.; CASATTI, L. **The fish fauna from a small forest stream of the upper Paraná River basin, Southeastern Brazil.** *Ichthyol. Explor. Freshwaters*, v. 7, p. 337-352, 1997.

CAVALCANTE, L. F. M.; OLIVEIRA, M. R.; CHELLAPPA, S. **Aspectos reprodutivos do ariacó, lutjanus synagris nas águas costeiras do Rio Grande do Norte.** Biota Amazônia. v.2 n.1, 2012.

CERVIGÓN, F. **Los peces marinos de Venezuela.** 2 ed. Caracas: Fundación Científica Los Roques, 1991.

CERVIGÓN, F.; CIPRIANI, R.; FISCHER, W.; GARIBALDI, L.; HEN DRICKX, M.; LEMUS, A.J.; MÁRQUEZ, R.; POUTIERS, M.; ROIJAINA, G.; RODRIGUEZ, B. **Guia de Campo de las Especies Comerciales Marinas y de Aguas Salobras de la Costa Septentrional de Sur America.** Roma, FAO, 1992.

CONAMA, **Resolução 357, de 17 de março de 2005 - 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.**

COULL, B.C. **Ecology of the marine meiofauna.** In: HIGGINS, R.P., THIEL, H. (eds). **Introduction to the study of meiofauna.** Washington, D. C.: Smithsonian Institution Press, 1988.

COUTINHO, M. S. **Diversidade da macrofauna bentônica de praias arenosas na APA Costa das Algas-ES, Brasil.** Monografia (Graduação em Oceanografia), Departamento de Oceanografia e Limnologia, Universidade Federal do Espírito Santo. Vitória, 2013.

CPRM (SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL). **Projeto Cadastro de Fontes de Abastecimento por Água Subterrânea, estado do Maranhão: relatório diagnóstico do município de Tutóia.** Teresina: CPRM - Serviço Geológico do Brasil, 2011.

DATASUS. **Taxa de analfabetismo - Notas Técnicas.** Disponível em <http://tabnet.datasus.gov.br/cgi/ibge/alfdescr.htm>. Acesso em 19/02/2019.

DE PAIVA, A. C. G.; COELHO, P. A.; TORRES, M. F. A. **Influência dos fatores abióticos sobre a macrofauna de substratos inconsolidados da zona entre-marés no Canal de Santa Cruz, Pernambuco, Brasil.** Arquivos de Ciências do Mar, v. 38, n. 1-2, p. 85-92, 2005.

DE TROCH, M. *et al.* **Effect of habitat fragmentation on meiofauna: colonization experiments in a mexican seagress bed.** In: **INTERNATIONAL MEIOFAUNA CONFERENCE**, 12., Ravena, Itália. Resumos. 88p., 2004.

DESMAREST, A. G. **Malacostracés.** Pages 138–425. In: **Dictionnaire des Sciences Naturelles: Dans Lequel on Traite Méthodiquement des Différens Êtres de la Nature, Considérés Soit en Eux-Mêmes, d’après l’État Actuel de nos Connaissances, Soit Relativement à l’Utilité qu’en Peuvent Retirer la Médecine, l’Agriculture, le Commerce et les Arts; Suivie d’une Biographie des Plus Célèbres Naturalistes**, Vol. 28. Strasbourg, Paris Rathbun, M. J. (1986). The genus Callinectes. P.U.S. Mus. xviii, pp. 349–375, pls. xii-xxviii, 1823.

DEXTER, D. M. **Structure of na intertidal sandy beaches community in North Carolina.** Chesapeake Sci., 10(2): 93-98, 1969.

DIAS, G. T. M. *et al.* **Carta de Sedimentos do fundo da plataforma Continental Brasileira (Sul, Centro, Nordeste e Norte) - Área de Oceanografia Geológica, Carta J tipo.** 2004.

DIAS, G. T. M. **Granulados bioclásticos - Algas calcárias**. Revista Brasileira de Geofísica, vol.18, n°3, São Paulo, 2000.

DIAS, GILBERTO T. M. **Granulados bioclásticos – algas calcárias**. Revista Brasileira de Geofísica, 18(3):307-318. 2000.

DIAS, LUIZ JORGE B.; NOGUEIRA JR., JOÃO DE D. M. **Contribuição às análises da problemática ambiental da Ilha do Maranhão**. 2005. In BIOMAR, DPG CONSULTORIA. **Estudo de Impacto Ambiental referente à instalação e operação da unidade de beneficiamento do calcário marinho na área do Distrito Industrial em São Luís - MA**. São Luís, 2016.

DIDDEN, N.; SCHOTT, F. **Seasonal variations in the western tropical Atlantic: surface circulation from GEOSAT altimetry and WOCE model results**. Journal of Geophysical Research, v. 98, p. 3529-3541. 1992.

DINIZ, A. L. C. **Aspectos reprodutivos de Mugil curema (Teleostei: Mugilidae) em duas áreas da Costa Norte do Maranhão, Brasil**. Dissertação (Mestrado em Recursos Aquáticos e Pesca) – Universidade Estadual do Maranhão. São Luís, 2019.

DINIZ, A. L. C; CARVALHO, I. F. S; SILVA, A. P. C; ALMEIDA, D. S; FERREIRA, L. J. S; CANTANHÊDE, L. G; CARVALHO-NETA, R. N. F; ALMEIDA, Z. S. **Parâmetros da reprodução de Mugil curema (Mugilidae, Telesostei) capturados em uma área da costa amazônica maranhense, Brasil**. Braz. J. of Develop; 6(3): 11277-11289, 2020.

EHRHOLD, A. *et al.* **The rebent monitoring network, a spatially integrated, acoustic approach to surveying nearshore macrobenthic habitats: application to the Bay of Concarneau (South Brittany, France)**. ICES Journal of Marine Science 63 (9), 1604-1615. 2006.

EL-ROBRINI, M. **Evolution Rapide des fonds d'une zone estuarine: le Secteur d'ItaquiBaie de São Marcos-Maranhão (Brésil)**. Paris: Editions IFREMER, 1992. In: MMA (MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE). **Panorama da erosão costeira no Brasil**. Brasília: MMA, 2018.

EMAP (EMPRESA MARANHENSE DE ADMINISTRAÇÃO PORTUÁRIA); FEESC (FUNDAÇÃO DE ENSINO E ENGENHARIA DE SANTA CATARINA). **Plano de Desenvolvimento e Zoneamento do Porto Organizado do Itaqui**. São Luís, 2019.

EMBRAPA (EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA). **VI Plano Diretor da Embrapa: 2014-2034**. Brasília: EMBRAPA, 2015.

EQUATORIAL ENERGIA. **Relatório de Sustentabilidade 2017**. Disponível em <https://ri.equatorialenergia.com.br/pt-br/divulgacao-e-resultados/relatorios-anuais-e-de-sustentabilidade/equatorial-maranhao/>. Acesso em 21/02/2019.

FABRE, NIDIA N.; BATISTA, VANDICK DA S. **Análise da Frota Pesqueira Artesanal da Comunidade da Raposa, São Luís, MA**. Acta Amazônica, 22 (2): 247 - 259. 1992.

FERREIRA, T. A. B.; AQUINO DA SILVA, A. G.; PEREZ, Y. A. R.; VITAL, H. **Geotecnologias aplicadas ao estudo do comportamento morfodinâmico do Delta do Parnaíba nos últimos 30 anos**. UFRN, 2019.

FIGUEIREDO, I. L.; MENEZES, N. A. **Manual de Peixes Marinhos do Sudeste do Brasil**. 11. Teleostei (1). São Paulo, Museu de Zoologia, Univ. São Paulo, II Op., 1978.

FIGUEIREDO-BARROS, M. P.; LEAL, L. J.; ESTEVES, J. F.; ROCHA, F. A.; BOZELLI, R. L. **Life cycle, secondary production and nutrient stock in *Heleobia australis* (d'Orbigny 1835) (Gastropoda: Hydrobiidae) in a tropical coastal lagoon**. Estuarine, Coastal and Shelf Science, v.69; p.87-95, 2006.

FLORES-LOPES, F.; CETRA, M.; MALABARBA, L. R. **Utilização de índices ecológicos em assembléias de peixes como instrumento de avaliação da degradação ambiental em programas de monitoramento**. Biota Neotropica, v. 10, 2010.

FONSECA-GENEVOIS, V. *et al.* **Colonization and early succession on artificial hard substrata by meiofauna**. Mar. Biol., v. 148, p.1039 –1050, 2006.

GEYER, W. R.; KINEKE, G. C. **Observations of currents and water properties in the Amazon frontal zone**. Journal of Geophysical Research, v. 100, n. C2, p. 2321-2339. 1995.

GNEWUCH, T.; CROKERR, A. **Macroinfauna of northern New England marine sand. The biology of *Mancocuma stellifera* Zimmer, 1943 (Crustacea, Cumacea)**. Canadian Journal of Zoology, 51:1011–1020, 1985.

GÓES, A. M. O.; FEIJÓ, F. J. **Bacia do Parnaíba**. Boletim de Geociências da Petrobras, Rio de Janeiro, v.8, n. 1, p. 57-68, jan./mar. 1994.

GORDON A. L. **Interocean exchange of thermocline water**. J. Geophysical Res., 91: 5037-5046. 1986.

GOURBALT, N. *et al.* **A survey of intertidal meiobenthos (especially Nematoda) in coral sandy beaches of Moorea (French Polynesia)**. Bulletin of Marine Science, v. 52, n.2, p. 476-488, 1998.

GRAY, J. S.; ELLIOTT, M. **Ecology of Marine Sediments**. 2 edition. Oxford: Oxford University Press, 2009.

GREEN, ARISTIDES P. L.; MOREIRA, GUILHERME G. **Metodologia Estatística da Pesca: Pesca Embarcada**. Rio de Janeiro: IBGE, Coordenação de Agropecuária e Coordenação de Métodos e Qualidade, 2012.

HACKRADT, C. W.; FÉLIX-HACKRADT, F. C. **Assembléia de peixes associados a ambientes consolidados no litoral do Paraná, Brasil: uma análise qualitativa com notas sobre sua bioecologia**. Papéis Avulsos de Zoologia, v. 49, n. 31, p. 389-403, 2009.

HEIP, C. H. R.; HERMAN, P. M. J.; COOMANS, A. **The productivity of marine meiobenthos**. Meded. Kon. Acad. Wet. Lett. Kunst. Klasse der Wet. Academiae Analecta, 44(2): 1-20, 1982.

HUTCHINGS, P. **Ballast water introductions of exotic marine organisms into Australia: Current status and management options**. Marine Pollution Bulletin, v. 25, n. 5-8, p. 196-199, 1992.

IBAMA (INSTITUTO BRASILEIRO DE MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS); SEMATUR/MA (SECRETARIA DE ESTADO DO MEIO AMBIENTE E TURISMO DO MARANHÃO). **Diagnóstico dos principais problemas ambientais do Estado do Maranhão**. São Luís, MA: Ed.

Lithograf. 1991. In: MMA (MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE). **Panorama da erosão costeira no Brasil**. Brasília: MMA, 2018.

IBAMA (INSTITUTO BRASILEIRO DE MEIO AMBIENTE E RECURSOS NATURAIS). **Boletim Técnico Científico**. Volume 13b – Nº 6 - Ano 2010.

_____. **Instrução Normativa IBAMA Nº 39, de 02 de julho de 2004**. Brasília, 2004.

_____. **Licença Prévia nº 541/2017**. Brasília, 2017.

_____. **TERMO DE REFERÊNCIA - Processo nº 02001.128439/2017-78**. Brasília, 2019.

IBGE (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA). **Coleção de Monografias Municipais - Tutóia**. Nova série – nº 150. Rio de Janeiro: IBGE, 1984.

_____. **IBGE Cidades - Tutóia**. Disponível em <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/ma/tutoia/panorama>. Acesso em 15/01/2019.

ICMBIO (INSTITUTO CHICO MENDES DE CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE). **Livro Vermelho da Fauna Brasileira Ameaçada de Extinção: Volume I**. Brasília, 2018.

INEP/MEC. **Sinopse Estatística da Educação Básica 2015**. Disponível em <http://inep.gov.br/sinopses-estatisticas>. Acesso em 26/09/2019.

_____. **Sinopse Estatística da Educação Básica 2016**. Disponível em <http://inep.gov.br/sinopses-estatisticas>. Acesso em 26/09/2019.

_____. **Sinopse Estatística da Educação Básica 2017**. Disponível em <http://inep.gov.br/sinopses-estatisticas>. Acesso em 26/09/2019.

_____. **Sinopse Estatística da Educação Básica 2018**. Disponível em <http://inep.gov.br/sinopses-estatisticas>. Acesso em 26/09/2019.

_____. **Sinopse Estatística da Educação Básica 2019**. Disponível em <http://inep.gov.br/sinopses-estatisticas>. Acesso em 26/09/2019.

INEP/MEC. **Sinopse Estatística da Educação Básica 2015**. Disponível em <http://inep.gov.br/sinopses-estatisticas>. Acesso em 26/09/2019.

IPEA. **A Década Inclusiva (2001-2011): Desigualdade, Pobreza e Políticas de Renda**. Comunicados do IPEA, nº 155. 2012. Disponível em http://www.ipea.gov.br/portal/images/stories/PDFs/comunicado/120925_comunicadodoipea155_v5.pdf. Acesso em 10/11/2018.

_____. **Desafios do Desenvolvimento**. Ano 5. Edição 39. 2008. Disponível em http://www.ipea.gov.br/desafios/index.php?option=com_content&view=article&id=2144:catid=28&Itemid=23. Acesso em 15/01/2019.

JOHNS, W. E.; BEARDSLEY, R. C.; CANDELA, J.; LIMEBURNER, R.; CASTRO, B. M. **Annual cycle and variability of the North Brazil Current**. J. Phys. Oceanogr., 28: 103-128. 1998.

KELLER, PAULO F. **Trabalho Artesanal em Fibra de Buriti no Maranhão**. Cad. Pesq., São Luís, v. 18, n. 3, set./dez. de 2011.

KEMPF, M.; COUTINHO, P. N.; MORAIS, J. O. **Plataforma continental do Norte e Nordeste do Brasil: nota preliminar sobre a natureza do fundo**. Trabalhos oceanográficos da Universidade Federal de Pernambuco, v. 9, n. 11, p. 9-26. 1970.

KÖPPEN, W. **Climatologia: con un estudio de los climas de la tierra**. México: Fondo de Cultura Economica, 1948.

LANA, P. C. **Bentos de sedimento não consolidado**. In: PEREIRA, R. C; SOARES-GOMES. A. (org). **Biologia Marinha**. Rio de Janeiro: Interciências, 2002.

LANA, P. C.; ALMEIDA, M. V. O.; FREITAS, C. A. F.; COUTO, E. C. G.; CONTI, L. M. P. GPNZALES-PERONTI, A. L.; GILES, A. G.; LOPES, M. J. S.; SILVA, M. H. C.; PEDROSO, L. A. **Estrutura espacial de associações macrobênticas sublitorais da gamboa Perequê (Pontal do Sul, Paraná)**. Neritica, 4 (1/2): 119-136, 1989.

LANA, P. C.; CAMARGO, M. G.; BROGIM, R. A.; ISAAC; V. J. **Os bentos da costa brasileira: avaliação crítica e levantamento bibliográfico (1858–1996)**. Rio de Janeiro: Femar/Revizee, 1996.

LAST, P. R.; WILLIAM, T.; WHITE, W. T.; DANIEL, C.; GLEDHILL, D. C.; HOBDDAY, A. J.; BROWN, R.; GRAHAM, J.; EDGAR, G. J.; PECL, G. **Long-term shifts in 83 abundance and distribution of a temperate fish fauna: a response to climate change and fishing practices**. Global Ecology and Biogeography, v.20, p.58–72, 2011.

LESSA, ROSANGELA P. *et al* (orgs.). **Dinâmica de Populações e Avaliação de Estoques dos Recursos Pesqueiros da Região Nordeste**. Recife: Universidade Federal Rural de Pernambuco, Departamento de Pesca, Laboratório de Dinâmica de Populações Marinhas, 2004.

LIMA, C. S.; SILVA, J. D. DA. **Expansão urbana na zona costeira de São Luís – MA: A gestão ambiental inserida no gerenciamento costeiro**. In: IV Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental. Salvador, 2013.

LUEDMANN, E. F. **Preliminary results of drift-bottle releases and recoveries in the western Tropical Atlantic**. Boletim do Instituto Oceanográfico, v. 16, n. 1, p. 13-22. 1967.

MALVEZZI, H.; VALÉRIO-BERARDO, M. T.; BARRELLA, W. **Composição das Famílias de Poliquetas amostradas em duas praias de granulação distintas no Estado de São Paulo**. Revista Eletrônica de Biologia. Volume 3 (1): 1-18, 2010.

MARCELINO, R. L. **Diagnóstico sócio-ambiental do estuário do rio Paraíba do Norte - PB, com ênfase nos conflitos de uso e interferências humanas em sua área de influência direta**. Dissertação (Mestrado em Meio Ambiente) - Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente. Universidade Federal da Paraíba. João Pessoa, 2000.

MARTINS, A. L. G. **A macrofauna bentônica das praias arenosas expostas do Parque Nacional de Superagüi – PR Subsídios ao Plano de Manejo**. Dissertação (Mestrado em Ecologia e Conservação), Universidade Estadual do Paraná. Curitiba, 2007.

MB (MARINHA DO BRASIL). **Cartas de correntes de maré: proximidades da baía de São Marcos e portos de São Luís e Itaqui.** Rio de Janeiro: Diretoria de Hidrografia e Navegação, 1972.

_____. **Marés e correntes de maré, correntes oceânicas.** Rio de Janeiro: Diretoria de Hidrografia e Navegação, 1976. Disponível em: <http://mar.mil.br/dhn/bhm/publicacao/download/cap10.pdf>. Acesso em 21/08/2020.

METCALF, W. G. **Shallow currents along the northeastern coast of South America.** Journal of Marine Research, v. 26, n. 3, p. 232-243. 1968.

MINISTÉRIO DA ECONOMIA, SECRETARIA DE PREVIDÊNCIA. **Quantidade de benefícios emitidos pelo Instituto Nacional do Seguro Social - INSS, nos municípios brasileiros, segundo grupos de espécies. Dezembro de 2017.** Disponível em <http://www.previdencia.gov.br/dados-abertos/estatisticas-municipais-2017/>. Acesso em 03/01/2019.

MMA (MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE). **Instrução Normativa nº 5, 21 de março de 2004.**

_____. **Panorama da erosão costeira no Brasil.** Brasília: MMA, 2018.

MMA (MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE). **Panorama da erosão costeira no Brasil.** Brasília: MMA, 2018.

MOENS, T., VINCX, M. **On the cultivation of free-living marine and estuarine nematodes.** J. Mar. biol. Ass. U.K., v. 77, p. 211-227, 1998.

MOLINA, O. A.; VARGAS, J. A. **Estrutura del macrobentos del estero de Jaltepeque, El Salvador.** Rev. Biol. Trop., 42: 165-174, 1994.

MOTTA, V. F. **Nota sobre dados existentes em relação às características de ondas ao largo da costa brasileira, do Cabo de São Roque à foz do rio Pará.** 1968.

MOURÃO, J. da S.; NORDI, N. **Comparações entre as taxonomias folk e científica para peixes do estuário do rio Mamanguape, Paraíba-Brasil.** INCI, Caracas, v. 27, n. 12, p. 664-668, dic. 2002.

MUGNAI, R.; NESSIMIAN, J. L.; BAPTISTA, D. F. **Manual de identificação de Macroinvertebrados Aquáticos do Estado do Rio de Janeiro.** Rio de Janeiro: Technical Books, 2010.

MUNICÍPIO DE TUTÓIA. **Lei Municipal Nº 117/2006, de 05 de outubro de 2006, que institui o Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano do Município de Tutóia/MA e dá outras providências.** Tutóia/MA, 2006.

NELSON, I. S. **Fishes of the World.** New York: John Wiley & Sons Inc., 1994.

NESHYBA, S. **Oceanography: perspectives on a fluid Earth.** 1. ed. Toronto: John Wiley & Sons. 1987.

OLIVEIRA, M. P.; ALMEIDA, M. N. **Malacologia.** Juiz de Fora, 2000.

OLIVEIRA, WELLINGTON R. **A geocologia das paisagens como subsídio ao planejamento turístico em unidades de conservação.** Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências, Departamento de Geografia, Programa de Pós-Graduação em Geografia. Fortaleza, 2015.

OLIVEIRA, WELLINGTON R.; FROTA, PATRÍCIA DE V. **Caracterização Socioambiental Do Município De Tutóia – Maranhão.** Disponível em <http://observatoriogeograficoamericalatina.org.mx/egal13/Geografiasocioeconomica/Geografiaeconomica/01.pdf>. Acesso em 10/11/2018.

OLSGARD, F. *et al.* **Polychaetes as surrogates for marine biodiversity: Lower taxonomic resolution and indicator groups.** Biodiversity and Conservation. 12. 1033-1049, 2003.

PALMA, J. **Geomorfologia da Plataforma Continental Norte Brasileira.** Projeto REMAC volume 7. 1979.

PASSOS, R. R.; SILVA, A. Z. **Estudo de Annelida Polychaeta para monitoramento em manguezais da Baía de São Marcos, Maranhão, Brasil (2010-2012).** XII Congresso Brasileiro de Ecotoxicologia. 25 a 28 de setembro, Porto de Galinhas, PE. 2012.

PATCHINEELAM, S. M. **Circulação oceânica.** In: NETO, B. A. J.; PONZI, V. R. A.; SICHEL, S. E. (org.). **Introdução à geologia marinha.** Rio de Janeiro: Interciência. 2004.

PAWLIK, J. R. **Chemical Ecology of the Settlement of Benthic Marine Invertebrates.** Oceanogr. Mar. Biol., nº 30, p. 273-335. 1992.

PICHON, M. **Contribution a l'étude des peuplements de la zone intertidale sur sable fins et sable vaseux non fixes dans la region de Tuléar.** Rec. Trav. Sta. Mar. Endoume, 7:57-100, 1967.

PNUD. **Atlas do Desenvolvimento Humano do Brasil.** Disponível em www.atlasbrasil.org.br. Acesso em 20/01/2019.

PONTES, P. H. P. **Identificação e caracterização das massas d'água da Plataforma Continental do Maranhão (PCM), durante os períodos seco (Novembro 1977) e chuvoso (junho, 1999).** Dissertação de Mestrado em geologia, Programa de Graduação em Geologia e Geoquímica, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Pará. Belém, 2007.

PORRO, ROBERTO. **A economia invisível do babaçu e sua importância para meios de vida em comunidades agroextrativistas.** Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi. Ciências Humanas, Belém, v. 14, n. 1, p. 169-188, jan./abr. de 2019.

POUGH, H.; JANIS, C. M.; HEISER, J. B. **A vida dos vertebrados.** 3. ed. São Paulo: Atheneu, 2003.

PROZEE (FUNDAÇÃO DE AMPARO À PESQUISA DE RECURSOS VIVOS NA ZONA ECONÔMICA EXCLUSIVA) (org.). **Relatório Final do Projeto de Monitoramento da Atividade Pesqueira no Litoral do Brasil – Projeto ESTATPESCA.** Brasília, 2006.

RAMOS, ROBERTO S. **Nas águas de Guimarães: uma análise da sustentabilidade pesqueira artesanal do município. MA/BRASIL.** Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Maranhão, Departamento de Oceanografia e Limnologia. São Luís, 2008.

RATHBUN, M. J. **The genus Callinectes.** Proceedings of the United States National Museum, v. 18, n. 1070, p. 349-375, Pls. XIII-XXVIII, 1896.

REBELO, F. C.; MEDEIROS, T. C. C. **Cartilha do Mangue de São Luís**. [S.l.]: UFMA, 1988. *In*: MMA (MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE). **Panorama da erosão costeira no Brasil**. Brasília: MMA, 2018.

REGALI, M. S. P.; UESUGUI, N.; Lima, E. C. **Palinoestratigrafia e paleoambiente da Bacia de Barreirinhas - Maranhão - Brasil**. Departamento Nacional de Produção Nacional, Série Geológica n.27. Seção Paleontologia e Estratigrafia 2, 461–470. 1985.

REUTER, E. D. DE J.; COHEN, J. C. P. **Distribuição de alguns parâmetros atmosféricos coletados a bordo do navio oceanográfico Antares na área norte do Programa REVIZEE nos períodos chuvoso de 1995 e menos chuvoso de 1997: temperatura e umidade relativa do ar, altura e período da onda**. *In*: CONGRESSO BRASILEIRO DE METEOROLOGIA, 10. Resumos expandidos. Brasília: Soc. Bras. Met. 1998.

REVIZEE. **Cartas sedimentológicas**. 2004. Disponível em <https://mma.gov.br/port/sqa/projeto/revizee/capa/corpo.html>. Acesso em 30/08/2020.

RIBEIRO, R. P.; ALMEIDA, Z. S. **Anelídeos Poliquetas do estado do Maranhão, Brasil: síntese do conhecimento**. Títulos não-correntes, v. 28, n. 1, 2014.

RICKLEFS, R. E. **Disintegration of the ecological community**. *American Naturalist* 172(6): 741-750, 2008.

RIOS, E. C. **Seashells of Brazil**. Rio Grande: Editora da Fundação Universidade do Rio Grande, 1994.

RITTER, F. **Collisions of sailing vessels with cetaceans worldwide: First insights into a seemingly growing problem**. *J. Cetacean Research and Management*, [s.l.], v. 12, n. 1, 119–127, 2012.

ROSENBERG, R. **Marine benthic faunal successional stages and related sedimentary activity**. *Scientia Marine*, v.65, p.107-119, 2001.

ROSSETTI, D. F. **Arquitetura Depositional da Bacia de São Luís-Grajaú**. *In*: GÓES, A. M.; ROSSETTI, D. F.; TRUCKNENBRODT, W. **O Cretáceo da Bacia de São Luis-Grajaú**. Coleção Friedrich Katzer, Belém, p. 32-34. 2001.

RUFFINO, MAURO L. **Identificação e caracterização das áreas relevantes para a pesca artesanal e das principais interações com espécies da megafauna marinha sensíveis biologicamente na região norte (AP, PA, MA e PI)**. Brasília: Projeto Áreas Marinhas e Costeiras Protegidas – GEFMar, Ministério do Meio Ambiente, 2018.

SANDERS, H. L. **Marine benthic diversity. A comparative study**. *American Naturalist*, v. 102, p. 243-282, 1968.

SANTANA, THIAGO C. DE *et al.* **Principais espécies de Sciaenidae marinhas e estuarinas comercializadas na Ilha do Maranhão, Brasil**. *In* ALMEIDA, ZAFIRA DA S. *et al* (orgs.). **Recursos Pesqueiros e Pesca Artesanal no Maranhão**. São Luís/MA: Editora UEMA, 2016.

SANTOS, KARLLA F. L.; FERREIRA, ANTONIO J. DE A. **A produção e consumo do espaço turístico no município de Tutóia (Maranhão)**. *ESPAÇO E CULTURA*, UERJ, RJ, n. 40, p. 113-132, jul./dez. de 2016.

SANTOS, P. J. P. **Population dynamics and production of *Scolelepis gaucha* (Polychaeta: Spionidae) on a sandy beach in southern Brazil.** Mar. Ecol. Prog., 110: 159-165, 1996.

SANZ-LÁZARO, C.; MARÍN, A. **Diversity Patterns of Benthic Macrofauna Caused by Marine Fish Farming.** Diversity, v. 3, p. 176-199, 2011.

SCHAEFFER-NOVELLI, Y. **Manguezais brasileiros.** Tese de Livre Docência, Instituto Oceanográfico, Universidade de São Paulo. São Paulo, 1991.

_____. **Manguezal: conhecer para conservar.** São Paulo, BSP, s.n. p. 45, 1994.

SEFAZ MA (SECRETARIA DE ESTADO DA FAZENDA DO MARANHÃO). **Repasses 2018.** Disponível em <https://sistemas1.sefaz.ma.gov.br/portalsefaz/jsp/pagina/pagina.jsf?codigo=1595>. Acesso em 12/02/2020.

_____. **Repasses 2019.** Disponível em <https://sistemas1.sefaz.ma.gov.br/portalsefaz/jsp/pagina/pagina.jsf?codigo=1595>. Acesso em 12/02/2020.

SEINC MA (SECRETARIA DE ESTADO DE INDÚSTRIA, COMÉRCIO E ENERGIA DO MARANHÃO). **Mineração.** Disponível em <http://seinc.ma.gov.br/areas-de-atuacao/mineracao/>. Acesso em 12/12/2018.

SEMED (SECRETARIA DE EDUCAÇÃO DO MUNICÍPIO DE TUTÓIA). **Plano de Ação Estratégico – PAE. Precatórios FUNDEF 2018 – 2020.** Tutóia/MA, 2019.

SEMTAS (SECRETARIA DO TRABALHO E AÇÃO SOCIAL DO MUNICÍPIO DE TUTÓIA). **Ofício nº 390/2018/SEMTAS.** Tutóia/MA, 2018.

SEMUS (SECRETARIA DE SAÚDE DO MUNICÍPIO DE TUTÓIA). **Levantamento de Território de Abrangência e Área Descoberta.** Tutóia/MA, 2019.

SEPAQ (SECRETARIA DE PESCA E AQUICULTURA DO MUNICÍPIO DE TUTÓIA). **Projeto de Construção da Casa do Pescador no Município de Tutóia – MA.** Tutóia/MA, 2019.

SETUBAL, M. F. C. **Distribuição vertical da macrofauna bentônica entre marés da Praia de Panaquatira, São José de Ribamar (Maranhão - Brasil).** Monografia (Graduação em Ciências Biológicas), Universidade Federal do Maranhão. São Luís, 2008.

SIEG, J. **Tanaidacea (Crustacea) von der Antarktis und Subantarktis. II. Tanaidacea gesammelt von Dr. JW. Wägele während der Deutschen Antarktis Expedition 1983.** Zoologischen Museum der Universität Kiel, 2 (4): 1–80, 1986.

SILVA A. C.; ARAÚJO, M.; PINHEIRO, L. S. **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.

SILVA, A. C. **Campos de temperatura e salinidade na plataforma continental do Amazonas, durante a descarga mínima (outubro de 1997) do Rio Amazonas: “uma análise ambiental”**. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Geologia), Universidade Federal do Pará. Belém, 2000.

SILVA, ADRIANO P. DA. **Pesca artesanal brasileira. Aspectos conceituais, históricos, institucionais e prospectivos**. Palmas/TO: Embrapa Pesca e Aquicultura, 2014.

SILVA, B. B. *et al.* **Potencial eólico na direção predominante do vento no Nordeste brasileiro**. Rev. bras. eng. agríc. ambient., Campina Grande, v. 6, n. 3, p. 431-439, Dec., 2002.

SILVA, I. P. **Estudo comparativo da diversidade da macrofauna bentônica do mesolitoral das parias de Bom Jesus dos Pobres e Cabuçu-Bahia**. Monografia (Ciências Biológicas) – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia. Cruz das Almas, 2011.

SILVA, JOSÉ L. **A importância da fiscalização para a proteção das Unidades de Conservação da Ilha do Maranhão: o caso do Parque Estadual do Bacanga e da APA do Maracanã**. 2006. In BIOMAR, DPG CONSULTORIA. **Estudo de Impacto Ambiental referente à instalação e operação da unidade de beneficiamento do calcário marinho na área do Distrito Industrial em São Luís - MA**. São Luís, 2016.

SILVA, L. C. F. **Condições oceanográficas do extremo oeste da convergência subtropical do oceano Atlântico Sul baseado nos dados obtidos nas operações CONVERSUT I e II**. Anais Hidrográficos, v. 40, p. 115-276. 1983.

SILVA, L. C. F. *et al.* **Gabarito tentativo para as massas de água da costa sudeste brasileira**. Anais Hidrográficos, v. 41, p. 261-312. 1984.

SMITH, F. S. G *et al.* **Análise sedimentar de canais de maré do delta do rio parnaíba a partir de testemunho por vibração**. 27º Simpósio de Geologia do Nordeste. 2019.

SOUSA, A. F. R.; SANTOS, N. B.; NETA, R. N. F. C.; ALMEIDA, Z. D. S. **Aspectos Reprodutivos do Peixe *Lutjanus synagris* (Perciformes, Lutjanidae) capturado na Costa Nordeste do Brasil**. Revista Brasileira de Engenharia de Pesca, v. 10, v. 106-120, 2017.

SOUTHARD, J. B.; STANLEY, D. J. **Shelfbreak processes and sedimentation**. In: STANLEY, D. J.; SWIFT, D. J. P. **Marine sediment transport and environmental management**. New York: Wiley-Interscience. 1976.

SOUZA, J. R. B.; GIANUCA, N. M. **Zonation and seasonal variation of the intertidal macrofauna on a sandy beach of Parana state, Brazil**. Sci. Mar. 59: 103-111, 1995.

SOYER, J. **Contribution à l'étude des Copépodes Harpacticoides de Méditerranée occidentale**. 2. Tachidiidae Sars, Lang. Vie Milieu 21, 261–278, 1970.

STENECK, R. **The Ecology of coralline Algal crusts: convergent pattern and adaptative strategies**. Ann. Ver.Ecol.Syst. 17:273-303. 1986.

SUMIDA, P. Y. G.; PIRES-VANIN, A. M. S. **Benthic Associations of the shelfbrake and upper slope off Ubatuba-SP, southeastern Brazil**. Estuarine, Coastal and Shelf Science, London, 44: 779-784, 1997.

TENORE, K. R. *et al.* **Effect of meiofauna in incorporation of aged eelgrass, *Zostera marinha*, detritus by the polychaete *Nephtys incisa*.** J. Fish Res. Bd. Can., v. 34, p. 563-567, 1977.

VALVERDE, M. C.; MARENGO, J. A. **Mudanças na circulação atmosférica sobre a América do Sul para cenários futuros de clima projetados pelos modelos globais do IPCC AR4.** Rev. bras. meteorol., São Paulo, v. 25, n. 1, p. 125-145, Mar., 2010.

VANNUCCI, M. **Os manguezais e nós: uma síntese de percepções.** São Paulo: Editora EdUSP, 2003.

VENTURINI, N.; MUNIZ, P.; RODRÍGUEZ, M. **Macrobenthic subtidal communities in relation to sediment.** Arquivos de Ciências do Mar, v. 44, p. 59 – 80, 2011.

VIANA, M. G.; ROCHA-BARREIRA, C. A.; GROSSI HIJO, C. A. **Macrofauna bentônica da faixa entremarés e zona de arrebentação da praia de Paracurú (Ceará-Brasil).** Braz. J. Aquat. Sci. Technol., 9(1):75-82, 2005.

WRIGHT, L. D. **Morphodynamics of inner continental shelves.** London: CRC Press Lewis Publishers, 1995. *In*: MMA (MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE). **Panorama da erosão costeira no Brasil.** Brasília: MMA, 2018.

SITES

<http://caema.ma.gov.br/portancaema>. Acesso em 12/12/2018.

<http://cerratinga.org.br/>. Acesso em 11/02/2020.

http://cnes2.datasus.gov.br/Lista_Es_Municipio.asp?VEstado=21&VCodMunicipio=211250&NomeEstado=MARANH%C3O. Acesso em 25/05/2019.

<http://comciencia.br/dossies-1-72/reportagens/litoral/lit09.shtml>. Acesso em 02/01/2016.

<http://dragflow.com>. Acesso em 31/07/2020.

<http://famem.org.br/noticias/noticias/exibe/0013873-nesta-sexta-feira-dia-14-sera-realizada-mais-uma-feira-da-agricultura-familiar-pela-prefeitura-municipal-de-tutoia-participe>. Acesso em 30/01/2019.

<http://fishbase.org>. Acesso em 20/03/2019.

<http://grupobaluarte.com.br/index.php?ct=informativo&id=25>. Acesso em 10/02/2020.

<http://ilhadocaju.com.br/index.php/pt-br/o-instituto/projetos>. Acesso em 02/01/2016.

<http://io.usp.br/index.php/publicacoes/ocean-coast-res/36-portugues/infraestrutura/embarcacoes/prof-besnard/projetos/359-remac.html>. Acesso em 20/08/2020.

<http://ma.agenciasebrae.com.br/sites/asn/uf/MA/sebrae-lanca-4-salao-e-turismo-no-ma,b305f4c6e1e8e610VgnVCM1000004c00210aRCRD>. Acesso em 15/01/2019.

<http://oceanaminerals.com/>. Acesso em 11/02/2020.

<http://pi.agenciasebrae.com.br/sites/asn/uf/PI/salao-de-turismo-da-rota-das-emocoes-e-lancado-em-parnaiba,6ddc8105b380d410VgnVCM2000003c74010aRCRD>. Acesso em 12/02/2019.

<http://portodoitaqui.ma.gov.br/>. Acesso em 25/05/2019.

<http://portodoitaqui.ma.gov.br/porto-do-itaqui/localizacao>. Acesso em 27/08/2020.

<http://ppp.pi.gov.br/pppteste/index.php/projetos/estudo-de-viabilidade/porto-de-luis-correia/>. Acesso em 25/05/2019.

<http://rotadasemocoes.blogspot.com/2010/11/mapa-da-rota-das-emocoes-lencois.html>. Acesso em 12/02/2019.

<http://sda-rj.com.br/site/portosaeroportos/nordeste.html>. Acesso em 25/05/2019.

<http://sedest.pr.gov.br/Pagina/Projeto-de-Gestao-Integrada-da-Orla-Maritima-Projeto-Orla>. Acesso em 20/09/2020.

<http://tabnet.datasus.gov.br/cgi/tabcgi.exe?cnes/cnv/leiintbr.def>. Acesso em 12/02/2020.

<http://turismo.gov.br/%C3%BAltimas-not%C3%ADcias/13051-minist%C3%A9rio-do-turismo-investe-em-obras-na-rota-das-emo%C3%A7%C3%B5es1.html>. Acesso em 10/02/2020.

<http://turismo.gov.br/investeturismo.html>. Acesso em 10/02/2020.

<http://vale.com/brasil/PT/initiatives/innovation/carajas-railway/Paginas/default.aspx>. Acesso em 20/05/2019.

<http://www.turismo.gov.br/%C3%BAltimas-not%C3%ADcias/12954-turismo-inicia-plano-estrat%C3%A9gico-da-rota-das-emo%C3%A7%C3%B5es.html>. Acesso em 10/02/2020.

https://antf.org.br/wp-content/uploads/2017/08/TRANSNORDESTINA-INSTITUCIONAL-III_ENCONTRO-DE-FERROVIAS-TUFI-25_Out_2011.pdf. Acesso em 20/05/2019.

https://artefol.org.br/associacao_arte_trama. Acesso em 11/02/2020.

<https://clima.inmet.gov.br/GraficosClimatologicos/DF/83377>. Acesso em 26/08/2020.

<https://embrapa.br/tema-matopiba>. Acesso em 18/09/2020.

<https://geografos.com.br/>. Acesso em 25/05/2019.

<https://google.com.br/maps/>. Acesso em 25/02/2020.

<https://google.com.br/search/sourceUUjwdZ0w5bnYtM>. Acesso em 31/07/2020.

https://icmbio.gov.br/portal/images/stories/visite-os-parques/APA_Delta.jpg. Acesso em 20/09/2020.

https://icmbio.gov.br/portal/images/stories/visite-os-parques/APA_DELTA_2.jpg. Acesso em 20/09/2020.

<https://icmbio.gov.br/portal/visitacao1/unidades-abertas-a-visitacao/9411-area-de-protecao-ambiental-delta-do-parnaiba>. Acesso em 20/09/2020.

<https://infosanbas.org.br/municipio/tutoia-ma/#>. Acesso em 12/02/2019.

<https://iucnredlist.org/>. Acesso em 20/09/2019.

<https://ma.gov.br/agenciadenoticias/?p=225979>. Acesso em 15/01/2019.

https://mar.mil.br/menu_h/navios/oceanografico/antares.htm>. Acesso em 26/06/2007.

<https://marsemim.com.br/recursos-marinhos-algas-calcarias/>. Acesso em 12/02/2019.

<https://mma.gov.br/areas-protegidas/unidades-de-conservacao/sistema-nacional-de-ucs-snuc.html>. Acesso em 27/08/2020.

<https://mma.gov.br/biodiversidade/biodiversidade-aquatica/zona-costeira-e-marinha/programa-revizee/item/7606.html>. Acesso em 20/07/2020.

<https://mma.gov.br/destaques/item/8644-plano-nacional-de-gerenciamento-costeiro-pngc#pngc-j>. Acesso em 20/09/2020.

<https://mma.gov.br/informma/item/10593-maranh%C3%A3o-munic%C3%ADpios-da-zona-costeira.html>. Acesso em 20/09/2020.

<https://mma.gov.br/informma/item/941-projeto-orla.html>. Acesso em 20/09/2020.

https://nugeo.uema.br/?page_id=8621. Acesso em 12/02/2019.

<https://portal.inmet.gov.br/>. Acesso em 26/08/2020.

<https://ppi.gov.br/ferrovia-ef-151-sp-mg-go-to-ferrovia-norte-sul>. Acesso em 20/05/2019.

<https://pt.weatherspark.com/y/30756/Clima-caracter%C3%ADstico-em-Tut%C3%B3ia-Brasil-durante-o-ano#Sections-Precipitation>. Acesso em 26/08/2020.

<https://pt.wikipedia.org/wiki/Kitesurf>. Acesso em 15/01/2019.

<https://sedes.ma.gov.br/>. Acesso em 24/02/2019.

<https://sema.ma.gov.br/sema-discute-gerenciamento-costeiro-durante-workshop-2/>. Acesso em 20/09/2020.

https://servicos.ibama.gov.br/licenciamento/consulta_empresendimentos.php. Acesso em 20/09/2020.

<https://tripadvisor.com.br/>. Acesso em 10/02/2020.

<https://tutoia.ma.gov.br/>. Acesso em 22/02/2020.

<https://tutoia.ma.gov.br/noticias/noticias/exibe/0009712-nota-de-esclarecimento-ao-publico-acerca-de-uma-acao-de-improbidade-administrativa>. Acesso em 12/02/2019.

<https://tutoia.ma.gov.br/noticias/noticias/exibe/0010517-acoes-da-secretaria-municipal-de-saude-que-foram-destaque-em-2017>. Acesso em 13/02/2020.

<https://tutoia.ma.gov.br/noticias/noticias/exibe/0011017-secretaria-de-agricultura-familiar-de-tutoia-apresenta-planejamento-de-acoes-para-2018>. Acesso em 30/01/2019.

<https://tutoia.ma.gov.br/noticias/noticias/exibe/0011957-apos-entregar-pocos-a-variios-povoados-feitos-com-recursos-proprios-do-municipio-romildo-damasceno-busca-parceria-para-a-instalacao-de-novos-pocos>. Acesso em 20/11/2018.

<https://tutoia.ma.gov.br/noticias/noticias/exibe/0013805-prefeitura-municipal-de-tutoia-da-inicio-a-recuperacao-da-rampa-e-do-cais-do-porto-de-areia>. Acesso em 25/05/2019.

<https://tutoia.ma.gov.br/noticias/noticias/exibe/0013805-prefeitura-municipal-de-tutoia-da-inicio-a-recuperacao-da-rampa-e-do-cais-do-porto-de-areia>. Acesso em 13/02/2020.

<https://tutoia.ma.gov.br/noticias/noticias/exibe/0016768-iniciada-reforma-do-predio-oficial-da-prefeitura-municipal-de-tutoia-na-praca-getulio-vargas>. Acesso em 13/02/2020.

<https://tutoia.ma.gov.br/noticias/noticias/exibe/8877>. Acesso em 13/02/2020.

<https://valec.gov.br/a-valec/institucional/competencias>. Acesso em 20/05/2019.

<https://valec.gov.br/ferrovias/ferrovia-norte-sul/a-ferrovia-norte-sul>. Acesso em 20/05/2019.