

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO MARANHÃO – UEMA
CENTRO DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIAS EXATAS E NATURAIS – CECEN
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO – PPG
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA, NATUREZA E DINÂMICA
DO ESPAÇO – PPGeo

ROBERTO LUCINDO SILVA

**IMPACTOS SOCIOAMBIENTAIS NEGATIVOS ADVINDOS DA EXTRAÇÃO DE
AREIA NO MUNICÍPIO DE PINDARÉ-MIRIM/MA**

São Luís – MA
2025

ROBERTO LUCINDO SILVA

**IMPACTOS SOCIOAMBIENTAIS NEGATIVOS ADVINDOS DA EXTRAÇÃO DE
AREIA NO MUNICÍPIO DE PINDARÉ-MIRIM/MA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Geografia, Natureza e Dinâmica do Espaço (PPGeo) da Universidade Estadual do Maranhão (UEMA) como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Geografia.

Orientador(a): Prof. Dr. Silas Nogueira de Melo
Coorientador(a): Prof. Dr. Rafael Brugnolli Medeiros

Silva, Roberto Lucindo.

Impactos socioambientais negativos advindos da extração de areia no município de Pindaré-Mirim/MA./ Roberto Lucindo Silva. - São Luís - MA, 2026.
186f.

Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Geografia, Natureza e Dinâmica do Espaço) - Universidade Estadual do Maranhão, 2026.

Orientador: Prof. Dr. Silas Nogueira de Melo.

1. Extração de areia. 2. Impactos socioambientais. 3. Geoprocessamento. 4. Bioma Amazônia. 5. Pindaré-Mirim. I. Título.

CDU:504.61:621.921.2(812.1)

ROBERTO LUCINDO SILVA

**IMPACTOS SOCIOAMBIENTAIS NEGATIVOS ADVINDOS DA EXTRAÇÃO DE
AREIA NO MUNICÍPIO DE PINDARÉ-MIRIM/MA**

Dissertação de mestrado apresentada como
requisito para obtenção do grau de mestre no
Programa de Pós-Graduação Stricto Sensu em
Geografia, Natureza e Dinâmica do Espaço (PPGeo)
– Mestrado em Geografia

Orientador(a): Prof. Dr. Silas Nogueira de Melo
Coorientador(a): Prof. Dr. Rafael Brugnolli Medeiros

Aprovada em: 19/ 09/ 2025

BANCA EXAMINADORA



Documento assinado digitalmente
SILAS NOGUEIRA DE MELO
Data: 14/05/2026 13:10:04-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. Silas Nogueira de Melo (Orientador)
Universidade Estadual do Maranhão (UEMA)



Documento assinado digitalmente
RAFAEL BRUGNOLLI MEDEIROS
Data: 27/05/2026 14:18:44-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. Rafael Brugnolli Medeiros (Coorientador)
Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD)

Prof. Dr. J. Christopher Brown
Universidade do Kansas (KU)



Documento assinado digitalmente
JOSE FERNANDO RODRIGUES BEZERRA
Data: 27/05/2026 16:37:06-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. José Fernando Rodrigues Bezerra
Universidade Estadual do Maranhão (UEMA)

Dedico este trabalho a Deus por ter me
presenteado com o dom da vida.
À minha família, em especial minha avó
Severina Lucindo e meus pais Francisco
Borba e Maria Nilce Lucindo, que me
incentivaram e apoiaram durante toda a
vida.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, a Deus, por me conceder força e sabedoria ao longo desta jornada. Sem Sua presença e amor, não teria chegado até aqui.

Aos meus pais, Francisco Borba da Silva e Maria Nilce Lucindo Silva, por serem meu alicerce e por todo o apoio, amor e ensinamentos que me guiaram ao longo da vida. Vocês são a base de tudo que conquistei.

Aos meus irmãos, Romero Lucindo Silva, Alice Winny Lucindo Silva e Aline Lucindo Silva, pela amizade, apoio e por estarem sempre ao meu lado, celebrando cada vitória.

Aos meus amigos, Cristiano Serrão, Marconi Penha e Cleilson Oliveira, pela parceria ao longo dos anos, por toda força e companheirismo neste mestrado.

Aos grandes amigos Jonatan Muniz Caldas e Charliton Rocha Oliveira, pela parceria fundamental na pesquisa de campo, especialmente, no processamento dos dados, base para a estruturação desta pesquisa. Suas ajudas foram cruciais para a conclusão deste trabalho.

À minha esposa, Paula Thais Silva, pelo amor, paciência e compreensão ao longo de todo esse processo. Aos meus filhos, Paulo Roberto Silva Lucindo, Mário Roberto Silva Lucindo e Heloisa Costa Lucindo, vocês são minha maior inspiração e motivação diária, que me faz querer crescer e melhorar cada vez mais.

Ao Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio Pindaré, na pessoa do presidente Raimundo Nonato Moraes Andrade, por ter recebido este trabalho como parte importante das ações do CBH Pindaré.

Ao Dr. Raimundo Rodrigues dos Santos Filho, minha gratidão eterna por ter me recebido em 2012, e por 2 anos ter me apresentado ao mundo profissional e oferecido não apenas conhecimento técnico, mas também lições preciosas sobre a importância da humanização no trabalho, da boa convivência e do trabalho em equipe. Tendo ensinado a primar pela eficiência e pela qualidade na execução de cada tarefa, sempre buscando os melhores resultados. Agradeço profundamente por essas lições, que moldaram minha trajetória e são, até hoje, guias fundamentais no meu percurso profissional.

À turma do curso técnico em Meio Ambiente do IEMA, que se formará em 2024, meu mais profundo e sincero agradecimento. Tive o privilégio de ser professor de uma turma extraordinária, e, ao longo de três anos, vocês não só me ensinaram como também me inspiraram. Foi por meio da convivência diária que aprendi lições

inestimáveis sobre a importância da dedicação, da curiosidade e da paixão pela aprendizagem. Parte de minha pesquisa só foi possível graças ao compromisso e a parceria de vocês, me sinto verdadeiramente honrado por ter estado ao seu lado durante todo este tempo.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Silas Nogueira de Melo, pelas sábias orientações e paciência durante esta pesquisa. Ao Prof. Dr. Rafael Brugnolli Medeiros, meu coorientador, por sua valiosa ajuda e por compartilhar seu vasto conhecimento.

Aos meus tios, Nélio Oliveira e Maria Perpétua, e aos meus padrinhos, Mário Borba e Maria Reis, pelo carinho e apoio incondicionais.

A Frank Oliveira da Silva, Elean Carlos Rodrigues Cordeiro, Tassia Fernanda Soares Amaral e Almeliane Alves, agradeço por acreditarem no meu potencial e por darem todo o suporte necessário para que eu pudesse concluir esta etapa tão importante.

Agradeço, com imensa gratidão, à secretária do programa de pós-graduação, Nana Alves, por sua paciência e prontidão em todas as questões burocráticas, que tornaram o processo mais leve. Meu reconhecimento especial a Luiz Carlos Araújo dos Santos, Coordenador, pela liderança inspiradora, e a todo o corpo docente do Programa de Pós-Graduação em Geografia Natureza e Dinâmica do Espaço, por compartilharem seus conhecimentos e contribuírem para minha formação.

Por fim, aos meus colegas docentes do IEMA, pelo incentivo e companheirismo ao longo dessa jornada.

"Vejo a natureza com uma estrutura magnífica que podemos compreender apenas imperfeitamente e que deveria inspirar em qualquer pessoa com capacidade de reflexão um sentimento de humanidade".

Albert Einstein.

RESUMO

Esta dissertação analisa, de forma integrada, os impactos socioambientais da extração de areia no município de Pindaré-Mirim/MA, inserido no contexto do bioma Amazônia. O objetivo central desta dissertação é analisar os impactos socioambientais negativos decorrentes da extração de areia no município de Pindaré-Mirim/MA, considerando os efeitos ambientais e socioeconômicos da atividade, sua expansão espacial e a percepção dos moradores residentes nas proximidades das frentes de lavra. Metodologicamente, trata-se de um estudo de abordagem mista, que combina elementos quantitativos e qualitativos com a utilização de questionários semiestruturados, para verificação das percepções, frequências e análise das falas para interpretação dos sentidos e dos padrões resultantes, o estudo articulou-se em três frentes, sendo: (I) caracterização geoambiental com abordagens sobre a geologia, o relevo, solos, hidrografia, clima e bioma predominante, apoiada em cartografia temática; (II) geoprocessamento com aplicação do método de detecção de mudanças em séries temporais de imagens de alta resolução para mapeamento de frentes de lavra e áreas degradadas; e (III) levantamento da percepção dos moradores do entorno dos empreendimentos por meio de questionários semiestruturados. Os resultados evidenciam supressão da vegetação, degradação do solo e efeitos negativos sobre a qualidade de vida, além de apontar a fragilidade das instituições desde a fiscalização à baixa efetividade de medidas mitigadoras. Verifica-se ainda a ampliação das áreas de extração e pressões sobre as zonas aluviais de maior vulnerabilidade. Como proposições, o estudo recomenda o fortalecimento do comitê da bacia hidrográfica do Rio Pindaré, aprimoramento do licenciamento ambiental e da fiscalização, monitoramento contínuo, direcionamento da CFEM em prol da comunidade, recuperação de áreas de APPs e investimento em educação ambiental. A metodologia, ao combinar a evidência espacial e a voz da comunidade, oferece um padrão replicável para a gestão de áreas mineradas em contextos amazônicos.

Palavras-chave: Extração de areia; Impactos socioambientais; Geoprocessamento; Detecção de mudanças; Bioma Amazônia; Pindaré-Mirim

ABSTRACT

This dissertation provides a comprehensive analysis of the socio-environmental impacts of sand mining in the municipality of Pindaré-Mirim, Maranhão, within the context of the Amazon biome. The central objective of this dissertation is to analyze the negative socio-environmental impacts resulting from sand mining in the municipality of Pindaré-Mirim, Maranhão, considering the environmental and socioeconomic effects of the activity, its spatial expansion, and the perceptions of residents living near the mining sites. Methodologically, this is a mixed-methods study that combines quantitative and qualitative elements using semi-structured questionnaires to verify perceptions and frequencies, and analyzes responses to interpret meanings and resulting patterns. The study was structured along three lines: (I) geo-environmental characterization, addressing geology, relief, soils, hydrography, climate, and the predominant biome, supported by thematic cartography; (II) geoprocessing using the change detection method on time series of high-resolution images to map mining fronts and degraded areas; and (III) a survey of the perceptions of residents living near the mining operations through semi-structured questionnaires. The results highlight vegetation loss, soil degradation, and negative effects on quality of life, in addition to pointing to the fragility of institutions—from enforcement to the low effectiveness of mitigation measures. There is also evidence of the expansion of extraction areas and pressures on the most vulnerable floodplains. As recommendations, the study proposes strengthening the Pindaré River Basin Committee, improving environmental licensing and enforcement, implementing continuous monitoring, directing CFEM funds to benefit the community, restoring areas designated as Protected Areas (APPs), and investing in environmental education. By combining spatial evidence with community input, the methodology offers a replicable model for managing mined areas in Amazonian contexts

Keywords: Sand mining; Socio-environmental impacts; Geoprocessing; Change detection; Amazon biome; Pindaré-Mirim.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Engenho Central de São Pedro.....	24
Figura 2 - Localização do Município de Pindaré-Mirim – MA.....	25
Figura 3 - Distribuição mundial das exportações de areias naturais em 2023.....	33
Figura 4 - Evolução das exportações mundiais de areias naturais por região, entre 1995 e 2023	34
Figura 5 - Sítios Ramsar do Brasil.....	59
Figura 6 – Etapas da pesquisa	75
Figura 7 - Destino da areia produzida em Pindaré-Mirim/MA	89
Figura 8 - Área degradada pela mineração de areia.....	90
Figura 9 - Localização e Distribuição da Bacia Sedimentar do Parnaíba	94
Figura 10 - Limites estruturais da bacia do Parnaíba.....	95
Figura 11 - Carta Estratigráfica Bacia do Parnaíba	96
Figura 12 - Unidades Litoestratigráficas do Município de Pindaré-Mirim/MA.....	98
Figura 13 - Mapa hipsométrico do município de Pindaré-Mirim/MA	102
Figura 14 - Unidades de relevo de Pindaré-Mirim/MA	103
Figura 15 – Classes de solos do município de Pindaré-Mirim/MA.....	106
Figura 16 - Mapa da Hidrografia do município de Pindaré-Mirim/MA.....	109
Figura 17 - Gênero.....	111
Figura 18 – Faixa Etária.....	112
Figura 19 - Nível de escolaridade.....	113
Figura 20 - Há quanto tempo você reside nesta localidade	114
Figura 21 - Você está ciente da presença de jazidas de extração de areia na comunidade e no entorno?	116
Figura 22 - Caminhão Basculante transportando areia	117
Figura 23 - Você ou alguém da sua família são funcionários de alguma empresa de extração mineral no município de Pindaré-Mirim/MA.....	118
Figura 24 - Salários de admissão na extração mineral.....	119
Figura 25 - Site com notícia de denúncia de moradores sobre a extração de areia no Rio Pindaré em Pindaré-Mirim/MA	120
Figura 26 - Você acredita que as jazidas de extração de areia têm degradado o meio ambiente.....	121
Figura 27 - Qual tipo de degradação ambiental você acredita que estão relacionados com a extração de areia em sua comunidade	122

Figura 28 - Degradação Ambiental causada por empreendimento de extração de areia.....	123
Figura 29 - Você acredita que a extração de areia afeta negativamente a qualidade de vida ou a saúde dos residentes da comunidade?.....	126
Figura 30 - Você conhece alguma medida adotada pelas autoridades ou pelas empresas de extração, para minimizar os problemas ambientais causados pela retirada de areia?.....	128
Figura 31 - Você acredita que a comunidade deveria desempenhar um papel mais ativo na discussão e monitoramento das atividades de extração de areia?	130
Figura 32 - Área de Extração de Areia no Município de Pindaré-Mirim/MA	132
Figura 33 - Você já participou de alguma iniciativa ou grupo de discussão (reunião) sobre a degradação ambiental causada pelas jazidas de extração de areia em sua comunidade?	133
Figura 34 - Como você avalia a maneira como as questões ambientais relacionadas à extração de areia estão sendo tratadas em sua comunidade	134
Figura 35 - Distribuição das empresas e áreas de lavras registradas na ANM	139
Figura 36 - Áreas de extração de areia em Pindaré-Mirim/MA no ano de 2015.....	143
Figura 37 - Áreas de extração de areia em Pindaré-Mirim/MA no ano de 2024.....	144
Figura 38 – Proximidade de área de extração de areia com o Estádio municipal de futebol Jaime Melo.....	146
Figura 39 - Evidências de pressão antrópica em áreas sensíveis decorrentes da extração de areia	148
Figura 40 - Localização do Sítio Ramsar/APA da Baixada Maranhense e das áreas de extração de areia no município de Pindaré-Mirim/MA.....	149
Figura 41 - Área inundada nas proximidades da Sede de Pindaré	150
Figura 42 - Plataforma SIGLA: Sistema Integrado de Gerenciamento de Licenciamento e Autorização Ambiental	163

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Métodos de lavra aplicados na extração de areia	30
Quadro 2 - Principais leis, decretos e demais normas que estruturam a atividade mineradora no Brasil.....	42
Quadro 3 - Classificação da atividade mineradora segundo a PNMA.....	44
Quadro 4 - Critérios Ramsar e justificativas aplicadas à APA da Baixada Maranhense	57
Quadro 5 - Sítios Ramsar do Brasil.....	58
Quadro 6 - Matriz de Impacto Ambiental Ponderada - Extração de Areia (Pindaré-Mirim/MA)	137
Quadro 7 - Fluxo operacional proposto	164

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Principais minérios exportados pelo Brasil	39
Tabela 2 - Ranking atualizado dos principais crimes globais – GFI/LFR.....	40
Tabela 3 - Alíquotas para fins de incidência da CFEM	72
Tabela 4 - Distribuição das Unidades Litoestratigráficas no território do Município de Pindaré-Mirim/MA.....	98
Tabela 5 - Empresas cadastradas na ANM e áreas requeridas para mineração de areia (ha e m ²) em Pindaré-Mirim/MA.....	140
Tabela 6 - Dados de arrecadação CFEM em Pindaré-Mirim/MA.....	154

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ANA	Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico
ANM	Agência Nacional de Mineração
APA	Área de Proteção Ambiental
CBH Pindaré	Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio Pindaré
CFEM	Compensação Financeira pela Exploração de Recursos Minerais
CONAMA	Conselho Nacional do Meio Ambiente
CPRM	Serviço Geológico do Brasil (antiga Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais)
DNPM	Departamento Nacional de Produção Mineral
EIA/RIMA	Estudo de Impacto Ambiental / Relatório de Impacto Ambiental
FCP	Fundação Cultural Palmares
FUNAI	Fundação Nacional dos Povos Indígenas
GPS	Global Positioning System
IBAMA	Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IBRAM	Instituto Brasileiro de Mineração
IEMA	Instituto Estadual de Educação, Ciência e Tecnologia do Maranhão
IPHAN	Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional
KU	Universidade do Kansas
LI	Licença de Instalação
LO	Licença de Operação
LP	Licença Prévia
LRF	Lei de Responsabilidade Fiscal
MA	Maranhão
MG	Minas Gerais
MMA	Ministério do Meio Ambiente e Mudança do Clima
MP	Ministério Público

NICFI	Norway's International Climate & Forests Initiative
PA	Pará
PI	Piauí
PIB	Produto Interno Bruto
PNMA	Política Nacional do Meio Ambiente
PRAD	Plano de Recuperação de Áreas Degradadas
RCL	Receita Corrente Líquida
RJ	Rio de Janeiro
RSIS	Ramsar Sites Information Service
SEMA/MA	Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Recursos Naturais do Maranhão
SIGMINE	Sistema de Informação Geográfica da Mineração
SIGLA (SEMA/MA)	Sistema Integrado de Gerenciamento de Licenciamento Ambiental
SIRGAS 2000	Sistema de Referência Geocêntrico para as Américas 2000
SISNAMA	Sistema Nacional do Meio Ambiente
SP	São Paulo
TAH	Taxa Anual por Hectare
UEMA	Universidade Estadual do Maranhão
UTM	Universal Transversa de Mercator

Sumário

1. INTRODUÇÃO	19
1.1. Área de Estudo: Caracterização Histórica, Geográfica, Ambiental e Socioeconômica de Pindaré-Mirim/MA	23
1.1.1. Contexto histórico	23
1.1.2. Localização geográfica	25
1.1.3. Caracterização ambiental	25
1.1.4. Aspectos socioeconômicos	26
2. REFERENCIAL TEÓRICO	29
2.1. Aspectos Conceituais e Característicos da Areia	29
2.2. Areia no mundo: o recurso esquecido na crise global de sustentabilidade	32
2.3. Evolução histórica da mineração no Brasil	35
2.4. A Importância Econômica da Mineração no Brasil	38
2.5. Aspectos normativos da atividade mineradora e ambiental	41
2.5.1. Áreas úmidas, Convenção de Ramsar e APA da Baixada Maranhense	55
2.6. Impactos Socioambientais e econômicos relacionados à Extração de Areia	60
2.7. Sustentabilidade aplicada à atividade de extração de areia	67
2.8. Compensação Financeira pela Exploração de Recursos Minerais (CFEM)	71
3. METODOLOGIA	75
3.1. Tipo de pesquisa	77
3.2. Universo e amostra	78
3.3. Critérios de inclusão e exclusão	78
3.4. Procedimentos de coleta de dados	79
3.5. Procedimentos de Geoprocessamento e Método de Detecção de Mudanças	81
3.6. Análise dos dados	84
3.6.1. Matriz de Impacto Ambiental (adaptação de Leopold)	85
3.7. Aspectos éticos	86
3.8. Limitações da Pesquisa	86
4. RESULTADOS E DISCUSSÕES	88
4.1. Condicionantes físicos da extração de areia em Pindaré-Mirim/MA	92
4.1.1. Geologia do município de Pindaré-Mirim/MA	93
4.1.2. Relevo do município de Pindaré-Mirim/MA	101
4.1.3. Solos do município de Pindaré-Mirim/MA	105
4.1.4. Hidrografia do município de Pindaré-Mirim/MA	108

4.2.	A voz da Comunidade: os Impactos sociais decorrentes da extração de areia, no município de Pindaré-Mirim/MA.....	110
4.2.1.	Perfil sociodemográfico dos moradores	111
4.2.2.	Emprego e conscientização sobre atividade de extração de areia.....	116
4.2.3.	Percepção acerca da degradação ambiental na comunidade.....	120
4.2.4.	Percepção sobre os impactos na qualidade de vida e saúde.....	125
4.2.5.	Percepção sobre as medidas de mitigação e a participação comunitária	128
4.2.6.	Avaliação dos moradores sobre as questões ambientais na comunidade	134
4.3.	Impactos ambientais e econômicos, decorrentes da extração de areia, no município de Pindaré-Mirim/MA.....	136
5.	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	156
5.1.	Proposições.....	160
	REFERÊNCIAS	165
	APÊNDICES.....	179
	Apêndice A – QUESTIONÁRIO.....	180
	ANEXOS	182
	Anexo A - Reportagem: A Poeira de Santa Helena – TV Remanso, Canal do Youtube	183
	Anexo B – Servidores da ANM Cobram melhores condições e estrutura na Câmara dos Deputados - Portal Câmara dos Deputados:.....	184
	Anexo C - Greve de 2023 da ANM – Site Metrôpoles	186

1. INTRODUÇÃO

A relação do ser humano com o meio ambiente foi caracterizada ao longo dos anos pela exploração predatória que resultou na degradação ambiental, na extinção de algumas espécies de animais, no desmatamento, no consumo de produtos derivados dos minérios e, sobretudo, no desequilíbrio dos ecossistemas. Catástrofes naturais e eventos extremos recentes possuem uma relação direta com a intervenção humana no meio ambiente como, por exemplo, as intervenções da mineração que impactam não apenas o meio ambiente, mas a comunidade local em geral (Gonçalves, 2018).

No dia 05 de novembro de 2015 houve o rompimento da Barragem do Fundão administrada pela mineradora Samarco Mineração S/A, o resultado disso foi o lançamento de uma grande quantidade de rejeitos e sedimentos nos rios e córregos que cortam os municípios de São Mateus, Linhares, Aracruz e Serra, sendo considerado um dos maiores desastres ambientais já registrados no país. Algo semelhante ocorreu no município de Brumadinho/MG, quando no dia 25 de janeiro de 2019 houve o rompimento da barragem da Mina do Córrego Feijão, o que resultou na morte de 270 pessoas e no lançamento de uma grande quantidade de metros cúbicos de rejeitos de mineração na bacia do Rio Paraopeba (Aráoz, 2020).

A mineração com ênfase dada a modalidade de extração de areia é considerada uma atividade causadora de degradação ambiental no Brasil, pois o resultado de sua implantação e operação implica supressão da vegetação (desmatamento), exposição do solo à erosão, contaminação dos recursos hídricos (superficiais e subterrâneos), poluição do ar, dentre outros aspectos negativos (Mechi; Sanches, 2010).

O interesse em desenvolver a presente temática relaciona-se à experiência profissional do pesquisador na área ambiental, especialmente na elaboração de estudos, planos e projetos vinculados ao licenciamento ambiental de empreendimentos minerários de extração de areia no Maranhão. Essa atuação possibilitou contato direto com os procedimentos técnicos, exigências legais e desafios associados ao acompanhamento dessas atividades.

Nesse contexto, observou-se que, embora o licenciamento ambiental exija estudos técnicos e medidas mitigadoras, sua efetividade depende do cumprimento das condicionantes pelos empreendedores e da fiscalização contínua dos órgãos

competentes. Essa vivência contribuiu para a escolha do tema e para a análise crítica dos impactos socioambientais da extração de areia no município de Pindaré-Mirim/MA.

Esta pesquisa tem como objetivo analisar os impactos socioambientais negativos decorrentes da extração de areia no município de Pindaré-Mirim/MA. Para execução dessa tarefa, foram identificados os empreendimentos que atuam na atividade de extração de areia na região; verificou-se por meio de visitas in loco a percepção de moradores do entorno desses empreendimentos minerários e observou-se a significativa retirada de areia, causando grandes impactos no solo e na vegetação, o que se configura como degradação ambiental de áreas de preservação permanente do Rio Pindaré situado na Área de Proteção Ambiental da Baixada Maranhense (APA da Baixada).

A extração de areia no município de Pindaré-Mirim tem contribuído para acentuar o processo de degradação ambiental que se torna perceptível ao percorrer as áreas de instalação desses empreendimentos minerários, evidenciada pela retirada de vegetação nas proximidades do Rio Pindaré. Isso culmina no assoreamento do rio, o que pode ocasionar o desaparecimento ou escassez de diversas espécies de peixes, poluição, entre outros indicadores que destacam a influência negativa da ação humana irregular e não planejada.

Partindo desse pressuposto, destaca-se que essa atividade em Pindaré-Mirim/MA aparenta ser pouco acompanhada pelos órgãos de fiscalização e controle das diferentes esferas de governo, o que pode favorecer práticas desordenadas, fragilidades no controle ambiental e possíveis irregularidades associadas à extração de areia nessa região.

Em que pese a relevância dessa questão, não foram identificados, na literatura consultada, estudos específicos que tratem dos impactos socioambientais da extração de areia no município de Pindaré-Mirim/MA. Essa lacuna evidencia a necessidade de aprofundar a análise sobre a atividade e seus efeitos ambientais, sociais e econômicos no contexto local.

Apesar de existirem pesquisas sobre impactos socioambientais da mineração de areia em outras regiões brasileiras e internacionais como, por exemplo, Peduzzi (2014), Mechi e Sanches (2010), Koehnken e Rintoul (2018), Hackney et al. (2021), Gallagher e Peduzzi (2019) e Silva, Fortes e Delgado (2020), nenhuma dessas pesquisas focou diretamente na realidade local, com suas particularidades ambientais

e sociais, a saber: o modo de vida das pessoas, as características geoambientais e econômicas do local, que verdadeiramente moldam a forma como as pessoas convivem ou enxergam o seu meio ambiente natural.

Diante dessa lacuna, esta pesquisa parte da seguinte questão norteadora: como a extração de areia tem impactado o ambiente e a qualidade de vida dos moradores do entorno das áreas mineradas em Pindaré-Mirim/MA?

Portanto, esta dissertação apresenta-se como pioneira, ao passo que busca uma análise dos impactos socioambientais resultantes da atividade de extração de areia, contribuindo para preencher esta lacuna e fornecer subsídios científicos e técnicos que contribuirão para futuras pesquisas de comunidades acadêmicas e na tomada de decisão por parte de atores institucionais relevantes.

É inegável que a extração de areia movimenta a economia do município de Pindaré-Mirim/MA e contribui para abastecer o setor da construção civil em municípios vizinhos, como Santa Inês/MA.

O propósito subjacente a esta abordagem é a ampliação da discussão sobre a importância da implementação de ações mitigadoras efetivas dos impactos ambientais negativos ao meio ambiente, visando assegurar a preservação e a sustentabilidade dos ecossistemas locais e, como resultado, a promoção da harmonia entre as atividades humanas e a biodiversidade.

Autores como Peduzzi (2014), Koehnken e Rintoul (2018) e Hackney et al. (2021) destacam a complexidade da atividade de extração de areia e seus efeitos negativos que incidem não apenas no meio ambiente, mas também sobre as comunidades locais, que enfrentam a perda do seu meio de subsistência e problemas de saúde decorrentes da ausência de práticas sustentáveis de mineração.

Isso é relevante porque a atividade extrativista, se não for bem planejada sob o viés da sustentabilidade ambiental e social, causa danos muitas vezes irreparáveis, tanto ao meio ambiente quanto às comunidades locais.

A condução deste estudo emerge como um fator preponderante, fornecendo subsídios essenciais para embasar as políticas governamentais voltadas à proteção dos recursos naturais e à promoção do uso sustentável do meio ambiente, especialmente no contexto das atividades mineradoras.

A relevância da pesquisa é notada ao se observar as contribuições que permitem uma compreensão sobre os impactos socioambientais resultantes da extração de areia no município de Pindaré-Mirim/MA. Nesse sentido, acredita-se ser

imperativo desenvolver estratégias eficazes de proteção e uso sustentável do ecossistema, visando preservar a rica biodiversidade maranhense.

A presente pesquisa abordou a temática dos impactos socioambientais negativos relacionados à extração de areia no município de Pindaré-Mirim/MA. O referencial teórico foi estruturado com base em conceitos relacionados à mineração, às características da areia, à relevância econômica e histórica da atividade mineradora no Brasil, bem como às bases normativas ambientais e jurídicas aplicáveis à mineração.

A metodologia adotada caracteriza-se como estudo aplicado, descritivo e de abordagem mista. Foram utilizados questionários semiestruturados com moradores residentes nas proximidades das áreas de extração de areia, encontrados em suas residências no momento definido para aplicação do instrumento. Também foram adotados procedimentos de geoprocessamento, com foco na detecção de mudanças ambientais nas áreas de estudo, buscando observar o crescimento das áreas de extração de areia e relacionar essa expansão aos impactos socioambientais negativos identificados.

Os resultados e discussões foram organizados a partir da caracterização geoambiental do município de Pindaré-Mirim/MA, da percepção dos moradores sobre os impactos socioambientais negativos decorrentes da atividade e da análise espacial das áreas afetadas pela extração de areia. Essa organização permitiu relacionar os dados obtidos em campo, as falas dos moradores e as peças cartográficas produzidas ao longo da pesquisa.

As considerações finais dedicaram-se à apresentação de proposições voltadas à mitigação dos impactos socioambientais negativos, com base nos resultados obtidos, na experiência do autor com o licenciamento ambiental e na atuação junto ao Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio Pindaré. Foram propostas ações para o fortalecimento do comitê, a ampliação da eficiência dos órgãos ambientais competentes e a implementação de um sistema de avaliação e monitoramento contínuo das atividades de mineração no município.

1.1. Área de Estudo: Caracterização Histórica, Geográfica, Ambiental e Socioeconômica de Pindaré-Mirim/MA

1.1.1. Contexto histórico

O presente estudo tem como área de análise o município de Pindaré-Mirim/MA, anteriormente conhecido como Povoado Engenho Central, que antes fora habitado pelo povo indígena Guajajara. Em 1839, foi instituída a Lei Provincial nº 85, que denominou o lugar como Colônia São Pedro, que atraiu pessoas vindas principalmente dos estados do Piauí e Ceará. A oficialização do nome Pindaré-Mirim se deu no ano de 1943, por meio do Decreto-Lei nº 820, de 30/12/1943 (IBGE, 1959).

Segundo Costa (2008), foi a implantação do Engenho de São Pedro que trouxe prestígio à região, pois se tratava de um grande centro da Companhia de Progresso do Maranhão, além da região e da companhia, ela representou a força de trabalho de negros escravos, dos alforriados que trabalhavam por pagamento, de lavradores, dos indígenas e seus descendentes, também representou os senhores e os comerciantes.

A decadência do engenho de São Pedro que marcou a região é detalhada por Dourado e Boclin (2008), que descreveram a trajetória do Engenho da seguinte forma:

O Engenho São Pedro, construído a partir de 1881, foi inaugurado em 1884, iniciando sua produção na mesma data. Era um grande complexo industrial que, além de um extenso e moderno maquinário, contava, inclusive, com um trecho de ferrovia, o primeiro construído no Maranhão, para o transporte da cana. Mas, por uma série de circunstâncias negativas, queda nos preços do açúcar, problemas no fornecimento da cana e questões administrativo financeiras, os resultados ficaram muito aquém do esperado: 846 toneladas em 1884 e 1.375 em 1885. A partir de 1886 a produção começou a decair ainda mais, e os problemas avolumaram-se nos anos seguintes, agravados, ainda, pela proibição do trabalho escravo. (Dourado; Boclin, 2008, p. 33).

O antigo edifício do engenho encontra-se preservado, e sua imponente estrutura serve como testemunho material da história e dos saberes que moldaram a identidade da região.

Figura 1 - Engenho Central de São Pedro



Fonte: Elaborado pelo autor (2023)

Sobre o município de Pindaré-Mirim, Darcy Ribeiro, antropólogo, sociólogo, professor, escritor, indigenista e político, em sua segunda expedição, precisamente no mês de agosto de 1951, com destino às aldeias dos Urubu-Ka'apor, registrou sua passagem em diários escritos na forma de cartas para sua esposa Berta Ribeiro, esse compilado de registros diários deu origem ao livro intitulado: "Diários Índios: Os Urubu-Ka'apor". Durante sua passagem pelo município, como etnólogo do Serviço de Proteção ao Índio, ele esteve no Posto Indígena Gonçalves Dias, a partir de lá, registrou:

Pindaré-Mirim, é ainda menor. Fica à margem direita do rio Pindaré e também entrou na dança de topônimos nos últimos anos, o que nos tem custado muita confusão. Era antigamente, a Vila São Pedro, passou depois a chamar-se Engenho Central e ainda é conhecida de muita gente por esse nome, ultimamente ganhou estouro. Domina o lugarejo um Barracão de tijolos vermelhos e cobertura de zinco, suportada por uma estrutura aço, e provido

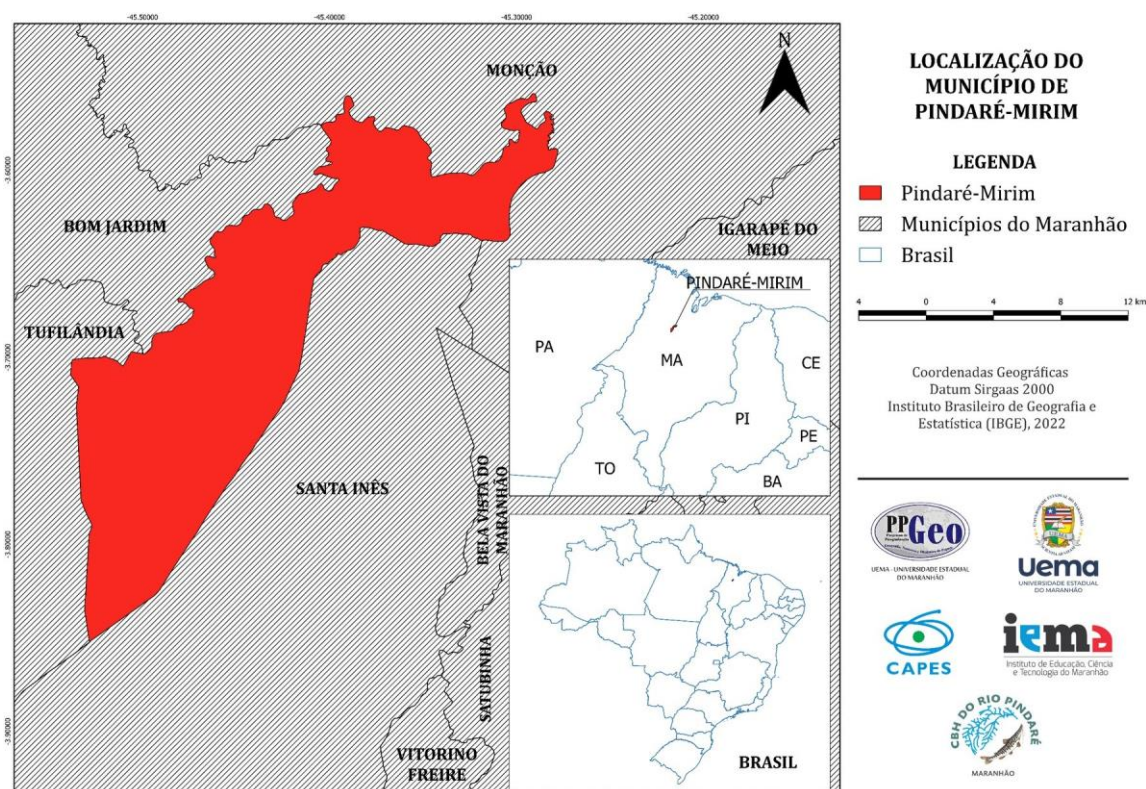
de uma enorme chaminé. Daí o nome do lugar: era o engenho de cana, a usina central que produzia açúcar e ocupava muita gente nas máquinas e nos canaviais cortados por trilhos, que ainda enferrujam, perdidos nas velhas capoeiras. Ali por volta de 1910 foi vendida a maquinaria, ficando somente o casarão, que nunca mais teve hóspede mecânico. (Ribeiro, 1996, p. 511).

1.1.2. Localização geográfica

O município de Pindaré-Mirim/MA limita-se ao norte com o município de Monção, ao sul o município de Santa Inês, a leste os municípios de Monção e Santa Inês e a oeste, os municípios de Bom Jardim e Tufilândia (IBGE, 2024).

A sede do município está localizada nas seguintes coordenadas geográficas: Latitude: 3° 39' 54" Sul, Longitude: 45° 25' 31" Oeste. O município está situado próximo à região central do Estado do Maranhão, possui características da região Amazônica, sendo banhada pelo rio Pindaré, que dá nome ao município.

Figura 2 - Localização do Município de Pindaré-Mirim – MA



Fonte: elaborado pelo autor (2023)

1.1.3. Caracterização ambiental

O Município de Pindaré-Mirim está inserido na região conhecida como Baixada Maranhense, um conjunto de planícies baixas e úmidas, com áreas extensas e

sazonalmente alagáveis, localizando-se no baixo curso do rio Pindaré (Brasil, s.d.; ISA, s.d.).

A região da Baixada Maranhense dá nome à Área de Proteção Ambiental da Baixada Maranhense, criada pelo Decreto Estadual nº 11.900/1991 (MARANHÃO, 1991), e reconhecida como Sítio Ramsar, por se tratar de uma zona úmida de importância internacional, o que garante a relevância ecológica do mosaico de rios locais, várzeas, lagos e lagoas (Ramsar Convention Secretariat, 2020).

Conforme Correia Filho et al. (2011), o clima regional está enquadrado no domínio tropical, com inverno seco (Aw), em transição para condições úmidas (Am) em porções da Baixada Maranhense, as duas estações são bem definidas, uma chuvosa (dezembro a maio) e uma seca (junho a novembro).

Com base em Abreu (2013), utilizando a estação do INMET mais próxima, Zé Doca 82376, a temperatura média anual é de 26,4 °C, com temperatura mínima média de 22,3 °C e temperatura máxima média de 32,3 °C. No posto pluviométrico Pindaré-

Mirim, da Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA 345006), a precipitação média anual é de cerca de 1.882 mm, tendo picos entre fevereiro e abril.

No contexto da geomorfologia, destacam-se as planícies e terraços aluviais quaternários no baixo Pindaré, onde se concentram depósitos de areia que são associados à dinâmica fluvial, conferindo, assim, aptidão para extração deste agregado para a construção civil (Correia Filho et al., 2011; ANM, s.d.).

Em nível pedológico, há a ocorrência de Argissolos, Latossolos e Plintossolos, em posições distintas, as propriedades e distribuições são descritas na classificação oficial brasileira (Santos et al., 2018; IBGE, 2015).

Segundo o IBGE (2024), Pindaré-Mirim está inserido no Bioma Amazônia, conforme a lista oficial 'Bioma Predominante por Município', atualizada em 2024. Cabe ressaltar que esse atributo possui finalidade estatística.

O GeoInfra USP (2025) também situa a região da bacia hidrográfica do rio Pindaré no bioma Amazônia, reforçando o enquadramento dado pelo IBGE.

1.1.4. Aspectos socioeconômicos

Atualmente, segundo dados do IBGE (2024), Pindaré-Mirim/MA possui uma população de aproximadamente 31.429 habitantes, com uma densidade demográfica de 117,15 habitantes/km².

Ainda segundo o IBGE (2024), o sistema educacional de Pindaré-Mirim/MA apresenta indicadores expressivos. A taxa de escolarização para crianças e adolescentes de 6 a 14 anos atingiu percentual de 98,79% em 2022. Em relação à qualidade da educação, os dados do IDEB de 2023 demonstram uma avaliação de 4,5 para os anos iniciais do ensino fundamental na rede pública, os anos finais registraram índices de 3,7. A rede de ensino em 2024 é composta por 39 estabelecimentos de ensino fundamental, atendendo a 4.906 alunos contando com 433 docentes. No ensino médio, o município conta com 7 estabelecimentos, 1.444 matrículas e 92 docentes.

No cenário econômico, o Produto Interno Bruto (PIB) per capita registrado em 2021 foi de R\$ 8.921,00, segundo informações do IBGE (2024), o que representa, no ranking estadual, a posição de número 118 de 217 municípios e no ranking nacional a posição 5.245 de 5.571 municípios. Na região geográfica, Pindaré ocupa a posição de número 9 de 15 municípios. O índice de desenvolvimento humano municipal no ano de 2010 foi de 0,633. Em relação à rede de saúde o Município possui 13 estabelecimentos que fazem parte do Sistema Único de Saúde.

Por fim, o IBGE (2024) afirma que, o município de Pindaré-Mirim, possuía 6,86 km² de área urbanizada no ano de 2019, com o bioma Amazônia sendo o predominante no ano de 2024. No ano de 2010, Pindaré-Mirim possuía ainda, 2.063 pessoas expostas em áreas de risco a inundações, enxurradas e deslizamentos.

De acordo com dados do Sebrae (2025), a economia de Pindaré-Mirim apresenta a seguinte configuração:

Na cidade de Pindaré-Mirim, em termos de empregados, os setores econômicos que se destacaram em 2022 foram Administração Pública, Defesa e Seguridade Social (2.326), Agricultura, Pecuária e Serviços Relacionados (312), e Fabricação de Produtos de Minerais Não Metálicos (177).

Sinteticamente, os painéis oficiais indicam que a estrutura ocupacional é concentrada na administração pública, agropecuária e fabricação de materiais não metálicos, o PIB per capita é baixo no contexto estadual, e Pindaré-Mirim também possui desafios urbano-ambientais compatíveis com a região em que está inserido, conforme dados do IBGE e do Sebrae. Esse contexto socioeconômico reforça a vulnerabilidade do município diante das pressões ambientais provocadas pela

extração de areia, especialmente quando a atividade ocorre em áreas próximas a comunidades, corpos hídricos e setores urbanos com menor infraestrutura.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

O referencial teórico desta pesquisa está estruturado de modo a contemplar, inicialmente, os aspectos conceituais e as características da areia; seguidos da abordagem sobre a importância econômica da mineração no Brasil; e de uma breve evolução histórica da atividade mineradora no país. Em seguida, são discutidos os principais aspectos normativos da atividade mineradora e ambiental no país, abordando o Licenciamento Ambiental e os órgãos responsáveis pelas autorizações necessárias para a instalação e funcionamento dos empreendimentos.

Na sequência, são apresentados os Impactos Socioambientais decorrentes da atividade mineradora, com destaque para aqueles associados à extração de areia. Por fim, o capítulo contempla a discussão sobre a sustentabilidade aplicada à atividade de extração de areia, a Compensação Financeira pela Exploração de Recursos Minerais (CFEM) e as principais características geológicas de Pindaré-Mirim/MA, área de abrangência deste estudo.

2.1. Aspectos Conceituais e Característicos da Areia

A areia é definida tecnicamente como “solo não coesivo e não plástico formado por minerais ou partículas de rochas com diâmetros compreendidos entre 0,06 mm e 2,0 mm” (Associação Brasileira de Normas Técnicas, 1995, p. 8). Diante disso, ela pode ser classificada em três tipos, a saber:

- a) areia fina (possui entre 0,06 mm e 0,2 mm);
- b) areia média (possui entre 0,2 mm e 0,6 mm);
- c) areia grossa (possui entre 0,6 mm e 2,0 mm).

Segundo Nogueira (2016), a areia consiste em um material detrítico de granulometria específica, cuja composição é formada majoritariamente por partículas de quartzo. Porém, as principais definições são feitas no sentido de representar um material mineral granular não coesivo, com tamanho de partículas situado entre limites definidos, com composição química e mineralógica variada e com origem inorgânica.

A areia é também conhecida como agregado para a construção civil em face de sua larga utilização nessa indústria. Dessa forma, sua extração e beneficiamento devem seguir critérios rigorosos de qualidade para assegurar o desempenho das edificações:

O termo “agregados para a construção civil” é empregado no Brasil para identificar um segmento do setor mineral que produz matéria-prima mineral bruta ou beneficiada de emprego imediato na indústria da construção civil. São basicamente a areia e a rocha britada. (VALVERDE, 2001, p. 2).

Mesquita (2019) destaca que a areia é um tipo de mineral muito utilizado na indústria, principalmente na fabricação de vidros, na metalúrgica, bem como na construção civil, com ênfase dada na produção de cimento e dos diferentes tipos de argamassa.

Do ponto de vista de Nogueira (2016), o método de lavra a ser implementado na extração de areia pode ser realizado de três formas, são elas:

Quadro 1 - Métodos de lavra aplicados na extração de areia

TIPO	DESCRIÇÃO
Dragagem:	Feito nos leitos dos rios ou nas cavas inundadas, onde a areia se encontra abaixo do nível freático;
Desmonte hidráulico:	Bastante utilizada em cavas secas ou em mantos de alteração de maciços rochosos;
Lavra por tiras:	Realizado em depósitos homogêneos e de maior extensão horizontal;

Fonte: Nogueira (2016, p. 25).

O Código de Mineração, instituído pelo Decreto-Lei nº 227/1967, estabelece as definições legais para jazida e mina, conforme apresentado abaixo:

a) Jazida: é toda massa individualizada de substância mineral ou fóssil, aflorando à superfície ou existente no interior da terra, e que tenha valor econômico (art. 4º);

b) Mina: a jazida em lavra, ainda que suspensa (art. 4º). As minas podem ser subdivididas em duas categorias, são elas: I - mina manifestada, a em lavra, ainda que transitoriamente suspensa; II - mina concedida, quando o direito de lavra é outorgado pelo Ministro de Estado de Minas e Energia (art. 6º).

As técnicas usadas na lavra de areia dependem do tipo de depósito, da sua topografia, das condições de planejamento e reabilitação da área a ser minerada e da escala de produção. No entanto, o fator de maior influência no planejamento da lavra é a natureza de operação da lavra, se a seco ou a úmido" (Luz; Almeida, 2012, p. 183).

Diante disso, cumpre destacar o que preconiza o artigo 36 do Código de Mineração: “Entende-se por lavra o conjunto de operações coordenadas objetivando o aproveitamento industrial da jazida, desde a extração das substâncias minerais úteis que contiver, até o beneficiamento das mesmas” (Brasil, 1967, p. 6).

Segundo Luz et al. (2010), minério é rocha ou agregado mineral com índices que permitam sua utilização econômica, assim, um mineral sob determinadas condições de mercado e tecnologia poderá tornar-se minério, como também poderá deixar de sê-lo posteriormente.

Segundo a Lei nº 13.575/2017 e o Regulamento do Código de Mineração (Decreto 9.406/2018), a ANM é o órgão competente para outorgar a autorização de pesquisa e outros títulos minerários, já o licenciamento compete a órgãos ambientais, nos termos da Lei Complementar nº 140/2011. Em regimes específicos, pode ser exigida manifestação prévia da ANM por órgãos da administração pública.

Sobre os demais títulos minerários de competência da ANM antes denominada DNPM, o Código de Mineração (BRASIL, 1967), dispõe que:

Art. 2º. Os regimes de aproveitamento das substâncias minerais, para efeito deste Código, são:

II - regime de autorização, quando depender de expedição de alvará de autorização do Diretor-Geral do Departamento Nacional de Produção Mineral - DNPM

Art. 7º O aproveitamento das jazidas depende de alvará de autorização de pesquisa, do Diretor-Geral do DNPM, e de concessão de lavra, outorgada pelo Ministro de Estado de Minas e Energia.

Art. 9º Far-se-á pelo regime de matrícula o aproveitamento definido e caracterizado como garimpagem, faiscação ou cata (Brasil, 1967, p. 1).

O empreendedor deverá requerer as autorizações junto à ANM, com base em polígono de área previamente definido. Segundo Ataíde (2022), esse polígono corresponde a uma área delimitada, na qual o empreendedor do estabelecimento minerário realiza pesquisas de minérios ou de lavra concedida e autorizadas previamente pela Agência Nacional de Mineração. No caso da lavra, a autorização ambiental constitui fator condicionante para que o minerador obtenha a concessão ou regularização da atividade.

Conforme o art. 20, §1º, da Constituição Federal e a Lei nº 13.540/2017, a exploração de recursos minerais ocasiona o recolhimento da Compensação Financeira pela Exploração de Recursos Minerais (CFEM), que é uma contraprestação econômica e distribuída entre a União, os Estados, o Distrito Federal e os Municípios (ANM, s.d.; Brasil, 2017). Na venda, a CFEM incide sobre a receita bruta da venda, sendo deduzidos os tributos que incidem sobre a comercialização, no consumo, transferência, exportação ou arrematação, o cálculo irá se basear na receita

bruta do preço corrente ou do valor de referência, conforme o caso (Brasil, 2017; ANM, s.d.; IBRAM, 2018).

Convém destacar que no contexto socioambiental, as atividades desenvolvidas pelas mineradoras que exploram a extração da areia geram grandes receitas aos “empresários”. Mas, em contrapartida, a distribuição de renda nas localidades em que são exploradas é praticamente inexistente, o que se configura num grave problema de cunho social, principalmente quando os trabalhadores perdem a vida ou sofrem graves acidentes, que comprometem a sua capacidade laboral e a sua qualidade de vida, pelo fato de não utilizarem os equipamentos de proteção necessários.

2.2. Areia no mundo: o recurso esquecido na crise global de sustentabilidade

De acordo com Daham et al. (2024), a areia é uma commodity de ampla utilização, sendo essencial na produção de concreto e outros itens industriais essenciais a exemplo do vidro. A grande demanda por areia se percebe principalmente nos países desenvolvidos e em desenvolvimento, sendo este produto considerado um dos materiais naturais mais utilizados no mundo.

Daham et al. (2024) destacam ainda que a mineração de areia é extensa, estimando que somente do sistema hidrográfico do Ganges-Brahmaputra-Meghna, que abrange os países, Índia, Bangladesh e China, são extraídas aproximadamente 115 milhões de toneladas por ano.

Segundo Hackney et al (2021), no rio Mekong, que percorre Vietnã, Camboja, China, Laos, Mianmar e Tailândia, entre os anos de 2016 e 2020, houve crescimento da casa dos 24 milhões inicialmente, para 59 milhões de toneladas extraídas, mais que dobrando a estimativa inicial.

Segundo Leal Filho et al. (2021), as areias de praias e rios são usualmente empregadas na construção civil e complementa que, muitos países necessitam de areia para suprirem suas variadas necessidades, e o fazem por meio da importação. A importação da areia resulta do fato de termos uma distribuição desigual de suprimentos de areia no mundo, e de requisitos característicos dos diversos setores que utilizam areia em seu processo produtivo.

A Figura 3 reforça a análise de Leal Filho et al. (2021) e permite compreender a dinâmica das exportações mundiais deste importante produto.

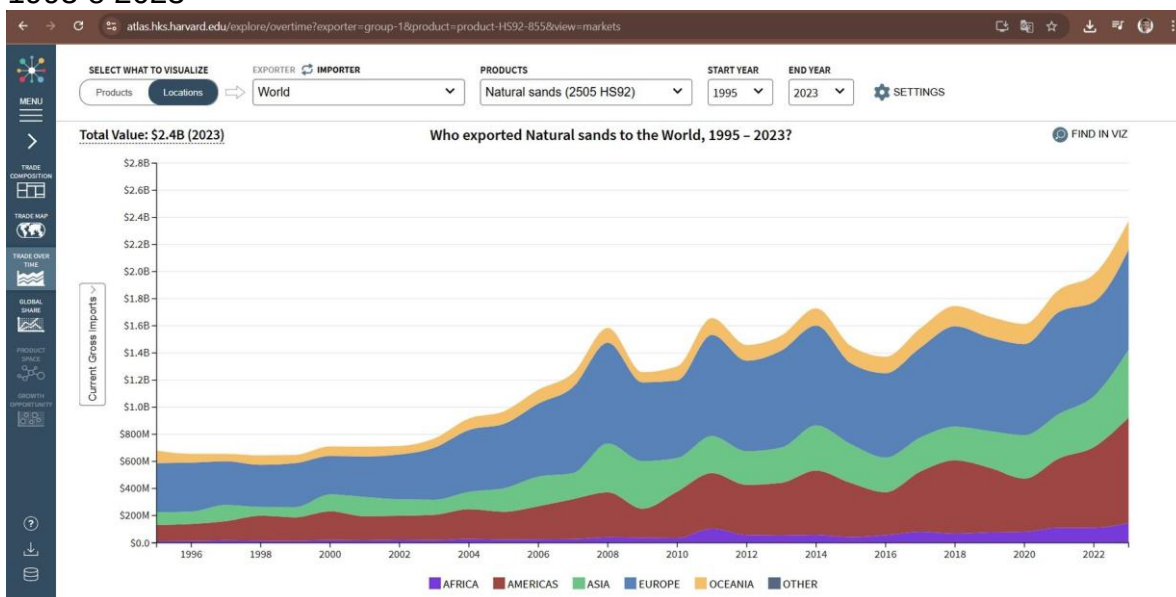
Figura 3 - Distribuição mundial das exportações de areias naturais em 2023



Fonte: Harvard University (2023).

De acordo com o Growth Lab da Harvard University (2023) a distribuição global de areias naturais no ano de 2023 evidencia-se da seguinte forma: A escala cromática na parte inferior da Figura 3, compreende desde US\$ 100 na cor verde muito clara a US\$ 10 bilhões de dólares, representada na cor azul escura, quanto mais escura for a cor, maior o valor adquirido pela exportação de areia no ano de 2023. No topo da Figura, o valor de US\$ 2,4 bilhões indica o total movimentado no comércio mundial de areia no ano de 2023, ou seja, a soma dos valores de todas as exportações registradas.

Figura 4 - Evolução das exportações mundiais de areias naturais por região, entre 1995 e 2023



Fonte: HARVARD UNIVERSITY (2023).

Os dados do Growth Lab da Harvard University (2023), conforme se observa na Figura 4, evidenciam que entre os anos de 2003 e 2022, houve um domínio europeu no mercado exportador de areia natural, e a partir do ano 2023 as Américas tornam-se o maior mercado exportador de areia em nível mundial. A Ásia obteve picos de exportação nos anos 2008, 2011, 2013, 2018, sendo seu maior pico no ano de 2023, que é o último até então registrado na série histórica.

Ainda de acordo com os dados do Growth Lab da Harvard University (2023), o continente Africano representado pela cor roxa, contribui de forma modesta, mas apresenta crescimento contínuo após 2015, enquanto a Oceania representada pela cor laranja, mostrou oscilação variando em torno de 3 a 4% do total.

Essa dinâmica do setor nos leva a entender que, não há homogeneidade na distribuição de areia no mundo e os choques de demanda da construção civil e as pressões energéticas, fazem com que locais com menores capacidades de fiscalização sejam mais procurados para implantação de polos de extração de areia, isso reforça a urgência por mecanismos de gestão ambiental integrada entre os países, garantindo o acompanhamento e transparência, que são ferramentas que asseguram visibilidade e facilitam ações para implementação da sustentabilidade em âmbito global.

Há ainda os relatórios elaborados por Koehnken e Rintoul (2018) e Gallagher e Peduzzi (2019), que constataram que tratar a questão dos impactos ambientais e

sociais causados pela atividade de extração de areia tornou-se assunto de importância internacional, propondo que sejam feitos estudos e pesquisas em torno dos problemas causados por essa atividade, e tratados em caráter de urgência.

2.3. Evolução histórica da mineração no Brasil

É difícil precisar quando, de fato, se iniciou a mineração no Brasil, haja vista que os povos indígenas que já habitavam nessas terras utilizavam técnicas rudimentares para extrair da natureza algumas substâncias que eram utilizadas nas suas atividades cotidianas, a exploração realizada pelos povos indígenas não tinha a finalidade comercial, mas, sim, de subsistência, o que, em razão de sua baixa interferência ambiental, não causava danos ao ecossistema.

Apesar dos povos indígenas não terem noção no que diz respeito às práticas de sustentabilidade ambiental, pois esse conceito foi desenvolvido muito tempo depois, destaca-se que a forma como realizavam a extração de minério, com ênfase na areia, para atender as suas atividades básicas praticamente não causavam impactos ao meio ambiente. Eram quase que insignificantes, no sentido de que a extração no modo como se dava pelos povos indígenas, não colocava em risco os ecossistemas, como acontece atualmente (Salles, 2018).

Segundo Germani (2002), no início do período colonial, as ocorrências de substâncias minerais em solo brasileiro foram lavradas, porém a quantidade de massas minerais pequenas e os métodos de extração se davam de forma rudimentar, devido à pouca necessidade de emprego de produtos de origem mineral no cotidiano dos habitantes do Brasil colônia, utilizavam-se argilas, areia e cascalho e estes constituíam os produtos com principal demanda, sendo estes utilizados na construção civil da época.

Segundo Martins (2018), em meados do século XVII iniciou-se em terras brasileiras o movimento denominado “Bandeirantes”, que tinha como principal objetivo a captura de indígenas e escravos foragidos, como também exploração do interior do território nacional, haja vista que as capitânias hereditárias se concentraram no litoral do país como forma de inibir as ameaças de invasões dos povos estrangeiros. A partir desse momento histórico foram descobertos metais preciosos como ouro, prata, diamante, cobre, esmeralda, dentre outros, nos espaços que hoje se conhece como São Paulo, Minas Gerais, Goiás e Paraná.

De acordo com Rezende (2016), a descoberta de metais preciosos no interior do Brasil acelerou o processo de migração às regiões sudeste, centro-oeste e sul do país, que passou a experimentar sensíveis mudanças econômicas em função da mineração. Logo no século XVIII surgiu um polo econômico na região sudeste, o que fez acelerar a explosão demográfica das cidades por meio de um forte comércio. Este, por sua vez, foi acompanhado pelo surgimento de novas camadas na sociedade brasileira, a saber, bancários, comerciantes, artesãos, mascastes, faisqueiros e burocratas. Este novo segmento da sociedade incentivava e explorava o desenvolvimento de garimpos e expedições mais adentro do território brasileiro em busca de minérios.

Para Alves (2020), as minas recém-descobertas e exploradas no interior do território brasileiro viabilizaram uma maior diversificação de serviços e ofícios como, por exemplo, citam-se: advogados, médicos, professores de diferentes áreas do conhecimento, dentre outros. No entanto, convém destacar que foram os escravos, a principal mão de obra utilizada na exploração das minas do país. Mesmo após a abolição da escravatura em 1888 ainda assim, muitos escravos continuavam sendo utilizados nos serviços das minas, principalmente porque eram praticamente inexistentes os mecanismos de fiscalização e controle.

Ressalta-se ainda, que, nesse período histórico, a atividade mineradora aconteceu sem que houvesse normas específicas para regulamentar a mineração no país. Isso resultou em uma acentuada degradação ambiental, bem como na exploração da mão de obra escrava e indígena nesses tipos de trabalhos, o que trouxe fortes consequências para os respectivos povos, que constantemente viam-se violados e submetidos aos interesses da elite social da época.

Gonçalves (2018) é contundente ao afirmar que o governo Brasileiro com o passar do tempo percebeu a necessidade de descobrir novas jazidas de minério, devido ao desgaste predatório causado nas primeiras minas. Além disso, a intensa exploração trouxe prejuízos ao meio ambiente e à sociedade estabelecida em volta dos garimpos e minas. Esse cenário impulsionou as autoridades do país a voltarem as suas atenções para a Região Norte, mais precisamente, ao Estado do Pará em meados da década de 1970.

A partir da década de 1970, o governo brasileiro elevou seu olhar para o Estado do Pará, onde aplicou diversos investimentos em prol da estruturação, favorecendo, assim, as condições de extração, bem como o transporte e o processamento de

minérios. Na região, os garimpeiros aceitaram uma condição de trabalho bastante degradante e condições precárias de higiene, moradia e alimentação, mas se sujeitavam a essa situação pela ilusão e busca do enriquecimento por meio da extração de minerais. Esse ideal de uma vida melhor movimentou um grande fluxo de pessoas. O que não difere da situação atual, principalmente devido ao cenário de instabilidade econômica e política do país (Gonçalves, 2018, p. 26).

É possível perceber que os interesses econômicos e políticos favoreceram a exploração de novas jazidas de minério e garimpos no Brasil. Mesmo após a ascensão dos governos militares, que se iniciaram na década de 1960, ainda assim, a corrida pelo ouro e pela descoberta de outros minerais valiosos foi tida como uma prioridade, pois essa atividade satisfaz tanto a classe empresarial como também o governo, que objetiva o aumento na arrecadação de tributos.

Contudo, quando os órgãos públicos se mostravam ineficazes no sentido de fiscalizar e cobrar as mineradoras existentes no país, em relação ao desenvolvimento de ações de sustentabilidade ambiental e social, uma série de problemas começam a emergir, por exemplo, cita-se que no contexto urbano ocorre a expansão demográfica das cidades ou localidades em que estão instaladas as mineradoras, ou seja, muitas pessoas se deslocam em busca de emprego e melhores condições de vida. Porém, é comum surgir o tráfico de drogas, a prostituição, a violência, dentre outras atividades ilícitas em decorrência da grande marginalização de pessoas que de imediato não são absorvidas na indústria de minério (Alves, 2020).

Na perspectiva ambiental, um dos principais problemas é a degradação ambiental, que interfere diretamente na qualidade de vida das pessoas e do ecossistema existente no entorno das áreas exploradas.

Não é raro acontecer o assoreamento de rios, desmatamento em grande escala, poluição sonora por conta dos equipamentos, grande despejo de substâncias químicas e poluidoras de modo inadequado no meio ambiente, sendo o evento mais notável, a inutilização das terras em função das grandes cavas.

Ou seja, a natureza acaba sendo vítima de uma exploração predatória em decorrência de interesses econômicos. Isso se justifica porque, embora muitas empresas implementem medidas de mitigação e compensação, elas costumam ser desproporcionais à magnitude dos danos, de modo que persistem efeitos residuais, por vezes irreversíveis, no curto, médio e longo prazo (Rezende, 2016).

A mineração no Brasil tem exercido impacto econômico significativo ao longo da história, conforme breve levantamento histórico. Contudo, os danos ambientais e sociais em seu entorno ficam frequentemente encobertos pelo forte apelo econômico. Porém, reforça-se a necessidade da busca de alternativas para diminuir os prejuízos nos ecossistemas e potencializar o uso sustentável dos recursos naturais.

2.4. A Importância Econômica da Mineração no Brasil

De acordo com Vieira (2021), a mineração é uma atividade essencial para a sociedade, seja com o objetivo de atender algumas das suas necessidades básicas, com o fornecimento de matéria-prima, como, petróleo, gás natural e água, seja como insumos para produtos industrializados como, por exemplo, os cosméticos, cerâmicas, plásticos, joias dentre outros. Por esta razão, é praticamente inimaginável conceber a civilização moderna sem a presença da mineração.

A mineração possui importância significativa para os índices econômico-financeiros do país e segundo o Instituto Brasileiro de Mineração (IBRAM, 2024), a balança comercial do setor mineral obteve superávit de R\$ 34,95 bilhões, representando 47% da balança comercial do Brasil, as exportações cresceram 0,9%, deslocando-se de R\$ 43,04 bilhões em 2023 para R\$ 43,43 bilhões em 2024.

Isso demonstra a força do setor de mineração na economia do Brasil, tanto no cenário nacional quanto no mercado internacional que vem tornando-se cada vez mais globalizado e competitivo (Brasil, 2022).

Para Zhouri (2022), os dados acima citados evidenciam o crescimento e a consolidação da indústria da mineração no Brasil como uma das mais importantes vertentes do setor primário brasileiro. Isso fica perceptível quando se analisa os dados anteriores da produção mineral brasileira no ano de 2021, quando o crescimento foi da ordem de 7% em relação ao ano de 2020, passando de 1.073 bilhões de toneladas (2020) para 1.150 bilhões de toneladas (2021). Quando se trata de valores arrecadados a variação de preços das commodities no mercado internacional, alavancou o faturamento do setor em aproximadamente 62% se comparado com o ano de 2020 (Brasil, 2022).

Segundo Ataíde (2022), apesar dos resultados positivos e significativos que a atividade extrativista de minério tem proporcionado a economia brasileira, o país continua sendo meramente exportador de matéria-prima. Em contrapartida, importa

muitos produtos industrializados dos seus parceiros comerciais como, por exemplo, a China e os Estados Unidos.

Portanto, enfatiza-se que os índices econômicos brasileiros poderiam apresentar melhores resultados, se além de matéria-prima também exportassem produtos industrializados. Mesmo diante deste cenário, o Brasil continua obtendo fortes lucros nas atividades comerciais, cujos produtos são diferentes tipos de minérios.

Segundo dados do Ministério de Minas e Energia (2022), o Brasil é considerado o maior exportador de ferro do mundo. Além disso, o país também exporta outros minérios encontrados em diferentes pontos do território nacional, como demonstrado na Tabela 1.

Tabela 1 - Principais minérios exportados pelo Brasil.

MINÉRIOS	RESERVA EM 100 TON.	LOCALIDADE – PRINCIPAIS MINAS
Amianto	10.515	Cana Brava – GO
Bauxita	590.000	São Lourenço – MG, Juriti – PA; Paragominas – PA; Itamarati – MG;
Carvão	2.154.000	Criciúma – SC; Candiota e outras 20 minas no Rio Grande do Sul
Cobre	11.419	Chapada – GO; Sossego – PA; Salobo – PA e Carnaíba – PA;
Estanho	341.033	Bom Futuro – RO; Massangana – RO; São Lourenço – RO;
Ferro	19.948.000	"33 no Quadrilátero Ferrífero (MG) e no estado do Pará."
Nióbio	10.565	Barreiro – MG e Boa Vista – RO
Ouro	2,6	Fazenda Nova – GO; Aurizona – MA; Jacobina – BA; Morro do Ouro – GO; Pedra Branca do Amapari – AP; Crixas – GO; São Vicente – MT; São Francisco – MT; Santa Bárbara – MG; Sabará – MG; Cocais – MG, Caeté – MG.
Níquel	2.079	Santa Rita – BA; Buriti – GO; Barro Alto - GO; Niquelândia – GO; Onça-Puma – PA

Fonte: Brasil (2022, p. 2).

Verifica-se que os Estados de Minas Gerais, Goiás, Pará e Rondônia, localizados respectivamente nas regiões centro-oeste e norte estão entre as localidades nas quais se encontram as maiores jazidas de minério do país.

Ainda segundo o Ministério de Minas e Energia (2022), o Brasil está entre os países que mais extraem areia no mundo e o Estado do Pará é considerado o maior produtor de areia do país, anualmente, cerca de setecentos e quarenta mil toneladas, o que representa em torno de 46,3% do total que é produzido em toda a região Norte.

Contudo, destaca-se que boa parte das atividades extrativistas de areia realizadas no âmbito do território brasileiro acontecem na clandestinidade, isto é, fora dos padrões de sustentabilidade ambiental e em situação irregular perante os órgãos competentes.

Observa-se, assim, a importância da areia, como material de origem mineral, sendo um importante agregado para a construção e motor propulsor da economia baseada na construção civil, pois é muito comum nas regiões em que se localizam as empresas de extração de areia, haver o recrutamento da mão de obra local para realização das respectivas atividades desde a extração até a construção de obras de engenharia civil.

Percebe-se, então, que a extração de areia de pequeno e grande porte envolve aspectos correlacionados tanto com o meio ambiente, quanto com a economia e a sociedade local. Isso requer uma atenção maior com relação ao planejamento, organização e ações mitigadoras por parte das empresas e do Estado, com vistas à diminuição dos danos causados ao meio ambiente e a população envolvida.

Tabela 2 - Ranking atualizado dos principais crimes globais – GFI/LFR

Posição	Crime Transnacional	Faturamento (US\$ bilhões)
1	Pirataria e Falsificações	923,0 a 1.130,0
2	Tráfico de Drogas	426,0 a 652,0
3	Extração Ilegal de Areia	256,75 a 449,25
4	Tráfico de Pessoas	150,2
5	Extração Ilegal de Madeira	52,0 a 157,0
6	Mineração Ilegal de Ouro, Diamantes e Pedras Preciosas	12,0 a 48,0
7	Pesca Ilegal	15,5 a 36,4
8	Tráfico de Animais Silvestres (Selvagens)	5,0 a 23,0
9	Roubo de Petróleo Bruto	5,2 a 11,9
10	Tráfico de Bens Culturais e Artísticos	1,2 a 1,7
11	Tráfico de Armas	1,7 a 3,5
12	Tráfico de Órgãos	0,84 a 1,7

Fonte: Adaptado de Ramadan (2024), com base em Global Financial Integrity (2017).

Segundo Ramadan (2024), a extração ilegal de areia movimenta bilhões de dólares anualmente, sendo este um dos crimes mais lucrativos do mundo. A Tabela 2 demonstra que a extração ilegal de areia é o terceiro crime transnacional mais lucrativo, ocupando a terceira posição no ranking global, com faturamento estimado entre 256,75 e 449,25 bilhões de dólares anuais, dados do ano de 2022 da Global Financial Integrity.

A extração ilegal de areia só é superada pelos crimes de pirataria e falsificações e tráfico de drogas, ficando à frente de crimes como tráfico de pessoas e extração ilegal de madeira. A demanda crescente que acompanha o desenvolvimento e ampliação do setor de construção civil, necessita de maior acompanhamento por parte do Estado, uma vez que os impactos sociais, ambientais e econômicos estão sempre associados e tendem a causar grande prejuízo para a coletividade.

2.5. Aspectos normativos da atividade mineradora e ambiental

A atividade de mineração é reconhecida por ser relevante no cenário socioeconômico global, encontra-se essencialmente vinculada a um arcabouço normativo de significativa complexidade. No contexto brasileiro, essa complexidade é ampliada pela grande extensão do território do país, pela geologia rica, que impõe o desafio de criação e implementação de regulações robustas.

Tais regulamentações têm por objetivo de harmonizar e otimizar o aproveitamento dos recursos minerais, em consonância com os padrões de proteção ambiental e com o bem-estar da sociedade.

Compreender de maneira aprofundada as diversas normas é essencial para que se assegure a sustentabilidade da atividade, tanto por parte de empreendedores, órgãos públicos, incluindo aqueles vinculados aos processos de liberação de autorizações, bem como a sociedade civil, todos tendo papel importante que vai desde a mitigação dos impactos ao fomento de um desenvolvimento de atividade em conformidade com as exigências legais e com as expectativas sociais do mundo contemporâneo.

O Quadro 2, elenca algumas das principais normas da atividade de mineração no Brasil, citando seu título, o ano em que foi criada, a sua categoria ou abrangência e os principais conteúdos aplicados à mineração.

Quadro 2 - Principais leis, decretos e demais normas que estruturam a atividade mineradora no Brasil

Norma	Ano	Categoria / Abrangência	Principais conteúdos aplicáveis à mineração
Decreto-Lei nº 227 – Código de Mineração	1967	Federal (lei ordinária)	Define jazida, mina, regimes de pesquisa, autorização e concessão de lavra, deveres do titular (inclusive recuperação ambiental).
Lei nº 6.567	1978	Federal	Institui o Regime de Licenciamento para substâncias de uso imediato na construção civil (areia, saibro, cascalho), até 50 ha.
Lei nº 6.938 – Política Nacional do Meio Ambiente	1981	Federal	Cria o licenciamento ambiental, EIA/RIMA, obriga recuperação de áreas degradadas.
Res. CONAMA nº 001/1986	1986	Federal	Lista atividades sujeitas a EIA/RIMA (inclui lavra a céu aberto).
Constituição Federal (arts. 20, 21, 22, 225)	1988	Federal (norma constitucional)	Minerais = bens da União; participação de Estados e Municípios na CFEM; dever de recuperar áreas degradadas.
Lei nº 7.805	1989	Federal	Estabelece o Regime de Permissão de Lavra Garimpeira.
Lei nº 7.990	1989	Federal	Dispõe sobre a Compensação Financeira (CFEM) devida pela exploração mineral.
Decreto nº 97.632	1989	Federal	Torna obrigatório o PRAD (Plano de Recuperação de Áreas Degradadas) em atividades de mineração.
Res. CONAMA nº 009	1990	Federal (norma ambiental)	Dispõe sobre normas específicas para o licenciamento ambiental de extração mineral, classes I, III a IX.
Res. CONAMA nº 010	1990	Federal	Procedimento simplificado de licenciamento para empreendimentos de pequeno porte.
Lei Estadual MA nº 5.405	1992	Estadual (Maranhão)	Exige licença ambiental específica para pesquisa e lavra; obriga recuperação conforme SEMA/MA.
Res. CONAMA nº 237	1997	Federal	Regulamenta as três licenças ambientais (LP, LI, LO) e a competência dos entes federados.
Lei nº 9.314 / (atual art. 2º do Código de Mineração)	1996	Federal	Consolida os quatro regimes de aproveitamento mineral (concessão, autorização, licenciamento, PLG).
Lei nº 12.334 – Política Nacional de Segurança de Barragens	2010	Federal	Cria critérios de classificação, PNSB e inspeções obrigatórias para estruturas de rejeitos.
Lei complementar nº 140/	2011	Federal	Delineia a atuação dos órgãos ambientais competentes para o licenciamento ambiental, dos diferentes níveis de governo, ao mesmo tempo em que promove ajustes na legislação ambiental já existente principalmente a CONAMA 237/1997 e Lei 6.938/1981.
Portaria DNPM nº 155	2016	Federal (infralegal)	Consolidação Normativa: procedimentos de pesquisa, lavra, segurança de barragens e fechamento de mina.
Lei nº 13.575	2017	Federal	Extingue DNPM e cria a Agência Nacional de Mineração (ANM), atual órgão regulador e fiscalizador.
LEI Nº 13.540	2017	Federal	Modifica a forma de cálculo, as alíquotas, a fiscalização e a distribuição dos valores arrecadados com a exploração de recursos minerais.
Decreto nº 9.406	2018	Federal	Regulamento do Código de Mineração: detalha obrigações de titular, dispensa e caducidade, trata sobre fiscalizações e recuperação ambiental, que pode implicar na elaboração do PRAD
Resolução CONSEMA nº 43	2019	Estadual	estabelece diretrizes para o licenciamento ambiental no Estado do Maranhão, definindo as competências dos municípios e os critérios necessários para que possam assumir essa atribuição
Decreto 11.659	2023	Federal	Estabelecer novos critérios para a regulamentação da distribuição da Compensação Financeira pela Exploração de Recursos Minerais (CFEM).

Fonte: Elaborado pelo autor (2024).

Segundo Brasil (1978), a Lei 6.567/1978, dispõe sobre regime especial para exploração e o aproveitamento das substâncias minerais que especifica e dá outras providências, a referida lei trata também do regime de licenciamento, que permite que o titular explore a área extraíndo substâncias minerais, com finalidade econômica. A lei cita ainda que podem ser exploradas pelo regime de licenciamento, ou de autorização e concessão, em uma área máxima de 50 hectares, podendo abranger substâncias como areia, saibro e cascalho, entre outras destinadas ao uso imediato na construção civil.

Durante muito tempo inexistiu no âmbito do território brasileiro uma norma jurídica que regulamentasse a atividade mineradora no país. Porém, isso começou a mudar quando entrou em vigor o Primeiro Código Penal, no ano de 1830. A referida norma previa penas de prisão e multa aos indivíduos que cometessem corte ilegal de madeira ou subtraíssem minerais sem a devida autorização do governo. Nesta época, foi criada também a teoria de reparação dos danos ecológicos e em 1850 foi promulgada a “Lei das Terras”, com objetivo de registrar todas as terras ocupadas, além de impedir a posse das terras devolutas de maneira gratuita (Rodrigues, 2016).

No ano de 1973 foi criada a Secretaria Especial do Meio Ambiente (SEMA), vinculada ao Ministério do Interior. A SEMA estabeleceu, como parte de suas atribuições, “o esclarecimento e a educação do povo brasileiro para o uso adequado dos recursos naturais, tendo em vista a conservação do meio ambiente”. O respectivo órgão foi responsável diretamente pela capacitação de recursos humanos e sensibilização inicial da sociedade para as questões ambientais (Farias, 2018).

Em 1981 aconteceu um importante marco histórico do Direito Ambiental Brasileiro, trata-se da criação da Política Nacional de Meio Ambiente lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981, na qual ficou estabelecido a necessidade de incluir a educação ambiental em todos os níveis de ensino, incluindo a educação da comunidade que em seu artigo 2º, diz:

Art. 2º A Política Nacional do Meio Ambiente tem por objetivo a preservação, melhoria e recuperação da qualidade ambiental propícia à vida, visando assegurar, no País, condições ao desenvolvimento socioeconômico, aos interesses da segurança nacional e à proteção da dignidade da vida humana, atendidos os seguintes princípios:

[...] X - educação ambiental a todos os níveis de ensino, inclusive a educação da comunidade, objetivando capacitá-la para participação ativa na defesa do meio ambiente. (Brasil, 1981, p. 1).

Nota-se que essa medida tinha como principal objetivo capacitar os diferentes setores sociais para a participação ativa na defesa do meio ambiente, evidenciando a capilaridade que se desejava alcançar com esta prática pedagógica. Esta, por sua vez, seria difundida no ambiente escolar e passada pelos próprios alunos às suas famílias, funcionando dessa forma como agentes multiplicadores.

A degradação ambiental resultante da exploração de recursos naturais, como a extração de areia, se dá devido à falta de emprego de equipamentos tecnológicos e práticas sustentáveis por parte das empresas que operam esta atividade.

Os danos decorrentes dessas práticas estão, em grande parte, relacionados às ações antrópicas que operam em desconformidades com as normas estabelecidas pelas legislações vigentes, e comprometem os padrões de sustentabilidade ambiental.

Isso evidencia a real necessidade da aproximação efetiva do estado por meio de ações concretas que tenham como resultado inibir as práticas ilegais e, portanto, evitar a degradação dos nossos recursos naturais.

Contudo, Ataíde (2022) destaca que um ponto importante na PNMA foi a classificação da atividade mineradora como sendo de alto potencial poluidor ao meio ambiente, conforme evidenciado a seguir.

Quadro 3 - Classificação da atividade mineradora segundo a PNMA

CÓDIGO	CATEGORIA	DESCRIÇÃO	Pp/gu
01	Extração e tratamento de minerais	Pesquisa mineral com guia de utilização; lavra a céu aberto, inclusive de aluvião, com ou sem beneficiamento; lavra subterrânea com ou sem beneficiamento, lavra garimpeira, perfuração de poços e produção de petróleo e gás natural.	A ALTO

Fonte: Brasil (1981)

O órgão legislador ambiental ao classificar a atividade mineradora como sendo de alto impacto ao meio ambiente tinha como principal objetivo, proteger os recursos naturais da exploração predatória, mas, ao mesmo tempo alertou sobre a necessidade de as grandes empresas do setor, de realizar compensações pelos danos causados ao meio ambiente como, por exemplo, cita-se o reflorestamento, tratamento de água, gerenciamento dos resíduos sólidos, locais propícios para o lançamento de dejetos quimicamente poluidores, dentre outros.

Pacheco (2017) destaca que no ano de 1988 entrou em vigor a Nova Constituição Federal, que é vista e interpretada como um marco para o desenvolvimento de programas e ações de caráter intervencionista por parte do Estado, tendo em vista induzir as pessoas físicas ou jurídicas ao uso sustentável dos recursos naturais como é o caso dos minérios. Estes, por sua vez, são considerados bens da União, conforme preconiza os dispositivos legais, *in verbis*.

Art. 20. São bens da União:

X – Os recursos minerais, inclusive os do subsolo;

Art. 21. Compete à União:

XXV – estabelecer as áreas e as condições para o exercício da atividade de garimpagem, em forma associativa.

Art. 22. Compete privativamente à União legislar sobre

XII – jazidas, minas, outros recursos minerais e metalurgia;

XV – Organizar e manter os serviços oficiais de estatística, geografia, geologia e cartografia de âmbito nacional; XVI – exercer a classificação (Brasil, 1988, p. 27 – 28).

Com base nos dispositivos legais supracitados, observa-se que os minérios são considerados bens da União, que é a esfera de governo responsável por legislar sobre o assunto, como também estabelecer condições para o seu uso sustentável. Porém, o grande desafio do ponto de vista administrativo, é a deficiência dos órgãos de fiscalização e controle em efetivar a devida proteção dos recursos naturais e uso sustentável dos minérios encontrados, o artigo 225 da Constituição Federal do ponto de vista dos direitos e deveres perante o meio ambiente, cita que:

Art. 225. Todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao Poder Público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações (Brasil, 1988, p. 124).

Já sob o ponto de vista dos deveres para com o meio ambiente, o mesmo artigo 225 da Constituição Federal, em seu segundo parágrafo, é claro e categórico ao afirmar a obrigação da recuperação do meio ambiente degradado, por aqueles que se fizerem explorar os recursos naturais, assim o parágrafo cita que:

§ 2º Aquele que explorar recursos minerais fica obrigado a recuperar o meio ambiente degradado, de acordo com solução técnica exigida pelo órgão público competente, na forma da lei. (Brasil, 1988, p. 124).

Neste ponto em especial a norma jurídica é enfática ao resguardar os recursos minerais e ao mesmo tempo dita responsabilidades de pessoas físicas ou jurídicas que explorarem alguma atividade seja de pequeno, médio ou grande porte a fazê-la de modo sustentável. A recuperação é feita em consonância com a esfera dos órgãos públicos responsáveis pela emissão do licenciamento ambiental.

Gonçalves (2018), relata que no ano de 1996 entrou em vigor a Lei nº 9.314/1996, que ratifica os preceitos os princípios elencados na Constituição Federal e na Política Nacional do Meio Ambiente, na qual a União é competente em administrar os bens minerais, assim como em regulamentar as normas que visem conceder o fomento a indústria de produção mineral, a distribuição, o comércio e o consumo dos produtos minerais.

Nesse sentido, o artigo 2º da Lei Federal nº 9.314/1996 estabelece os seguintes critérios para exploração das jazidas de minério no âmbito do território brasileiro.

Art. 2º. Os regimes de aproveitamento das substâncias minerais, para efeito deste Código, são:

I -regime de concessão, quando depender de portaria de concessão do Ministro de Estado de Minas e Energia;

II -regime de autorização, quando depender de expedição de alvará de autorização do Diretor-Geral do Departamento Nacional de Produção Mineral - DNPM;

III -regime de licenciamento, quando depender de licença expedida em obediência a regulamentos administrativos locais e de registro da licença no Departamento Nacional de Produção Mineral - DNPM;

IV -regime de permissão de lavra garimpeira, quando depender de portaria de permissão do Diretor-Geral do Departamento Nacional de Produção Mineral - DNPM;

V -regime de monopolização, quando, em virtude de lei especial, depender de execução direta ou indireta do Governo Federal (Brasil, 1996, p. 1).

A Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998 também denominada, lei de crimes ambientais, na qual está preconizado o seguinte: “Art. 44. Extrair de florestas de domínio público ou consideradas de preservação permanente, sem prévia autorização, pedra, areia, argila, cal ou qualquer espécie de minerais: pena - detenção, de seis meses a um ano, e multa (Brasil, 1998, p. 4).

Essa medida foi tomada com o objetivo de proteger as riquezas naturais do país da exploração predatória e degradante. Logo, quando são descobertas a pessoa física ou jurídica poderá responder tanto na esfera civil quanto na penal concomitantemente.

Art. 3º As pessoas jurídicas serão responsabilizadas administrativa, civil e penalmente conforme o disposto nesta Lei, nos casos em que a infração seja

cometida por decisão de seu representante legal ou contratual, ou de seu órgão colegiado, no interesse ou benefício da sua entidade.

Parágrafo único. A responsabilidade das pessoas jurídicas não exclui a das pessoas físicas, autoras, coautoras ou partícipes do mesmo fato (Brasil, 1998, p. 1)

A responsabilidade civil é empregada nos casos de crimes contra o meio ambiente, ênfase dada a extração de minerais das áreas tuteladas pela legislação vigente, com o objetivo de os órgãos públicos responsáveis terem maior controle sobre as atividades extrativistas, principalmente aquelas consideradas de grande porte, que geralmente são realizadas por empresas nacionais ou estrangeiras.

Por outro lado, a extração de minério feito em pequena escala por parte dos povos e comunidades tradicionais que residem nas áreas tuteladas pelo Estado, também causam degradação ambiental e os seus efeitos podem ser sentidos ao longo dos anos. Portanto, cabe ao ente público levar o conhecimento e o aprendizado para que esse uso possa ser feito de forma sustentável. Isso se justifica porque dependendo da degradação causada, os respectivos povos também não são isentos de receber sanções por crimes ambientais (Milaré, 2016).

Por fim, cita-se que o Governo Estadual do Maranhão também possui uma legislação que aborda a atividade de extração de minério, definindo o licenciamento ambiental como sendo imprescindível para a operação da atividade, trata-se da Lei Estadual nº 5.405/1992, que no seu artigo 119 que relata:

Art. 119. A pesquisa e a exploração de recursos minerais serão objeto de licença ambiental, nos termos do regulamento desta lei, sem prejuízo da aplicação da legislação federal pertinente, ficando seu responsável obrigado a recuperar o meio ambiente degradado, de acordo com a solução técnica determinada pela Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Recursos Hídricos,

Parágrafo único. As determinações desta lei e regulamentos sujeitarão o infrator às penalidades aqui previstas sem prejuízo da "aplicação da lei penal cabível" ou "ação penal cabível" (GOVERNO DO MARANHÃO, 1992, p. 12).

Na lei estadual nº 5.405/1992, consta ainda que, para fins de exploração de atividade mineradora, as pessoas físicas ou jurídicas não poderão realizá-las sem a devida anuência dos órgãos competentes.

Assim, devem num primeiro momento obter prévia autorização para operação, mediante processo de licenciamento ambiental em que será solicitado a apresentação de estudos ambientais, logo após a apresentação, análise e sendo o parecer técnico

favorável por parte do órgão licenciador, o empreendedor recebe a licença ambiental que permite que este possa iniciar a operação de seu empreendimento.

A Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Recursos Naturais (SEMA/MA) é o órgão ambiental competente para licenciamento ambiental no Estado do Maranhão, em nível municipal as secretarias detêm autorização para exercer as atividades de fiscalização e emissão de licença se demonstrarem capacidade técnica, contarem com sistema municipal de meio ambiente (Secretaria Municipal de Meio Ambiente, Conselho Municipal de Meio Ambiente e Fundo Municipal de Meio Ambiente), e detiverem a permissão que é concedida pela assinatura do Termo de Capacidade Técnica Institucional (TCTI), da Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Recursos Naturais (SEMA),

O TCTI é o documento que dá poderes às secretarias municipais de meio ambiente para atuação no licenciamento ambiental, o TCTI é concedido nos termos da Resolução CONSEMA nº 43/2019 que:

Revoga a Resolução nº 024/2017 de 22.02.2019, publicada no DOE 041 de 02.03.2017 e define as atividades, obras e empreendimentos que causam ou possam causar impacto ambiental local, fixa normas gerais para atuação supletiva do Estado nas ações administrativas decorrentes do exercício da competência comum relativas à proteção das paisagens notáveis, à proteção do meio ambiente, ao combate à poluição em qualquer de suas formas em conformidade com o previsto na Lei Complementar nº 140/2011 e dá outras providências.

A Resolução CONSEMA nº 43/2019 (MARANHÃO, 2019), em seu capítulo I que trata das definições, conceitua o TCTI como:

Termo de Constatação da capacidade técnico-institucional e administrativa do Órgão Ambiental municipal, visando à execução, de maneira harmônica e integrada à competência dos demais Órgãos integrantes do Sistema Nacional de Meio Ambiente – SISNAMA, das ações de cadastro, licenciamento, fiscalização e monitoramento das atividades passíveis de licenciamento Ambiental e causadoras de impacto ambiental local no município, a fim de determinar a desnecessidade de atuação supletiva do Estado nas ações administrativas de licenciamento e de Autorização ambiental de competência municipal, nos termos do art. 15, II, da Lei Complementar nº 140/11.

A Resolução CONSEMA nº 43/2019 (MARANHÃO, 2019), no Capítulo II estabelece as competências dos municípios no que se refere ao licenciamento ambiental de atividades ou empreendimentos que causem impactos locais, levando em consideração critérios de porte, potencial poluidor e natureza da atividade.

Ainda de acordo com a Resolução CONSEMA nº 43/2019, no artigo 3º, nos casos em que o empreendimento esteja inserido em uma unidade de conservação instituída pelo poder público municipal, o licenciamento ambiental poderá ser executado na secretaria do próprio município, excetuando-se as Áreas de Proteção Ambiental (APAs).

Além disso, a Resolução CONSEMA nº 43/2019, define os requisitos para formação de um Sistema de Meio Ambiente devidamente estruturado, incluindo a existência de um órgão ambiental com servidores capacitados, um Conselho de Meio Ambiente paritário, existência de um Fundo de Meio Ambiente, existência de Lei de uso e ocupação do solo ou plano diretor devidamente atualizado.

Todos estes requisitos deverão ser atendidos e caso o município não atenda a esses critérios o estado assume supletivamente as atribuições de licenciamento. Essas disposições buscam assegurar que a gestão ambiental seja descentralizada com respeito às competências dos entes federados e garantindo a proteção ambiental local.

Segundo Thomé (2014), é importante ressaltar, que a atividade de extração de minerais, é condicionada à obtenção de autorização ambiental, que visa a garantia da proteção do meio ambiente, sendo este, reconhecido como bem difuso. Além disso a atividade de extração mineral sujeita-se aos órgãos de natureza econômica, que possuem o propósito de proteger os bens minerais, e que são pertencentes à União.

Segundo Tudisco (2016), interesses difusos são aqueles que se relacionam com um grupo indeterminado de pessoas, que compartilham titularidade de um bem que não pode ser dividido, sendo estas, conectadas por um vínculo de fato. Ou seja, o dimensionamento e quantificação exata do número de indivíduos que foram prejudicados se torna impossível quando da afirmação de que os interesses difusos foram afetados, uma vez que tais interesses são pertencentes a um número indefinido de titulares.

Percebe-se que tanto em âmbito federal quanto estadual existe um número considerável de dispositivos legais que asseguram a devida proteção do meio ambiente, sobretudo, no que diz respeito a exploração da atividade mineradora como é o caso da extração da areia. No entanto, ainda se nota a necessidade de uma maior atuação dos órgãos de fiscalização e controle para prevenir e combater as práticas ilegais, isto é, aquelas que não obedecem ao que é preconizado nas legislações vigentes.

As normas de Direito Ambiental imprimem enorme condicionante às atividades humanas, visando resguardar a qualidade do meio ambiente. O cumprimento desse condicionamento nem sempre é espontâneo. Por isso, a legislação prevê controles prévios, concomitantes e sucessivos, por parte de autoridades públicas, a fim de verificar a regularidade do exercício das atividades controladas. Permissões, autorizações e licenças são formas clássicas de controle prévio, porque atuam antes do início da atividade controlada (Silva, 2000, p. 243).

Diante desse cenário, destaca-se o licenciamento ambiental e sua importância como instrumento de fundamental importância para que se tenha a efetivação das políticas públicas de proteção do meio ambiente. Com a sanção da Lei 6.938 de 1981, que instituiu a Política Nacional do Meio Ambiente (PNMA), o licenciamento ambiental passou a ser regulamentado como um mecanismo de controle e fiscalização de atividades potencialmente poluidoras, como é o caso da atividade de extração de areia. A legislação possui abrangência em todo território nacional e se consolidou como um marco no ordenamento jurídico brasileiro, conforme se observa em seu texto in verbis:

Art. 9º - São instrumentos da Política Nacional do Meio Ambiente:
I - o estabelecimento de padrões de qualidade ambiental;
II - o zoneamento ambiental;
III - a avaliação de impactos ambientais;
IV - o licenciamento e a revisão de atividades efetiva ou potencialmente poluidoras

O conceito de licenciamento ambiental deve fundamentar-se diretamente em leis e políticas ambientais brasileiras, tendo em vista a atender os critérios de uso sustentável preconizados no artigo 225 da Constituição Federal Brasileira, sendo uma destas, a Resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) nº 237, de 19 de dezembro de 1997, em seu artigo I, define o licenciamento ambiental como:

procedimento administrativo pelo qual o órgão ambiental competente licencia a localização, instalação, ampliação e a operação de empreendimentos e atividades utilizadoras de recursos ambientais, consideradas efetiva ou potencialmente poluidoras ou daquelas que, sob qualquer forma, possam causar degradação ambiental, considerando as disposições legais e regulamentares e as normas técnicas aplicáveis ao caso.

Destefenni (2004), conceitua o licenciamento ambiental como um procedimento administrativo cujo objetivo é o estabelecimento de critérios para que atividades e empreendimentos com potencial de causar danos ambientais, possam operar em consonância com a legislação ambiental vigente e os princípios de sustentabilidade.

Segundo Milaré (2004), o licenciamento ambiental é instrumento de gestão rigoroso, embasado juridicamente com seus ritos bem definidos, com enfoque no controle de empreendimentos que possam alterar negativamente a qualidade ambiental.

Licenciamento Ambiental e Licença Ambiental, possuem conceitos por vezes confundidos, a Resolução CONAMA 237/1997, também traz o conceito de licença ambiental em seu artigo I, inciso II, como sendo:

ato administrativo pelo qual o órgão ambiental competente, estabelece as condições, restrições e medidas de controle ambiental que deverão ser obedecidas pelo empreendedor, pessoa física ou jurídica, para localizar, instalar, ampliar e operar empreendimentos ou atividades utilizadoras dos recursos ambientais consideradas efetiva ou potencialmente poluidoras ou aquelas que, sob qualquer forma, possam causar degradação ambiental.

Em resumo a Resolução CONAMA 237/1997, caracteriza o licenciamento ambiental como sendo procedimento administrativo e a licença ambiental como sendo um ato administrativo, ou seja, o procedimento administrativo denominado licenciamento Ambiental, em caso de aprovação por parte do órgão ambiental competente, culminará no ato administrativo, denominado Licença Ambiental.

Assim, ao empreender atividades que envolvam a utilização de recursos naturais e demais fontes de matérias-primas, o empreendedor deverá obrigatoriamente solicitar a Licença Ambiental.

A Resolução CONAMA 237/1997, denomina ainda as licenças ambientais no seu artigo 8º, inciso I, II e III, nos termos que se seguem:

Art. 8º O Poder Público, no exercício de sua competência de controle, expedirá as seguintes licenças:

I - Licença Prévia (LP) - concedida na fase preliminar do planejamento do empreendimento ou atividade aprovando sua localização e concepção, atestando a viabilidade ambiental e estabelecendo os requisitos básicos e condicionantes a serem atendidos nas próximas fases de sua implementação;

II - Licença de Instalação (LI) - autoriza a instalação do empreendimento ou atividade de acordo com as especificações constantes dos planos, programas e projetos aprovados, incluindo as medidas de controle ambiental e demais condicionantes, da qual constituem motivo determinante;

III - Licença de Operação (LO) - autoriza a operação da atividade ou empreendimento, após a verificação do efetivo cumprimento do que consta das licenças anteriores, com as medidas de controle ambiental e condicionantes determinados para a operação.

Parágrafo único. As licenças ambientais poderão ser expedidas isolada ou sucessivamente, de acordo com a natureza, características e fase do empreendimento ou atividade.

Segundo Araújo (2013), ao passo em que definiu as competências sobre o licenciamento ambiental entre os entes da federação a Resolução CONAMA 237 de 1997, definiu o contexto de “influência direta do impacto ambiental”.

Esta abordagem permitiu que o órgão ambiental competente com base nos critérios da Resolução CONAMA 237/1997, conceda as licenças ambientais verificando a jurisdição em que as consequências dos impactos ambientais estejam inseridas na área diretamente afetada. Isso garante uma resposta mais localizada e eficaz diante das alterações ambientais, podendo estas ser potenciais ou efetivas.

Em âmbito Federal, a Resolução CONAMA 237/1997, estabelece:

Art. 4º Compete ao Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis - IBAMA, órgão executor do SISNAMA, o licenciamento ambiental a que se refere o artigo 10 da Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981, de empreendimentos e atividades com significativo impacto ambiental de âmbito nacional ou regional, a saber:

I - localizadas ou desenvolvidas conjuntamente no Brasil e em país limítrofe; no mar territorial; na plataforma continental; na zona econômica exclusiva; em terras indígenas ou em unidades de conservação do domínio da União.

II - localizadas ou desenvolvidas em dois ou mais Estados;

III - cujos impactos ambientais diretos ultrapassem os limites territoriais do País ou de um ou mais Estados;

IV - destinados a pesquisar, lavrar, produzir, beneficiar, transportar, armazenar e dispor material radioativo, em qualquer estágio, ou que utilizem energia nuclear em qualquer de suas formas e aplicações, mediante parecer da Comissão Nacional de Energia Nuclear - CNEN;

V - bases ou empreendimentos militares, quando couber, observada a legislação específica. § 1º O IBAMA fará o licenciamento de que trata este artigo após considerar o exame técnico procedido pelos órgãos ambientais dos Estados e Municípios em que se localizar a atividade ou empreendimento, bem como, quando couber, o parecer dos demais órgãos competentes da União, dos Estados, do Distrito Federal e dos Municípios, envolvidos no procedimento de licenciamento.

§ 2º O IBAMA, ressalvada sua competência supletiva, poderá delegar aos Estados o licenciamento de atividade com significativo impacto ambiental de âmbito regional, uniformizando, quando possível, as exigências.

Já em âmbito estadual, segundo o art. 5º da Resolução CONAMA nº 237/1997:

Compete ao órgão ambiental estadual ou do Distrito Federal o licenciamento ambiental dos empreendimentos e atividades:

I - localizados ou desenvolvidos em mais de um Município ou em unidades de conservação de domínio estadual ou do Distrito Federal;

II - localizados ou desenvolvidos nas florestas e demais formas de vegetação natural de preservação permanente relacionadas no artigo 2º da Lei nº 4.771, de 15 de setembro de 1965, e em todas as que as sim forem consideradas por normas federais, estaduais ou municipais;

III - cujos impactos ambientais diretos ultrapassem os limites territoriais de um ou mais Municípios;

IV - delegados pela União aos Estados ou ao Distrito Federal, por instrumento legal ou convênio.

Por fim, em âmbito municipal, o artigo 6º, da Resolução CONAMA 237/1997: estabelece que:

Compete ao órgão ambiental municipal, ouvidos os órgãos competentes da União, dos Estados e do Distrito Federal, quando couber, o licenciamento ambiental de empreendimentos e atividades de impacto ambiental local e daquelas que lhe forem delegadas pelo Estado por instrumento legal ou convênio.

A Lei Complementar 140/2011, também preceitua critérios de definição da competência dos órgãos ambientais, no que se refere ao licenciamento, sobre a competência de ente federal, a lei preconiza que:

Art. 7º São ações administrativas da União:

[...]

XIV - promover o licenciamento ambiental de empreendimentos e atividades:

- a) localizados ou desenvolvidos conjuntamente no Brasil e em país limítrofe;
- b) localizados ou desenvolvidos no mar territorial, na plataforma continental ou na zona econômica exclusiva;
- c) localizados ou desenvolvidos em terras indígenas;
- d) localizados ou desenvolvidos em unidades de conservação instituídas pela União, exceto em Áreas de Proteção Ambiental (APAs);
- e) localizados ou desenvolvidos em 2 (dois) ou mais Estados;
- f) de caráter militar, excetuando-se do licenciamento ambiental, nos termos de ato do Poder Executivo, aqueles previstos no preparo e emprego das Forças Armadas, conforme disposto na Lei Complementar n. 97, de 9 de junho de 1999;
- g) destinados a pesquisar, lavrar, produzir, beneficiar, transportar, armazenar e dispor material radioativo, em qualquer estágio, ou que utilizem energia nuclear em qualquer de suas formas e aplicações, mediante parecer da Comissão Nacional de Energia Nuclear (Cnen); ou
- h) que atendam tipologia estabelecida por ato do Poder Executivo, a partir de proposição da Comissão Tripartite Nacional, assegurada a participação de um membro do Conselho Nacional do Meio Ambiente (Conama), e considerados os critérios de porte, potencial poluidor e natureza da atividade ou empreendimento;

[...]

Parágrafo único. O licenciamento dos empreendimentos cuja localização compreenda concomitantemente áreas das faixas terrestre e marítima da zona costeira será de atribuição da União exclusivamente nos casos previstos em tipologia estabelecida por ato do Poder Executivo, a partir de proposição da Comissão Tripartite Nacional, assegurada a participação de um membro do Conselho Nacional do Meio Ambiente (Conama) e considerados os critérios de porte, potencial poluidor e natureza da atividade ou empreendimento.

Quanto à competência dos órgãos estaduais ficou definido que:

Art. 8º São ações administrativas dos Estados:

[...]

XIV - promover o licenciamento ambiental de atividades ou empreendimentos utilizadores de recursos ambientais, efetiva ou potencialmente poluidores ou capazes, sob qualquer forma, de causar degradação ambiental, ressalvado o disposto nos arts. 7º e 9º; XV - promover o licenciamento ambiental de

atividades ou empreendimentos localizados ou desenvolvidos em unidades de conservação instituídas pelo Estado, exceto em Áreas de Proteção Ambiental (APAs).

Quanto à competência dos municípios:

Art. 9º São ações administrativas dos Municípios:

[...]

XIV - observadas as atribuições dos demais entes federativos previstas nesta Lei Complementar, promover o licenciamento ambiental das atividades ou empreendimentos:

a) que causem ou possam causar impacto ambiental de âmbito local, conforme tipologia definida pelos respectivos Conselhos Estaduais de Meio Ambiente, considerados os critérios de porte, potencial poluidor e natureza da atividade; ou

b) localizados em unidades de conservação instituídas pelo Município, exceto em Áreas de Proteção Ambiental (APAs);

Diante do que fora apresentado, evidencia-se que dependendo do modo como o empreendimento afeta o meio ambiente, o licenciamento ambiental deverá ser conduzido por órgão ambiental competente, garantindo assim que os empreendimentos sejam licenciados em apenas uma esfera.

No entanto, quando as atividades refletirem indireta ou diretamente em outros segmentos da sociedade, mais órgãos participarão do processo de licenciamento ambiental como, por exemplo, a Fundação Nacional do Índio (FUNAI) que intervém quando o empreendimento afeta terras indígenas, como aconteceu na construção da Usina Hidrelétrica do Xingu, na região Amazônica (ATAÍDE, 2022).

Segundo Soares e Farias (2023), a participação do IPHAN no licenciamento ambiental ocorre em momentos distintos, desde a elaboração dos Termos de Referências, estendendo-se à fase de análise dos estudos ambientais, podendo alcançar a definição de condicionantes quando os bens culturais e patrimônios históricos estiverem em risco. Em complemento Instrução Normativa nº 1/2015 do IPHAN estabelece que o órgão irá se manifestar quando for formalmente acionado pelo órgão ambiental competente, este, detalhando os procedimentos e critérios para avaliação de impactos ambientais sobre o patrimônio histórico e cultural. Ainda, a Portaria 60/2015 disciplina a participação coordenada de órgãos federais como Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional (IPHAN), Fundação Nacional dos Povos Indígenas (FUNAI) e Fundação Cultural Palmares (FCP), ao longo do licenciamento, indicando as fases e os gatilhos para consulta e manifestação técnica quando houver potencial risco de dano ao patrimônio.

Todas essas observações também são aplicadas na íntegra quando o empreendimento a ser implantado for da atividade de mineração. É importante evidenciar que essas empresas podem causar impactos adversos sobre os povos indígenas, bem como ribeirinhos, dentre outros povos e comunidades tradicionais. Por conta desse risco, os órgãos acima citados devem ser consultados antes e durante o processo de licenciamento ambiental.

Outro aspecto relevante de ser destacado no que diz respeito às atividades mineradoras de extração de areia, são os danos causados ao meio ambiente, envolvendo áreas que abrangem dois ou mais Municípios, ou então, dois ou mais Estados da Federação, nesse cenário haverá a obrigatoriedade da expedição de documentos dos órgãos competentes à União ou ao Estado.

2.5.1. Áreas úmidas, Convenção de Ramsar e APA da Baixada Maranhense

Segundo Junk et al. (2014), as áreas úmidas são ambientes marcados pela interação entre terra e água, podendo apresentar alagamento permanente ou sazonal. Além de sua importância ecológica, esses ecossistemas exercem funções essenciais para a manutenção da biodiversidade, a regulação do ciclo hidrológico e o suporte às populações humanas (Millennium Ecosystem Assessment, 2005).

A Área de Proteção Ambiental da Baixada Maranhense se insere no contexto jurídico brasileiro das unidades de conservação. De acordo com Brasil (2000), a Lei nº 9.985/2000, que institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza (SNUC), define a Área de Proteção Ambiental como uma área geralmente extensa, com certo grau de ocupação humana, dotada de atributos abióticos, bióticos, estéticos ou culturais relevantes para a qualidade de vida e o bem-estar das populações humanas. Entre seus objetivos, destacam-se a proteção da diversidade biológica, o disciplinamento do processo de ocupação e a garantia da sustentabilidade do uso dos recursos naturais.

Assim, a discussão sobre as áreas úmidas de interesse internacional e sobre a Convenção de Ramsar contribui para uma compreensão dos limites e responsabilidades associados ao uso deste território e à exploração de recursos naturais.

Para Junk et al (2014), as zonas úmidas são sistemas únicos que interligam terra e água. Esses espaços abrigam formas de vida adaptadas de maneira especial,

sua ocorrência se dá de forma natural ou por alterações antrópicas, tanto em regiões continentais como em regiões costeiras. Essas áreas podem permanecer alagadas permanentemente ou sazonalmente, seus solos se mantêm úmidos proporcionando ambientes favoráveis para que, várias espécies possam desenvolver suas atividades vitais no local.

A Millennium Ecosystem Assessment (2005) destaca que, apesar de sua importância para a biodiversidade e para os seres humanos, as zonas úmidas sofrem pressões diversas constantemente. Por essa razão, são consideradas ambientes ameaçados e sujeitos à degradação ambiental, em decorrência de fatores como construção de infraestruturas, poluição, exploração ilegal dos recursos naturais, inserção de espécies exóticas e contaminação das águas.

A preocupação com as zonas úmidas no planeta fez surgir discussões sobre medidas de proteção desses ambientes. Nesse contexto, surgiu a Convenção sobre Zonas Úmidas de Importância Internacional, também denominada Convenção de Ramsar.

Segundo Brasil ([s.d.]), a Convenção de Ramsar foi firmada em 1971, na cidade de Ramsar, no Irã, tendo entrado em vigor em 1975. No Brasil, foi incorporada ao ordenamento jurídico por meio do Decreto nº 1.905, de 16 de maio de 1996.

Segundo Brasil ([s.d.]), inicialmente, o tratado fora direcionado à proteção de habitats aquáticos para aves migratórias. Posteriormente, foi ampliado para reconhecer o valor ecológico, social, econômico, cultural e científico dessas zonas. A administração desta convenção é conduzida por um secretariado independente alocado na Suíça que atua em cooperação com outros órgãos, tratados ambientais mundiais e organizações não governamentais parceiras. No Brasil, o Ministério do Meio Ambiente e Mudança do Clima é o órgão responsável pela implementação e execução dos compromissos firmados na Convenção. Essa atuação reforça a importância das áreas úmidas para a biodiversidade e para o equilíbrio ambiental global.

Segundo Brasil (2007), o documento: Sítio Ramsar APA da Baixada Maranhense - MA: Planejamento para o Sucesso de Conservação, apresenta a ficha técnica da Área de Proteção Ambiental da Baixada Maranhense e indica os critérios Ramsar associados ao seu reconhecimento como área úmida de importância internacional. Segundo o documento, a APA foi reconhecida como Sítio Ramsar no ano 2000, atendendo aos critérios 1, 2, 3, 4, 5, 7 e 8, relacionados à representatividade

ecológica da área, à manutenção da biodiversidade, à presença de espécies e comunidades relevantes, à ocorrência de aves aquáticas e à importância dos ambientes para espécies de peixes.

Os critérios e suas justificativas estão dispostos no Quadro 4, tomando por base a importância da APA para a conservação da biodiversidade e para o ambiente local. Esses elementos fundamentam o reconhecimento da APA da Baixada Maranhense como Sítio Ramsar e reforçam a necessidade de atenção às atividades capazes de comprometer a dinâmica ecológica das áreas úmidas, especialmente em territórios próximos ao rio Pindaré.

Quadro 4 - Critérios Ramsar e justificativas aplicadas à APA da Baixada Maranhense

Critério Ramsar	Descrição do critério	Justificativa aplicada à APA da Baixada Maranhense
Critério 1	Uma zona úmida deve ser considerada de importância internacional quando representa um exemplo natural ou seminatural, raro ou único, em determinada região biogeográfica.	A APA da Baixada Maranhense apresenta campos inundáveis, rios, igarapés, manguezais, estuários, lagos, matas de terra firme e áreas de transição entre ambientes amazônicos, costeiros e marinhos, configurando um conjunto representativo de zonas úmidas no Maranhão.
Critério 2	Uma zona úmida deve ser considerada de importância internacional quando abriga espécies vulneráveis, em perigo, criticamente em perigo ou comunidades ecológicas ameaçadas.	A área abriga ecossistemas relevantes para a fauna e a flora regionais, incluindo ambientes utilizados por aves, espécies aquáticas, peixes, camarões, mamíferos, répteis e comunidades ecológicas sujeitas a pressões antrópicas.
Critério 3	Uma zona úmida deve ser considerada de importância internacional quando abriga populações de plantas ou animais importantes para a manutenção da diversidade biológica de determinada região biogeográfica.	A APA possui rica biodiversidade, com manguezais, babaquais, campos inundáveis, estuários, lagunas e matas ciliares, formando um mosaico ambiental essencial para a manutenção da diversidade biológica regional.
Critério 4	Uma zona úmida deve ser considerada de importância internacional quando abriga espécies vegetais ou animais em estágio crítico de seus ciclos de vida ou oferece refúgio em condições adversas.	Os ambientes alagáveis, rios, lagos, manguezais e estuários da APA funcionam como áreas de abrigo, alimentação, reprodução e deslocamento para diversas espécies, especialmente durante os períodos de cheia e seca.
Critério 5	Uma zona úmida deve ser considerada de importância internacional quando abriga regularmente 20.000 ou mais aves aquáticas.	A APA da Baixada Maranhense é reconhecida pela presença expressiva de aves aquáticas associadas aos campos inundáveis, lagos, rios e áreas úmidas, sendo esses ambientes importantes para a manutenção dessas populações.
Critério 7	Uma zona úmida deve ser considerada de importância internacional quando abriga proporção significativa de subespécies, espécies ou famílias de peixes nativos, estágios do ciclo de vida, interações entre espécies ou populações representativas dos valores da zona úmida.	A ictiofauna da APA inclui espécies de importância ecológica e econômica, presentes em ambientes de água doce, salobra e estuarina, como rios, lagos, igarapés, manguezais e estuários.
Critério 8	Uma zona úmida deve ser considerada de importância internacional quando atua como fonte de alimento, área de desova, área de criação ou rota migratória para peixes.	Os rios, lagos, igarapés, manguezais e estuários da APA exercem papel importante na alimentação, reprodução, criação e deslocamento de peixes e camarões, sustentando estoques pesqueiros relevantes para a biodiversidade e para as populações locais.

Fonte: Elaborado pelo autor, com base em Brasil (2007).

Dessa forma, o reconhecimento da APA da Baixada Maranhense como Sítio Ramsar, evidencia sua relevância ecológica e socioambiental. Essa condição reforça a importância de uma avaliação cuidadosa das atividades que exercem pressão sobre os ambientes úmidos e sobre os cursos d'água da região, como é o caso da extração de areia, especialmente quando realizada sem o devido controle ambiental e sem acompanhamento dos órgãos ambientais competentes.

Segundo a Convention on Wetlands (2026), a Lista de Ramsar contabiliza 2.528 Sítios Ramsar no mundo, abrangendo uma área total de 253.182.460 ha. Esses sítios distribuem-se regionalmente da seguinte forma: África, com 434 sítios; Ásia, com 458; Europa, com 1.110; América Latina e Caribe, com 218; América do Norte, com 222; e Oceania, com 86.

Segundo Brasil (2025), o Brasil possui 27 Sítios Ramsar que recobrem uma área de 26.794.455 ha. No Estado do Maranhão, nota-se, conforme apresentado no Quadro 5 e na Figura 5, a presença de quatro Sítios Ramsar: Estuário do Amazonas e seus Manguezais, Área de Proteção Ambiental das Reentrâncias Maranhenses, Área de Proteção Ambiental da Baixada Maranhense e Parque Estadual Marinho do Parcel de Manuel Luiz e Baixios do Mestre Álvaro e Tarol.

Quadro 5 - Sítios Ramsar do Brasil

Nº	Sítio Ramsar	UF	Data Inclusão	Área (ha)
1	Parque Nacional da Lagoa do Peixe	RS	24/05/1993	34.400
2	Parque Nacional do Pantanal Mato-Grossense	MT	24/05/1993	135.000
3	Parque Nacional do Araguaia - Ilha do Bananal	TO	04/10/1993	562.312
4	Reserva de Desenvolvimento Sustentável Mamirauá	AM	04/10/1993	1.124.000
5	Área de Proteção Ambiental das Reentrâncias Maranhenses	MA	30/11/1993	2.680.911
6	Área de Proteção Ambiental da Baixada Maranhense	MA	29/02/2000	1.775.035
7	Parque Estadual Marinho do Parcel de Manuel Luiz e Baixios do Mestre Álvaro e Tarol	MA	29/02/2000	34.555
8	Reserva Particular do Patrimônio Natural SESC Pantanal	MT	06/12/2002	87.871
9	Reserva Particular do Patrimônio Natural Fazenda Rio Negro	MS	28/05/2009	7.000
10	Parque Nacional Marinho dos Abrolhos	BA	02/02/2010	91.300
11	Parque Estadual do Rio Doce	MG	26/02/2010	35.973
12	Parque Nacional do Cabo Orange	AP	02/02/2013	202.307
13	Reserva Biológica Atol das Rocas	RN	11/12/2015	35.186
14	Parque Nacional do Viruá	RR	22/03/2017	216.427
15	Parque Nacional de Anavilhanas	AM	22/03/2017	350.469
16	Reserva Biológica do Guaporé	RO	22/03/2017	600.000

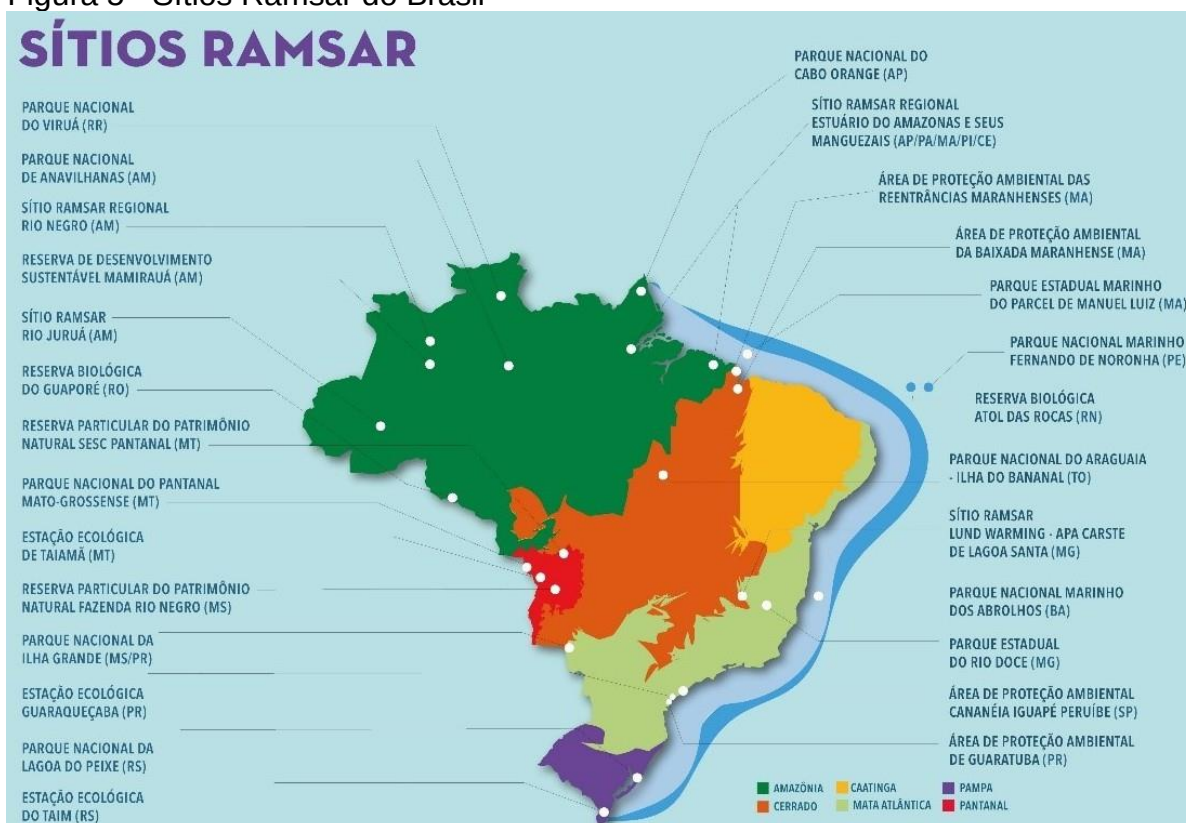
(continua)

17	Estação Ecológica do Taim	RS	22/03/2017	10.938
18	Estação Ecológica de Guaraqueçaba	PR	05/06/2017	4.370
19	Lund-Warming/APA Carste de Lagoa Santa	MG	05/06/2017	23.865
20	APA Cananéia - Iguape - Peruíbe	SP	04/09/2017	657.328
21	APA Estadual de Guaratuba	PR	21/09/2017	38.329
22	Parque Nacional de Ilha Grande	MS/PR	30/09/2017	76033,33 (conclusão)
23	Parque Nacional Marinho de Fernando de Noronha	PE	25/01/2018	10.929
24	Rio Negro (Sítio Ramsar Regional)	AM	19/03/2018	12.001.614
25	Estuário do Amazonas e seus Manguezais (Sítio Ramsar Regional)	AP até CE	19/03/2018	3.850.253
26	Rio Juruá (Sítio Ramsar Regional)	AM	29/09/2018	2.136.489
27	Estação Ecológica Taiamã	MT	21/10/2018	11.555

Fonte: Brasil/MMA (2025), adaptado pelo autor

O Quadro 5 permite observar a distribuição dos Sítios Ramsar no território brasileiro e evidencia a presença significativa do Maranhão nesse conjunto de áreas úmidas reconhecidas internacionalmente. A Área de Proteção Ambiental da Baixada Maranhense está diretamente relacionada ao recorte espacial desta pesquisa por abranger ambientes associados a lagos, campos inundáveis e áreas de várzea vinculadas à dinâmica hidroambiental da região. A Figura 5 complementa essa leitura ao representar os Sítios Ramsar brasileiros.

Figura 5 - Sítios Ramsar do Brasil



Fonte: Brasil/MMA (2025)

A distribuição apresentada na Figura 5 evidencia a relevância do Maranhão no contexto brasileiro das áreas úmidas reconhecidas internacionalmente. Nesse cenário, a APA da Baixada Maranhense se destaca por sua importância ecológica, hidrológica e socioambiental, especialmente por abranger ambientes associados a rios, lagos, campos inundáveis e áreas de várzea. Essa condição reforça a necessidade de atenção às atividades que possam comprometer a dinâmica desses ambientes, como ocorre com a extração de areia em áreas próximas ao rio Pindaré.

2.6. Impactos Socioambientais e econômicos relacionados à Extração de Areia

A extração de areia, quando é realizada sem um planejamento sustentável prévio e, não obedece ao que determina as legislações vigentes, tende a resultar em impactos sociais, ambientais e econômicos de natureza negativa tanto ao meio ambiente quanto às comunidades que residem no entorno das áreas afetadas.

Diante disso, pode-se destacar alguns dos principais impactos socioambientais e econômicos que, de forma recorrente, afetam o meio ambiente e as comunidades do entorno.

Tendo em vista uma melhor compreensão acerca dos principais danos ambientais causados pela atividade de extração de areia, cumpre destacar o ponto de vista de alguns autores, que abordam o que de fato venha a ser degradação ambiental.

Soares (2017), conceitua o termo degradação ambiental como sendo qualquer processo que diminua a capacidade de determinado ecossistema em sustentar a vida. Este processo, por sua vez, está diretamente relacionado às alterações biofísicas que afetam ou destroem o ecossistema provocando um desequilíbrio ambiental. Ou seja, o ciclo natural do meio ambiente é alterado devido a intervenção humana ou qualquer outro tipo de evento da própria natureza.

De acordo com Serra (2019), a degradação ambiental é causada pela ação do homem que na maioria das vezes, não respeita os limites impostos pela natureza. Assim sendo, têm-se o homem, como o principal agente transformador do espaço geográfico, que através das suas ações modifica a paisagem de tal maneira a causar desequilíbrios aos sistemas ambientais.

Nesta vertente, Gomes (2019) destaca que a degradação ambiental associada à ação humana está diretamente relacionada a diversos fatores de cunho socioeconômico como, por exemplo, a realização de grandes empreendimentos que envolvam a construção civil, megaprojetos de agronegócios, desenvolvimento da atividade turística, agricultura, pecuária e o agro extrativismo sem um planejamento prévio, dentre outros.

Têm-se ainda, como resultados da degradação causada pela mineração, a modificação da fauna e da flora, a poluição dos rios, mares e lagoas, extinção de algumas espécies de animais e vegetais, emissão de gases poluentes que agredem a atmosfera. Em síntese, são muitos os males ou prejuízos que a degradação ambiental resultante direta de ações antrópicas negligentes provoca ao meio ambiente (Silva, 2020).

Segundo Stern et al. (1992), a degradação ambiental, além dos problemas relacionados ao meio ambiente, também é fator causador de conflitos violentos e deslocamentos humanos.

De acordo com Sloan e Schmitz (2019), como resultado da degradação ambiental pode-se citar o descontentamento das pessoas, revoltas, protestos, violência e êxodo forçado. A degradação ambiental tem sido tratada como preocupação mundial, muitas vezes sendo respondidas pelos entes dos poderes

públicos locais, estaduais, nacionais, regionais e internacionais, estas forças têm se erguido de forma a defender a proteção dos ecossistemas de agentes políticos e econômicos, que historicamente se utilizam de grande influência para manter controle sobre comunidades e regiões menos assistidas.

Com base na percepção dos autores acima citados, observa-se que a degradação ambiental decorre de diferentes maneiras. Sendo seu principal agente causador, o homem que devido aos seus interesses, explora os recursos naturais de modo predatório, prejudicando o uso futuro.

Segundo Alves (2020), a mineração, especialmente a lavra a céu aberto, causa graves danos ao meio ambiente, este tipo de mineração se configura, por causar desmatamento em grande proporção, diminuindo ou extinguindo a fertilidade do solo em função da remoção de seus horizontes superficiais. A área recortada em blocos, e a presença de grandes cavas, são alguns dos principais sinais de que houve ou há ação antrópica para fins de mineração.

O desmatamento é considerado um dos responsáveis por alterar o clima, pois a cobertura vegetal funciona como um mecanismo que absorve os raios solares, proporcionando melhores condições microclimáticas e conforto térmico, quanto menor forem as áreas verdes de uma comunidade, maior a tendência de que aquele local se torne cada vez mais quente, convertendo-o em um habitat desconfortável (Soares, 2017).

Outro resultado do desmatamento em grande escala em função da atividade mineradora é a extinção da fauna e da flora. Em determinadas regiões existem espécies únicas de animais e vegetais, que precisam ser preservados devido a sua importância para o acervo biológico e pela sua utilidade na cadeia alimentar que irão garantir a homeostase do ecossistema. A perda da flora ou da fauna causa prejuízos irreparáveis para a biodiversidade da área, mesmo que se implementem técnicas de reflorestamento, ocorrerá a possibilidade de que aquela área jamais retorne à sua essência (Guimarães; Milanez, 2017).

De acordo com Gomes (2019), a poluição e a contaminação dos recursos hídricos são também impactos negativos causados pela atividade mineradora. Isso se justifica pelo fato de que muitas substâncias tóxicas, podem infiltrar no solo causando a contaminação dos lençóis freáticos ou das nascentes e leitos dos rios, tornando as águas impróprias para o consumo humano, bem como levando a mortandade de peixes e da biota local.

Pinto (1995) elenca cinco grandes problemas principais causados pela atividade de mineração, sendo estes: a alteração da morfologia do local minerado; surgimento de processos erosivos; poluição do ar, da água, do solo e poluição visual; desmatamento incluindo as áreas de preservação permanente como matas ciliares e agressão à biota e ecossistema do lugar.

Verifica-se atualmente um dualismo antagônico entre a proteção do meio ambiente e a flexibilização das legislações, a fim de facilitar e garantir que os empreendimentos minerários continuem a crescer, tendo em vista que, mesmo com as regras rígidas do ponto de vista técnico e do ponto de vista ambiental, ainda se percebe a dificuldade do poder público de agir coibindo a ilegalidade.

Entre essas duas proposições está a sustentabilidade, que visa garantir que os empreendimentos minerários possam ser instalados, mas respeitando o tripé que se baseia na proteção do meio ambiente, na efetivação dos direitos sociais e no crescimento econômico.

O principal destino da areia extraída é a construção civil, sua mistura juntamente com o cimento, a água e pedras, formam o concreto, calcula-se que para cada tonelada de cimento (concreto), produzida necessita-se de pelo menos seis ou sete toneladas de areia. Por conta disso, a sua extração ocorre de forma intensa. Para retirada da areia, utiliza-se o método da lavra a céu aberto, que permite que sejam adquiridas em proporções significativas, uma vez que o mercado exige grandes quantidades para atender à demanda. Destaca-se que, a lavra é uma das formas de extração de minerais, como é o caso da areia, que mais degrada os recursos naturais, modificando de modo drástico a paisagem (Zhour, 2022).

A lavra da areia, exige o decapeamento e a retirada dos horizontes O e A, que se trata de horizontes férteis e ricos em material orgânico, isso acarreta a perda de nutrientes e consequente queda de fertilidade, dificultando usos subsequentes como a agricultura familiar (Ferreira et al., 2007; Rachwal; Souza, 2003; Mechi; Sanches, 2010; Sepe; Salvador, 2018; Ronquim, 2010).

O descarte inadequado de resíduos sólidos que geralmente é lançado nas margens dos rios, ou próximas as zonas costeiras das cidades litorâneas é um dos graves problemas ocasionados pelos empreendimentos de extração de areia. Muitos desses materiais demoram anos para serem decompostos (plástico, entulhos, filtro de óleo, dentre outros). Muitas dessas substâncias ao serem decompostas causam a poluição do solo e dos lençóis freáticos, tornando a água contaminada por conta da

presença de substâncias tóxicas. Além disso, um dos resultados degradadores da retirada de areia será a presença de crateras que normalmente ocupam grandes áreas, deixando a área inadequada para o uso, (Silva, 2020).

As crateras no solo que são resultantes da atividade mineradora da extração de areia, quase nunca são utilizadas para uma nova finalidade sustentável, não passando também por processos de recuperação, como preconizado nos planos de recuperação de áreas degradadas, que são obrigatórios para a atividade de mineração no Brasil.

Segundo Lima et al. (2007), o processo de lixiviação ocorre com a incidência da água da chuva que leva os minerais do solo para os corpos d'água, carreando assim elementos químicos como cálcio, magnésio, potássio e sódio. Este evento ocorre em solos susceptíveis à erosão, caracterizados pela ausência de vegetação de recobrimento, pela declividade do terreno, que contribui assim para o aumento da velocidade de escoamento da água das chuvas e tornando o solo susceptível à erosão.

Em síntese, constata-se que a retirada de areia do solo sem planejamento sustentável prévio, causa profundos prejuízos ao meio ambiente, como: empobrecimento do solo pela perda dos seus principais nutrientes, retirada da sua cobertura vegetal, contaminação dos lençóis freáticos, desmatamento das margens dos rios e modificação da paisagem natural, principalmente quando a atividade de extração de areia, é praticada pelo método de lavra a céu aberto.

Esse cenário reforça a necessidade de uma maior atuação dos órgãos de fiscalização e controle para verificar em que condições a extração de areia está acontecendo no âmbito do território brasileiro, com o objetivo de prevenir a realização dessa atividade de forma ilegal ou fora dos padrões de sustentabilidade ambiental, pois quando isso acontece os danos são inevitáveis.

Enfatizando a necessidade de acompanhamento desta atividade pelos órgãos públicos, Moroni (2015) destaca que as atitudes do poder público e de entes privados, devem tomar como base ações amplas e irrestritas que promovam a sustentabilidade para que se consiga a superação da vulnerabilidade social, ambiental e econômica, a que muitas comunidades estão expostas.

A mineração como qualquer atividade econômica apresenta vantagens e desvantagens nas áreas sociais, ambientais e econômicas, que devem ser avaliadas. Do ponto de vista social, considera-se o desenvolvimento local que sinaliza progresso ou estagnação como fatores negativos e positivos respectivamente.

Neste sentido, a atividade minerária deve ser realizada de acordo com os parâmetros legais para garantir o uso sustentável dos recursos naturais, com impacto mínimo, e para preservar a saúde dos trabalhadores, além de contribuir para a arrecadação de tributos ao município, que permitam a implementação de melhorias estruturais para as cidades e para as comunidades (Faleiro; Lopes, 2010).

É indispensável considerar os sentimentos dos moradores locais, tanto o de pertencimento, quanto as demais conexões emocionais que eles estabelecem, assim se faz importante entender o conceito de lugar e relacionar este conceito com a forma como os moradores enxergam o meio em que estão inseridos.

Na geografia humanista, o conceito de lugar pode ser correlacionado com o conceito de Topofilia, que segundo Duarte et al. (2021), fora concebido em 1974, pelo geógrafo Yi-Fu Tuan, na busca pela compreensão da relação dos seres humanos para com o meio ambiente, vislumbrava entender como esta interação poderia resultar em soluções de problemas ambientais, sociais, políticos e econômicas.

Assim, segundo Tuan (1974), topofilia, se trata de representação profunda das conexões afetivas que as pessoas estabelecem com um lugar ou com cenários. Sendo que este vínculo emocional, é manifestado com intensidades e formas, que irão gerar respostas podendo estas, ser estéticas, palpáveis ou puramente emocionais.

No campo da antropologia temos o estudo de Low (1992), que permite entender a existência do conceito de apego ao lugar, que emerge fundamentalmente como um elemento que permite a compreensão das relações entre variados grupos humanos, os territórios em que ocupam, suas memórias coletivas, identidades construídas e os significados culturais desenvolvidos ao longo do tempo.

O apego ao lugar é o relacionamento simbólico formado por pessoas que atribuem significados emocionais/afetivos culturalmente compartilhados a um determinado espaço ou pedaço de terra, que fornece a base para a compreensão e a relação do indivíduo e do grupo com o ambiente... Assim, o apego ao lugar é mais do que uma experiência emocional e cognitiva, e inclui crenças e práticas culturais que ligam as pessoas ao lugar. (LOW, 1992, p. 2).

Já na Psicologia Ambiental, Steele (1981), apresenta 3 conceitos que permeiam a relação pessoa-ambiente: o Senso de Lugar, que se refere à experiência subjetiva e afetiva que os indivíduos têm em seu ambiente específico, envolvendo as emoções e reações pessoais. Outro conceito, é o de Espírito de Lugar, que é um descritor da personalidade inerente a um local e que resulta de combinações que

trazem à tona a percepção de uma “sensação única”. Por fim, o conceito de Cenário, que é compreendido como o entorno imediato que engloba tanto os elementos físicos quanto os sociais que circundam as pessoas.

Para Jackson (1994), em sua perspectiva da história e da arquitetura paisagística o senso de lugar é uma construção desenvolvida individualmente ao longo do tempo, que emerge de hábitos e costumes. Esse senso é fortalecido de forma contínua pela percepção de eventos e acontecimentos recorrentes, que consolidam a relação do homem com o ambiente.

Na Sociologia temos a visão de Hummon (1992), que afirmou entender que por senso de lugar têm-se as percepções subjetivas das pessoas sobre os seus ambientes e também sentimentos relativamente conscientes sobre esses ambientes. O senso de lugar ainda é inevitavelmente dual por natureza, pois é envolvido tanto por uma perspectiva que permite a interpretação do ambiente quando de reações emocionais a ele e ao que acontece com este meio natural.

A visão de Hummon (1992), pode então, ser interpretada como sendo uma cosmovisão desenvolvida do indivíduo, essa cosmovisão nada mais é do que a internalização da compreensão e dos sentimentos nutridos por alguém sobre o lugar e que acabam por serem fundidos no contexto do significado ambiental.

Agrupados, esses conceitos aprofundam o entendimento consolidado pela geografia, favorecem a compreensão da interação e dos laços criados entre os seres humanos e os espaços, por estes ocupados.

Para Ribeiro (2006), a mineração só pode coexistir com o meio ambiente quando realizada de forma racional, respeitando as normas ambientais e minimizando os danos causados ao ecossistema e à população local.

A mineração, quando não realizada de maneira sustentável, pode causar o afastamento de comunidades tradicionais das áreas naturais afetadas, modificando seus hábitos e costumes, além de gerar conflitos sociais. Segundo Bradford (2011), muitas vezes, as comunidades locais não se beneficiam adequadamente dos recursos extraídos, uma vez que a maioria dos moradores não participa diretamente das operações minerárias, e a qualidade de vida dessas populações não melhora proporcionalmente aos ganhos econômicos da mineração.

Esses impactos refletem diretamente na deterioração da identidade cultural das comunidades, à medida que a atividade minerária modifica o ambiente ao redor,

criando obstáculos à continuidade de práticas tradicionais e de lazer, como o uso de rios e áreas verdes.

Sobre os Impactos Econômicos negativos, Ataíde (2022) afirma que a atuação clandestina das empresas que exploram as atividades mineradoras no Brasil vem causando severos impactos econômicos negativos. Isso se justifica pelo fato de que muitas delas atuam às margens da lei, levando ao não pagamento de tributos devidos, assim, isso dificulta o aporte dos entes públicos da aplicação de tributos em benefício da infraestrutura dos locais.

Ou seja, é uma atividade inversamente proporcional aos padrões de sustentabilidade econômica e ambiental, pois ao mesmo tempo em que degrada o meio ambiente, causando danos muitas vezes irreparáveis, as empresas que atuam nesse segmento de modo irregular deixam de cumprir com sua responsabilidade tributária.

Contudo, Coelho (2018) destaca que a atividade de extração de areia possui potencial para apresentar resultados positivos no que diz respeito ao seu viés econômico, pois tende a colaborar diretamente para geração de emprego e renda, desde que atue em conformidade com as legislações vigentes em todo o âmbito do território brasileiro.

Nesse sentido, Anibelli e Souza Filho (2007) pontuam os seguintes impactos econômicos positivos relacionados à extração de areia:

Como impactos positivos pode-se elencar a geração de empregos diretos, bem como de empregos indiretos decorrentes daqueles postos de trabalho que dependem da areia para que, dentre estes: caminhoneiros que transportam a areia, de empregados da construção civil como um todo, pessoas ligadas ao comércio de materiais de construção em geral, além de profissionais liberais como geólogos, advogados e contadores. Ao mesmo tempo, gera impostos, que revertem em serviços à população, possibilitando que se dê continuidade a obras e projetos que visem melhorar as condições de vida, proporcionando bem-estar à população em geral.

Embora na literatura e em outros contextos regionais, sejam citados com frequência os impactos econômicos positivos da extração de areia, sendo o mais importante deles, a geração de empregos diretos e indiretos, que também culminará em uma maior arrecadação tributária, esta pesquisa não obteve dados que confirmem tais benefícios econômicos para o município, isso deve ser investigado em futuras

pesquisas, para que a comunidade tenha conhecimento mais abrangente sobre os impactos econômicos positivos desta atividade.

Assim, cabe complementar que, muitos dos impactos positivos decorrentes da extração de areia tendem a repercutir nas comunidades inseridas nas áreas atingidas diretamente. Para tanto, é necessário um acompanhamento dos órgãos de fiscalização e controle, como também, da própria comunidade, com a realização de denúncias em casos de exploração indevida da mão de obra e até mesmo de não observação da legislação ambiental e da legislação tributária vigente.

2.7. Sustentabilidade aplicada à atividade de extração de areia

A questão da sustentabilidade na atividade de extração de areia tornou-se algo muito debatido na atualidade, pois de um lado estão os interesses econômicos e de outro a necessidade de preservar o meio ambiente para as futuras gerações.

Essa dicotomia necessita encontrar um ponto de equilíbrio para que o desenvolvimento socioeconômico aconteça de modo que não degrade ou pelo menos minimize os impactos negativos gerados. É nessa perspectiva que se aplica a sustentabilidade na mineração, com o objetivo de atender os interesses das partes.

De acordo com Ferreira (2022), a sustentabilidade pode ser compreendida como sendo um mecanismo que busca o equilíbrio entre a disponibilidade dos recursos naturais e a exploração deles por parte de agentes da sociedade. Para alcançar tal objetivo é necessário a criação de normas jurídicas e métodos alternativos que viabilizem o uso equilibrado dos ecossistemas de modo que possam atender aos interesses de todos os atores envolvidos. É uma tarefa complexa porque perpassa pela conscientização da população, pela educação ambiental e, sobretudo, pelo governo na criação de políticas públicas que venham a tornar a sustentabilidade não apenas uma palavra de moda, mas, sim, de efetiva aplicação.

Percebe-se do ponto de vista conceitual do autor supracitado, que a sustentabilidade é algo complexo, pois não visa se contrapor as atividades capitalistas em detrimento única e exclusivamente da proteção dos recursos naturais, mas, sim associar o desenvolvimento das respectivas atividades causando o mínimo de impacto possível ao meio ambiente e as comunidades. Isso é importante para desmistificar o conceito errôneo de que a sustentabilidade apenas se preocupa com

as questões ambientais, o social, a cultura, a economia e dentre outros fatores também que estão inseridos nesse contexto.

Segundo Alves (2017), ao aplicar a sustentabilidade na mineração, ênfase dada a retirada de areia, algumas observações devem ser feitas, no sentido de tornar a atividade menos nociva possível, dentre outras destacam-se as seguintes:

- Racionalizar o uso de água: as empresas devem criar alternativas para realizar o reaproveitamento da água. Isso se justifica pelo fato de atividade consumir grande quantidade de água. Uma alternativa, consiste na criação da própria unidade de tratamento de água. É mais custosa, porém, os custos-benefícios a longo prazo são satisfatórios;

- Reabilitação das áreas degradadas: o reflorestamento é uma alternativa bastante interessante, porém, se torna um trabalho demorado, no sentido de que o resultado só aparecerá após anos;

- Adequação do projeto à legislação vigente: este costuma ser um dos principais pontos a serem verificados para conciliar os interesses capitalistas da mineração extrativista de areia, com a necessidade de proteger o meio ambiente. Apenas com a adequação do projeto é que a empresa terá o licenciamento ambiental para executar a sua atividade.

Nota-se que as medidas acima citadas abrangem as etapas anterior e sucessora da atividade de extração de areia, pois é preciso num primeiro momento obter o licenciamento ambiental e apresentar estudos de impactos ambiental com as suas ações mitigadoras, tendo em vista minimizar os danos causados ao meio ambiente.

O gerenciamento de resíduos sólidos oriundos da extração de areia é uma alternativa que visa alcançar a sustentabilidade ambiental na respectiva atividade. A redução de resíduos sólidos pode ser feita por meio da implementação de estratégias como a coleta seletiva, implementação da política dos 5 R's (repensar, recusar, reduzir, reutilizar e reciclar), que visem selecionar e reaproveitar o material desperdiçado, como também pode ser feita com capacitação dos profissionais para a absorção de técnicas de otimização dos materiais, evitando assim, o desperdício e a consequente redução dos resíduos (Gonçalves, 2018).

A reciclagem e consequentemente a reutilização dos resíduos sólidos provenientes da atividade mineradora é o processo final e fruto do produto principal do processo de gerenciamento. Para poder chegar a nessa etapa, todas as fases

anteriores são consideradas de extrema importância, pois elas estão correlacionadas numa sequência lógica (Ferreira, 2022).

Com relação a reutilização dos materiais desperdiçados na mineração de areia, Nunes e Pacheco (2015) comentam que esse processo deve nortear todo o planejamento da atividade desde a fase de concepção do projeto até a execução. Esse reaproveitamento das sobras pode trazer lucros às empresas, além de evitar que sejam descartados de modo irregular no meio ambiente. Para tanto, deve-se atentar para recomendações previstas pela legislação vigente.

Por exemplo, cita-se que os entulhos podem ser reutilizados na pavimentação de estradas, na construção de bloquetes, calçadas, bancos de praça, enchimentos de fundações, tijolos, pisos, dentre outros. Nem toda areia retirada por meio de mineração é utilizada na atividade-fim, pois passa por um processo de limpeza e refinamento, o que não vier a atender às exigências da indústria poderá ser reutilizado numa outra atividade.

Para Guedes et al. (2022), outra importante medida de sustentabilidade a ser adotada no que diz respeito a diminuição dos impactos causados pela extração de areia ao meio ambiente é a utilização de barragens. Estas, por sua vez, devem estar localizadas bem distantes dos centros urbanos, sendo monitorada por softwares que possibilitem acompanhar em tempo real as suas superfícies, prevendo assim, possíveis situações de riscos.

Do ponto de vista de Meneses (2017), a sustentabilidade para ser aplicada na atividade de extração de areia necessita de parcerias entre as empresas que atuam no setor e, destas, com o poder público. Muitas vezes as organizações não realizam um ciclo totalmente sustentável na mineração por não possuir uma estrutura suficiente. Diante disso, torna-se extremamente importante a realização de parcerias para que os danos causados ao meio ambiente sejam minimizados por meio de alternativas sustentáveis.

Além disso, faz-se necessário que internamente as empresas possam capacitar os seus colaboradores no sentido de fixar a ideologia de que a sustentabilidade é uma política prioritária para organização, potencialmente gerando receitas e transmitindo à sociedade uma imagem de empresa sustentável.

O aumento da fiscalização e do controle por parte dos órgãos públicos é uma alternativa para compelir pessoas físicas e jurídicas que desenvolvem atividades extrativistas de minérios a cumprirem com as regulamentações. Portanto, cabe ao

Ministério Público (MP), Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais (IBAMA), Secretarias Estaduais e Municipais do Meio Ambiente (SEMA), dentre outros, a serem mais efetivos no que diz respeito ao acompanhamento das atividades mineradoras no país.

Com relação à extração de areia, torna-se imprescindível melhor organizar, regulamentar e fiscalizar os empreendimentos extrativistas, para que os seus produtos possam adentrar no mercado e a atividade econômica desenvolvida gere emprego e renda às localidades, sendo este um dos objetivos a serem alcançados sob a perspectiva social. Quanto ao uso sustentável do meio ambiente, percebe-se a iminente necessidade de as empresas desenvolverem práticas menos danosas, e que, executem as ações para recuperação existentes nos planos de recuperação de áreas, como, por exemplo, o reflorestamento (Gama et al., 2017).

Dessa forma, torna-se um fator preponderante que esses órgãos de fiscalização e controle recebam uma maior atenção por parte do poder público. Estes, por sua vez, devem disponibilizar um maior orçamento, com o objetivo de aumentar o quantitativo de pessoal, melhorar a sua infraestrutura e, assim, terem melhores condições de fiscalizar e controlar as atividades mineradoras de extração de areia no Brasil. Isso deve ser feito sempre com o objetivo de efetivar a legislação vigente em matéria de uso sustentável dos recursos naturais, bem como a produção e ao descarte de resíduos sólidos dentro dos padrões de sustentabilidade ambiental.

É importante ressaltar que além da preocupação com o meio ambiente, o Estado também deve estar atento com os impactos que a atividade de extração de areia pode ocasionar às comunidades locais.

Desde questões correlacionadas à saúde física ou mental, como também aos danos ou prejuízos ao segmento financeiro, principalmente aquelas famílias que dependem da pesca e do ecossistema devidamente equilibrado para desenvolver as suas atividades de subsistência e comercializar o excedente da produção.

Enfim, nota-se que a atividade de extração de areia pode impactar negativamente de modo direto ou indireto vários segmentos das comunidades locais, tais como: saúde, economia, meio ambiente, dentre outros aspectos. Por conta disso, o processo de licenciamento ambiental deve ser bastante cauteloso, além de um acompanhamento perene durante a efetivação da atividade.

2.8. Compensação Financeira pela Exploração de Recursos Minerais (CFEM)

De acordo com Castro (2022), a CFEM, Compensação Financeira pela Exploração de Recursos Minerais (CFEM), é fonte importante de arrecadação dos municípios que possuem empresa de mineração, incluindo neste contexto as de extração de areia.

Esta, por sua vez, acaba sendo uma contraprestação paga pelas empresas exploradoras de recursos minerais, à União, Estados e Municípios, pois conforme observado no artigo 225 da Constituição Federal (anteriormente citado), os recursos naturais e minerais são considerados um bem de todos e a sua exploração em grande escala requer uma breve aprovação pelos órgãos competentes por meio do processo de licenciamento Ambiental, sendo fiscalizado pela Agência Nacional de Mineração (ANM), órgão pertencente a estrutura do governo federal, mais precisamente ligada ao Ministério das Minas e Energia.

A Constituição Federal de 1988, preconiza em seu artigo 20, que:

§ 1º É assegurada, nos termos da lei, à União, aos Estados, ao Distrito Federal e aos Municípios a participação no resultado da exploração de petróleo ou gás natural, de recursos hídricos para fins de geração de energia elétrica e de outros recursos minerais no respectivo território, plataforma continental, mar territorial ou zona econômica exclusiva, ou compensação financeira por essa exploração (Brasil, 1988, p. 21).

Nota-se que o legislador constituinte estabeleceu o critério dos municípios participarem do resultado da exploração de petróleo ou gás natural, de recursos hídricos para fins de geração de energia elétrica e de outros recursos minerais no respectivo território.

Isso é de fundamental importância não apenas por questões econômico-financeiras, mas, sobretudo, para que os municípios juntamente com os demais entes federativos possam somar estratégias no sentido fomentar políticas públicas que garanta a iniciativa privada a exploração da atividade de extração de areia, por exemplo, mas, ao mesmo tempo cobre e fiscalize a mesma acerca das ações mitigadoras e do uso sustentável dos recursos naturais.

As distribuições das alíquotas para fins de incidência da CFEM foram instituídas pela Lei Federal nº 7.990/1989 e atualizadas pela Lei Federal nº 13.540/2017, conforme destacado a seguir:

Tabela 3 - Alíquotas para fins de incidência da CFEM

ALÍQUOTA	SUBSTÂNCIA MINERAL
1% (um por cento)	Rochas, areias, cascalhos, saibros e demais substâncias minerais quando destinadas ao uso imediato na construção civil; rochas ornamentais; águas minerais e termais
1,5% (um inteiro e cinco décimos por cento)	Ouro
2% (dois por cento)	Diamante e demais substâncias minerais
3% (três por cento)	Bauxita, manganês, nióbio e sal-gema
3,5% (três inteiros e cinco décimos por cento)	Ferro, observadas as letras b e c deste Anexo

Fonte: Lei n.º 13.540, de 18 de dezembro de 2017

Os recursos recebidos pelos municípios derivados da CFEM, não podem ser utilizados para pagamento de dívidas ou pagamento de despesas com pessoal, devendo ser a sua aplicação em prol de infraestrutura para os municípios mineradores. Essa delimitação na aplicação dos recursos está disposta no parágrafo único do art. 26 do Decreto nº 1 de 11 de janeiro de 1991:

Parágrafo único. É vedado, aos beneficiários das compensações financeiras de que trata este decreto, a aplicação das mesmas em pagamento de dívidas e no Quadro permanente de pessoal.

Segundo Brasil (2023), a CFEM é distribuída mensalmente pela agência nacional de mineração aos estados, municípios e órgãos de governo, sendo seus recursos distribuídos na ordem de 10% para a União, deste valor destinado à união, 7% são destinados para a Agência Nacional de Mineração, 1% para o Fundo Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico, 1,8% para o Centro de Tecnologia Mineral e 0,2% para o Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis, 15% é destinado para o estado em que é extraída a substância mineral, 60% para o município produtor e 15% para os Municípios quando afetados pela atividade de mineração em que a produção não ocorra em seus territórios.

Ainda Segundo Brasil (2023), a distribuição da parcela de 15% da CFEM para municípios afetados é detalhada pelo decreto nº 11.659 de 2023, da seguinte forma:

- 7% para municípios com operações portuárias de embarque e desembarque de minerais;
- 3% para municípios cortados por ferrovias e dutos de minerais;

- 1% para municípios com estruturas de mineração, como barragens e usinas de beneficiamento.

Castro (2022) elenca os dois Estados com maiores arrecadações de CFEM entre os anos de 2014 e 2019, Minas Gerais com 42,7%, e Pará com 37,3%. Os dois Estados concentram 80% de toda a arrecadação de royalties de minério no país, principalmente aqueles derivados do ferro. Isso se justifica porque nessas localidades estão as maiores indústrias de minério do país.

Torna-se importante destacar que, embora haja proibição da utilização da CFEM nas despesas com pessoal por parte dos Municípios, Estados e pela União, essa arrecadação compõe a Receita Corrente Líquida (RCL), que é a base de cálculo dos limites de gastos, conforme a Lei de Responsabilidade Fiscal (LRF), ou seja, alterando o limite do percentual de gastos dos municípios.

Os municípios que possuem maiores arrecadações com a CFEM podem implementar políticas públicas destinadas a preservação e a conservação ambiental, ou até mesmo desenvolver estratégias junto às empresas para efetivar ações mitigadoras que minimizem os danos causados aos recursos naturais à comunidade residente decorrentes da atividade mineradora.

O Estado tem um papel fundamental com relação à fiscalização e ao controle das atividades mineradoras que são realizadas no âmbito do território brasileiro, como é o caso da exploração de areia.

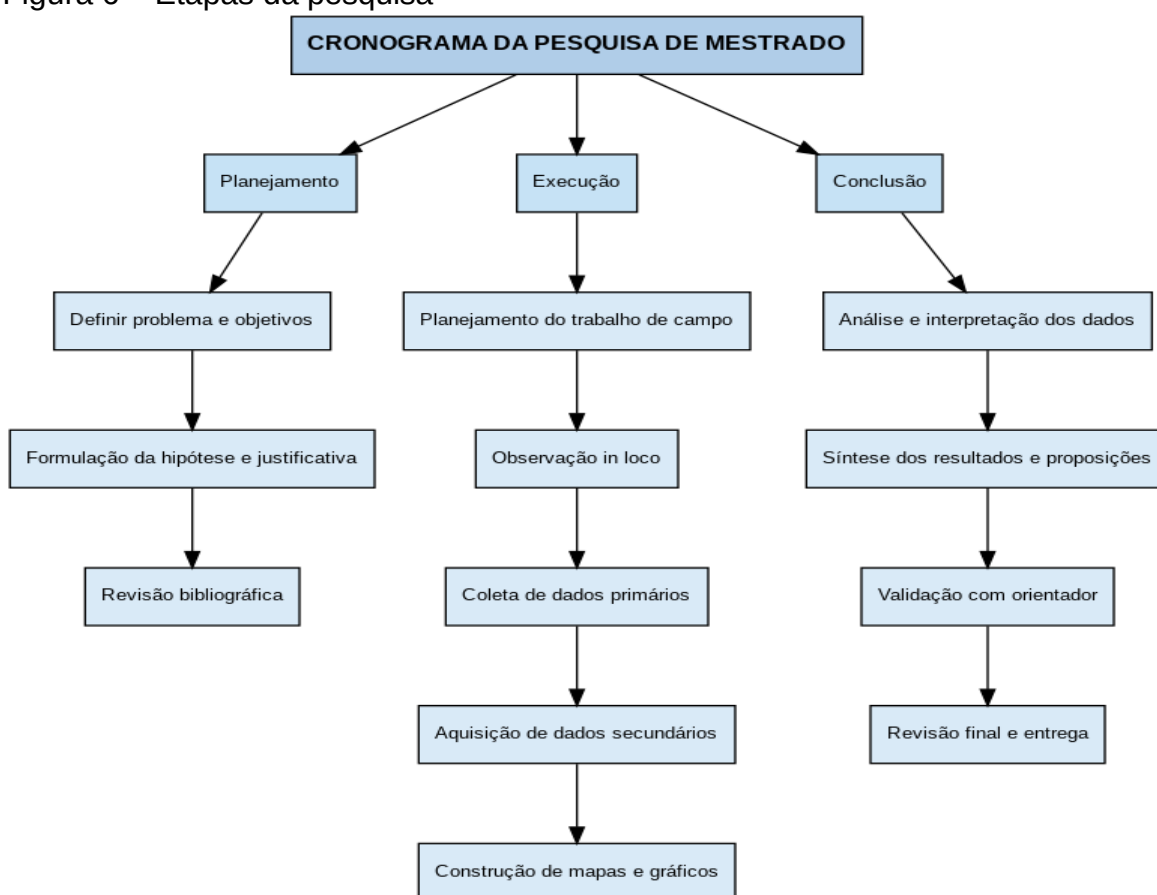
Quando o poder público é omissos ou negligente no cumprimento do seu dever, abre lacunas para que empresas possam atuar de modo ilícito, ferindo os padrões de sustentabilidade ambiental e causando profundos danos ao meio ambiente e as comunidades locais, principalmente porque os impostos sonegados não se refletem em políticas públicas destinadas ao benefício da população afetada.

3. METODOLOGIA

De acordo com Lakatos (2016), quando se deseja realizar uma pesquisa na área das Ciências Sociais, sobretudo, no âmbito da Geografia, um dos grandes desafios é saber qual metodologia utilizar, visto que a literatura aponta para inúmeras possibilidades. Dessa forma, percebe-se que a escolha da metodologia interferirá diretamente nos resultados obtidos, o pesquisador deve estabelecer seu critério de acordo com os objetivos traçados.

No que se refere aos procedimentos metodológicos adotados no presente estudo, destacam-se aqueles cujos critérios utilizem de maneira significativa os objetivos desta pesquisa, bem como os que possibilitem sua viabilidade técnica. Dessa forma, este capítulo evidencia o tipo de pesquisa realizada, local do estudo, o universo e amostragem, os instrumentos utilizados pelo pesquisador para a coleta de dados, análise dos dados, aspectos éticos e limitações da pesquisa.

Figura 6 – Etapas da pesquisa



Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

A organização das etapas da pesquisa de Mestrado apresenta de forma estruturada e sequencial, as etapas formadoras do desenvolvimento do estudo. A organização das atividades foi distribuída em três etapas: Planejamento, Execução e Conclusão, em concordância com a ordenação sequencial da metodologia adotada na presente dissertação.

Na fase de Planejamento foi definido o recorte da área de estudo, abrangendo os locais com presença de empreendimentos de extração de areia. Foram realizadas visitas in loco, durante as quais, efetuou-se o registro fotográfico e a coleta de coordenadas geográficas utilizando equipamento GPS Garmin Modelo GPSMAP 65, assegurando precisão no mapeamento das áreas observadas. Essa etapa permitiu a identificação e o georreferenciamento das regiões da atividade mineradora de areia, formando base espacial para as análises subsequentes.

A segunda fase correspondeu ao levantamento bibliográfico, que visou a consolidação do referencial teórico. Para isso, foram utilizadas as bases de dados do SciELO e Web of Science, com a aplicação de descritores como: extração de areia, mineração, degradação ambiental, meio ambiente, ações mitigadoras e Sand mining. Essa busca orientada permitiu a reunião e análise de estudos nacionais e internacionais e contribuiu para o embasamento conceitual e metodológico da pesquisa.

A terceira fase correspondeu à pesquisa de campo presencial e seguiu o encadeamento definido no planejamento. Esta etapa caracterizou-se pela aplicação dos questionários semiestruturados aos sujeitos da pesquisa, moradores residentes nas proximidades das áreas de extração de areia, a escolha desta abordagem se deu com o objetivo de atender às aplicações do estudo. Essa coleta de dados primários foi complementada por informações secundárias, obtidas em bases oficiais e levantamentos geoespaciais, permitindo uma visão abrangente dos impactos socioambientais.

Na macrofase de Execução, procedeu-se com a aquisição de dados secundários provenientes de imagens de satélite, dados do IBGE, da ANM e de outros órgãos, seguidos da produção de mapas e gráficos, Quadros e Tabelas, para ilustração da evolução das áreas de extração de areia e verificação e análise das mudanças ambientais.

Na fase de conclusão realizou-se a análise e interpretação dos dados, a síntese dos resultados e construção de proposições, incluindo medidas voltadas para a

mitigação dos impactos socioambientais identificados, bem como a validação do orientador e coorientador, assegurando consistência metodológica, o devido rigor científico e a aderência às normas acadêmicas vigentes.

3.1. Tipo de pesquisa

Trata-se de estudo aplicado, com abordagem mista, que combina dois componentes, o quantitativo descritivo, a partir da utilização de questionário semiestruturado para mensuração de percepções e frequências e o qualitativo, que permite a análise de falas para interpretação dos sentidos e padrões emergentes (Minayo et al., 2002; Bardin, 2011; Gil, 2017).

De acordo com Galvão, Pluye e Ricarte (2017), a utilização da metodologia mista na pesquisa, possibilita a abertura de duas possibilidades: sendo a primeira a viabilização de estudos de problemas complexos, permitindo a construção robusta de resultados de pesquisa. A segunda oportuniza aos pesquisadores imersão no processo de internacionalização da ciência, evidenciando a importância do método misto no contexto global que embora incipiente apresenta tendência de crescimento.

Já a análise espacial das áreas de extração de areia adotou abordagem multitemporal de imagens de satélite, foi aplicada para detecção das mudanças no meio ambiente em função da extração de areia dos anos 2015 e 2024, de acordo com o arcabouço clássico do sensoriamento remoto definido por Singh, (1989) e Jensen (2007). Essa abordagem permitiu identificar mudanças na paisagem e a expansão das áreas degradadas ao longo do período analisado.

O delineamento é observacional transversal, aplicável quando a busca se dá pela descrição e relação de variáveis em um único recorte temporal, sem intervenção do pesquisador no fenômeno (Creswell; Clark, 2011; Gil, 2017). Nesta pesquisa, essa característica aplica-se especialmente à etapa de percepção dos moradores, com a aplicação de questionários semiestruturados, permitindo a compreensão de um fenômeno pela voz dos participantes.

A escolha pelo caráter descritivo visa identificar características e condensar relações do fenômeno estudado, impactos da extração de areia no seu contexto local, isso permite o cruzamento entre entendimento empírico (questionário e falas) e evidências espaciais (mapeamentos e séries temporais) para fortalecer a validade dos achados (Minayo et al., 2002; Gil, 2017).

3.2. Universo e amostra

O universo da pesquisa constituiu-se pelo conjunto de moradores residentes no entorno imediato das áreas de extração que consentiram em participar e que observam cotidianamente a degradação ambiental sentindo as consequências imediatas desta ação antrópica.

A amostra, de natureza não probabilística e definida por conveniência, foi composta por 200 moradores residentes no entorno das áreas de extração de areia identificadas no município de Pindaré-Mirim/MA. A escolha por esse tipo de amostragem considerou a acessibilidade aos participantes, a presença dos moradores no momento da aplicação dos questionários e sua relação cotidiana com as áreas impactadas pela atividade mineradora.

O recorte espacial da pesquisa compreendeu o território municipal de Pindaré-Mirim/MA, levando em consideração a presença da atividade de extração de areia em diferentes localidades no município. Foram identificadas áreas de lavras no Povoado Santa Helena (Zona Rural) e em áreas próximas à sede do município. Dessa forma, a seleção dos participantes priorizou moradores residentes no entorno dessas áreas, por serem aqueles que convivem mais diretamente com os efeitos territoriais e socioambientais decorrentes da atividade mineradora.

A estratégia de verificar a percepção de diferentes moradores afetados pela retirada de areia consiste em confrontar os respectivos dados ou informações colhidas pelos diferentes atores e, posteriormente, avaliar o impacto da degradação no ecossistema.

Contudo, destaca-se que os questionários aplicados com a amostra do público-alvo acima citado foram respondidos e devolvidos, com 100% de retorno e aproveitamento.

3.3. Critérios de inclusão e exclusão

O critério de inclusão considerou os moradores residentes nas proximidades das áreas onde ocorre a extração de areia e que aceitaram responder ao questionário. A percepção desses moradores subsidiou, principalmente, a análise dos impactos negativos decorrentes da atividade de extração de areia, sendo de fundamental importância para evidenciar, sob a ótica da população local, como essa atividade tem

causado impactos ao meio ambiente e às comunidades do município de Pindaré-Mirim/MA.

Os critérios de exclusão abrangeram os não residentes no entorno das áreas de extração e os moradores ausentes no momento da aplicação do questionário.

Também foram excluídos aqueles que, embora residissem na localidade, não puderam ser entrevistados por não estarem presentes no momento da aplicação do instrumento, em razão de diferentes motivos, como o exercício de atividades laborais em outros locais.

Portanto, a percepção apresentada neste estudo não deve ser compreendida como uma representação generalizável de toda a população do município. Trata-se de uma tendência com valor indicativo, baseada nas respostas dos residentes entrevistados, considerando não apenas o caráter amostral da pesquisa, mas também as limitações de alcance inerentes ao processo científico.

3.4. Procedimentos de coleta de dados

No primeiro momento, foi realizado o levantamento bibliográfico e documental, com base em obras, artigos científicos, dissertações, teses, documentos oficiais e dados institucionais relacionados à temática da pesquisa. Conforme Lakatos (2016), a pesquisa bibliográfica permite ao pesquisador entrar em contato com produções já publicadas sobre determinado tema, contribuindo para a fundamentação teórica e para a compreensão das diferentes abordagens existentes sobre o objeto de estudo.

Foram utilizados o Banco de Teses e Dissertações da CAPES, as bases científicas SciELO e Web of Science, revistas científicas especializadas, periódicos, livros, documentos oficiais e dados extraídos de sites institucionais. Também foram consultados materiais disponíveis em bibliotecas públicas e acadêmicas, bem como documentos relacionados à temática da pesquisa.

Foram utilizados descritores como extração de areia, mineração, degradação ambiental, impactos socioambientais, geoprocessamento e Sand mining.

Portanto, a pesquisa bibliográfica é muito importante para se compreender as ambiguidades, os processos e ramificações acerca de um assunto abordado, principalmente quando este apresenta inúmeras facetas, isto é, os autores especialistas da área não são unânimes acerca da sua análise. Isso implica diretamente na citação de que o pesquisador ao abordar diferentes pontos de vistas

conceituais terá que se posicionar no trabalho de modo impessoal, seja concordando ou criticando com algumas das teorias.

Foram utilizados o Banco de Teses e Dissertações da CAPES, as bases científicas SciELO e Web of Science, revistas científicas especializadas, periódicos, livros, documentos oficiais e dados extraídos de sites institucionais. Também foram consultados materiais disponíveis em bibliotecas públicas e acadêmicas, bem como documentos relacionados à temática da pesquisa.

Esse levantamento permitiu abordar os principais conceitos sobre mineração e suas características, a evolução histórica da mineração no Brasil, os aspectos normativos da atividade, incluindo as normas ambientais, os principais danos socioambientais causados pela extração de areia e a sustentabilidade aplicada à atividade mineradora.

No segundo momento, foi realizada a pesquisa de campo presencial, compreendida como etapa de coleta de dados diretamente junto aos sujeitos da pesquisa. Segundo Cunha (2018), esse tipo de investigação envolve a coleta de dados e informações de modo presencial, permitindo maior aproximação entre pesquisador e participantes. Nesta pesquisa, essa etapa envolveu a aplicação de questionários semiestruturados com moradores residentes no entorno das áreas de extração de areia, bem como observações realizadas durante as visitas in loco.

O instrumento de coleta de informações escolhidos para a comunidade, foi do tipo questionário (APÊNDICE A) aplicado com 200 (duzentos) indivíduos, contendo nove perguntas, e foram registrados relatos espontâneos dos moradores durante a aplicação do instrumento.

De acordo com Minayo et al., (2002), o questionário enquanto instrumento de coleta de dados de uma pesquisa apresenta como principais vantagens: maior operacionalização (podendo ser aplicado a uma amostra de grande dimensão em curto espaço de tempo), maior sistematização dos resultados obtidos, maior automatização do processo de análise dos dados e menores custos. Diante disto, justifica-se a escolha do questionário como instrumento desta pesquisa.

3.5. Procedimentos de Geoprocessamento e Método de Detecção de Mudanças

A técnica escolhida para análise comparativa do uso do solo pela atividade de mineração, foi a de detecção de mudanças para dados multitemporais de sensores remotos que de acordo com Singh (1989), é definido como sendo a identificação de variações no estado de um objeto ou fenômeno em diferentes momentos no espaço temporal.

Ainda segundo Singh (1989), todas as alterações na cobertura terrestre, resultam em modificações nos valores de radiância e, portanto, sensores remotos possuem capacidade de registro e armazenamento destes valores.

Por se tratar de interpretação visual (não classificação automática), não se estimou acurácia por matriz de confusão, a consistência foi confirmada por checagem topológica, com verificação visual amostral ($\approx 10\%$ dos polígonos) e trilha de auditoria utilizando fotos e coordenadas geográficas, tal prática é recomendada para mapeamentos temáticos de alta resolução (Congalton; Green, 2009; Olofsson et al., 2014).

A verificação foi realizada por amostragem visual dos polígonos vetorizados, confrontando-se as feições mapeadas com imagens de alta resolução, registros fotográficos de campo e coordenadas coletadas por GPS.

A parte que tange à aquisição das imagens de satélite que foram utilizados para detecção das mudanças na presente pesquisa se deram com a utilização das imagens da plataforma Planet Labs/NICFI que trabalha em conjunto com o programa de dados de satélite da Iniciativa Internacional de Clima e Florestas da Noruega (NICFI), com espaço-tempo 2015/2024, a fim de permitir uma análise comparativa da área de estudo. A escolha desta plataforma se deu devido à confiabilidade e acessibilidade dos dados, bem como à sua capacidade de gerar imagens com boa resolução que são otimizados para exibição visual e interpretação. Os Mosaicos Visuais fornecem representações de cores verdadeiras de dados espaciais precisos cujos efeitos de neblina, iluminação e topografia são minimizados.

As imagens Planet Labs/NICFI, são ideais para monitoramento visual e interpretação de imagens de satélite, abarcando imagens das regiões dos trópicos do globo terrestre com resolução espacial de 4,77 metros por pixel e resolução espectral

baseado nas faixas do vermelho, verde, azul e com resolução temporal iniciando-se a partir do ano de 2015.

Para o ano de 2015, utilizou-se mosaicos Planet/NICFI de alta resolução visual, que se trata de um mosaico de 12/2015, A mesma abordagem fora replicada para o ano de 2024, mais precisamente do mês 10/2024.

As imagens de ambos os períodos foram projetadas utilizando o Datum SIRGAS 2000 / UTM, zona 23S. Este sistema de referência é amplamente utilizado em estudos de monitoramentos ambientais, garantindo precisão na localização espacial das áreas analisadas. A escolha de períodos distintos, com um intervalo de nove anos, permite avaliar a evolução da cobertura terrestre, buscando evidências de mudanças significativas na paisagem, como a degradação ambiental, desmatamento ou modificações em corpos hídricos.

O recorte temporal de nove anos é justificado pela data inicial de disponibilização de imagens pela plataforma Planet Labs/NICFI, tendo como marco inicial o ano de 2015. Este período fora escolhido com base na disponibilidade dos registros que permitiu uma análise confiável e consistente das mudanças que ocorreram ao longo desse intervalo de tempo.

A escolha do ano de 2015, como ponto de partida da aquisição das imagens de satélite para a detecção de mudanças no ambiente estudado, assegura que os dados analisados estejam alinhados com as primeiras imagens disponibilizadas pela Planet Labs/NICFI, isto garante a integridade da metodologia escolhida para o estudo visual da área de pesquisa e possibilita uma abordagem comparativa fundamental para a observação das transformações ambientais negativas, caracterizadas por ações antrópicas.

Essa abordagem comparativa fora fundamental para observação de tendências e padrões de uso da terra, proporcionando uma base sólida que permite importantes discussões sobre os impactos da extração de areia na área de estudo.

Dessa forma, o uso das imagens de satélite na pesquisa fornece não apenas uma visão ampla e detalhada do território, mas também subsidia uma análise quantitativa e qualitativa das transformações ambientais ao longo do tempo.

Para subsidiar a caracterização dos condicionantes físicos da área de estudo, foram elaborados mapas temáticos de hipsometria, unidades de relevo, solos e hidrografia do município de Pindaré-Mirim/MA. A base cartográfica municipal e os limites dos municípios do Maranhão foram obtidos junto ao Instituto Brasileiro de

Geografia e Estatística (IBGE), utilizando-se o Sistema de Referência Geodésico SIRGAS 2000 e coordenadas geográficas em latitude e longitude. Os dados altimétricos utilizados na elaboração do mapa hipsométrico foram extraídos do Modelo Digital de Elevação TOPODATA/INPE, permitindo representar a variação das cotas altimétricas no território municipal.

A elaboração do mapa hipsométrico foi realizada a partir do recorte do Modelo Digital de Elevação pelo limite municipal de Pindaré-Mirim/MA, seguido da classificação das altitudes e aplicação de simbologia gradual, de modo a evidenciar os setores mais baixos e os compartimentos suavemente mais elevados do município. Esse procedimento permitiu relacionar a variação altimétrica com as áreas de planície, os ambientes sujeitos à influência hídrica e os setores de maior acúmulo sedimentar.

O mapa de unidades de relevo foi elaborado por meio da integração entre a base cartográfica oficial, o relevo sombreado derivado do MDE e as unidades geomorfológicas identificadas para o município.

A representação cartográfica permitiu distinguir as principais unidades presentes em Pindaré-Mirim/MA, como a Planície da Baixada Maranhense, a Planície Flúvio-lacustre, a Planície Flúvio-marinha e as áreas de água. Essa etapa teve como finalidade compreender a organização geomorfológica local e sua relação com os ambientes de acumulação sedimentar associados à extração de areia.

O mapa de solos foi produzido a partir da base pedológica disponibilizada pelo IBGE, recortada para o limite municipal de Pindaré-Mirim/MA. As classes identificadas foram organizadas conforme a legenda original da base utilizada, com posterior padronização cartográfica para representação das unidades pedológicas presentes no município. Esse mapa permitiu analisar a distribuição espacial dos solos e sua relação com áreas úmidas, planícies de inundação, drenagem e fragilidade ambiental.

O mapa de hidrografia foi elaborado a partir da base hidrográfica oficial, com destaque para o rio Pindaré e seus principais contribuintes no município, como o rio Zutúia, o Igarapé da Água Bela e o Igarapé Santa Filomena. A rede de drenagem foi sobreposta às unidades de relevo e ao limite municipal, permitindo observar a relação entre cursos d'água, áreas alagáveis, planícies e setores de interesse para a extração de areia.

Todos os mapas foram organizados em ambiente de Sistema de Informação Geográfica, com padronização de escala gráfica, legenda, orientação, moldura, indicação das fontes dos dados e elementos de localização regional. A produção

cartográfica teve como objetivo apoiar a análise dos condicionantes físicos da extração de areia, permitindo relacionar geologia, relevo, solos e hidrografia com a ocorrência de depósitos arenosos, a localização das áreas de exploração e a vulnerabilidade ambiental dos ambientes de planície e de influência fluvial.

3.6. Análise dos dados

De acordo com Bardin (2011), a análise dos dados ou informações deve obrigatoriamente se organizar em torno de três polos cronológicos: 1) a pré-análise, 2) a exploração do material e 3) o tratamento dos resultados, a inferência e a interpretação.

Na pré-análise, considera-se o que foi desenvolvido ao longo do referencial teórico, os objetivos formulados e os indicadores que serão estabelecidos visando à interpretação das informações coletadas.

A exploração do material deu-se mediante recortes de textos, ano de publicação e autores com temas relacionados ao objeto desta pesquisa. Os resultados foram organizados a partir da transcrição, tabulação e interpretação dos dados obtidos na pesquisa de campo.

Os dados quantitativos foram tratados por meio da estatística descritiva, com uso de frequências absolutas e relativas, sendo a tabulação realizada no Microsoft Excel para Microsoft 365 e a apresentação dos resultados organizada em Tabelas e gráficos.

Os dados qualitativos, constituídos pelas falas dos moradores, foram analisados com base nos três momentos propostos por Bardin (2011): pré-análise, exploração do material e tratamento dos resultados, inferência e interpretação. Para orientar a leitura das falas, foram consideradas as seguintes categorias analíticas: percepção da degradação ambiental, impactos na qualidade de vida, medidas mitigadoras, participação comunitária e avaliação da atuação institucional.

As falas dos participantes foram identificadas pelas siglas MOR 1, MOR 2, MOR 3, e assim sucessivamente, preservando a identidade dos entrevistados. As métricas geoespaciais referentes à área por ano/status, área por empresa e faixas de distância em relação aos corpos hídricos foram calculadas no software QGIS. Em seguida, os resultados da pesquisa de campo foram discutidos à luz de autores especialistas da área.

3.6.1. Matriz de Impacto Ambiental (adaptação de Leopold)

A matriz de impacto ambiental é uma técnica consagrada na literatura, que trata sobre avaliação de impacto ambiental, é amplamente utilizada para identificar e organizar os potenciais efeitos positivos ou negativos de um empreendimento sobre o meio físico, biótico e socioeconômico. A Matriz permite relacionar atividades do empreendimento com fatores ambientais, sintetizando as informações e facilitando a visualização global dos impactos, bem como, listagem de proposições das medidas mitigadoras. Segundo Sanchez (2013), essa ferramenta é fundamental para garantir a consistência técnica de estudos ambientais, pois norteia o analista na formulação de hipóteses e na avaliação da significância dos impactos.

Para análise da condição socioambiental, foi construída uma matriz ponderada com base em Leopold, a matriz permitiu a avaliação sistemática dos impactos negativos da mineração de areia em Pindaré, os critérios avaliativos foram pesos e faixas qualitativas.

Os critérios e pesos foram:

Intensidade: Baixa (1), Média (2), Alta (3);

Duração: Curta (1), Média (2), Longa (3), Permanente (4),

Abrangência: Local (1), Municipal (2), Regional (3);

Frequência: N/A, Pontual ou Eventual (1), Intermitente (2), Contínua (3)

Vulnerabilidade do meio, seguindo o contexto local, classificando; Hidrologia/APP/Flora/Fauna/Saúde (3), Solo/Ar/Ruído/Paisagem/Socioeconômico (2), Institucional/Legal (1).

A atribuição dos pesos foi realizada com base em abordagem precaucionista, considerando a sensibilidade ambiental local, a proximidade com o rio Pindaré, a ocorrência de áreas de APP e a inserção no contexto da APA da Baixada Maranhense/Sítio Ramsar.

A fórmula foi definida por: $S = \text{Intensidade} \times (\text{Duração} + \text{Abrangência} + \text{Frequência} + \text{Vulnerabilidade do meio})$. Foram ainda categorizadas classes em Baixa, Média, Alta e Crítica, permitindo a identificação de medidas prioritárias de mitigação dos impactos utilizando como base as evidências locais.

Para interpretação padronizada, adotaram-se as seguintes classificações de S:

Baixa: $S < 10$;

Média: $10 - 17$;

Alta: 18 - 25;

Crítica: $S \geq 26$

A matriz sistematizou as fases de implantação, operação e desativação, atividades/aspectos, meios/fatores impactados e medidas de controle, dialogando com os resultados da percepção social e com a contextualização ambiental referentes ao sítio Ramsar/APA da Baixada Maranhense.

3.7. Aspectos éticos

O presente estudo envolveu o manejo de dados ou informações prestados pelos moradores do município de Pindaré-Mirim/MA e, portanto, respeita as normas da Resolução 466/12 do Conselho Nacional de Saúde do Ministério da Saúde, que normatiza as pesquisas que envolvem seres humanos (Brasil, 2012).

Com relação aos aspectos éticos desta pesquisa, convém ressaltar que foi respeitado o sigilo da identidade dos moradores, que responderam às pesquisas, tendo estes participado da pesquisa por residirem nas proximidades das áreas degradadas em detrimento da acentuada retirada de areia.

A seleção não expôs o público-alvo acima citado a nenhum tipo de risco principalmente no tocante às informações prestadas. Todos os participantes selecionados consentiram participar livre e conscientemente da pesquisa, uma vez que foram devidamente orientados para tal.

Os participantes foram previamente informados acerca dos objetivos da pesquisa, da finalidade acadêmica do estudo e da possibilidade de posterior disponibilização da dissertação em repositório institucional ou página pública vinculada ao Programa de Pós-Graduação.

3.8. Limitações da Pesquisa

Segundo Carvalho (2015, p. 96) “delimitar a pesquisa é estabelecer limites para a investigação”. Assim é importante que se defina com clareza o recorte espacial, temporal e o temático.

Durante a realização da pesquisa, foram identificadas algumas limitações que, embora não comprometam a validade dos resultados, impuseram restrições à amplitude e à profundidade da investigação, dentre as limitações destacam-se:

- a) Indisponibilidade de alguns moradores no momento da aplicação dos questionários, restringindo assim um número mais amplo de respondentes;
- b) dificuldade de acesso a dados e informações por parte dos órgãos públicos, com ênfase na Secretaria Municipal de Meio Ambiente, que não possui banco de dados digitalizados ou arquivos físicos para consulta pública;
- c) a não permissão para realização de visitas a determinadas áreas de mineração, justificadas pelo fato de se tratar de propriedades privadas, e em muitos casos pela intenção manifesta de seus proprietários em ocultar a degradação ambiental e possíveis irregularidades associadas à operação da atividade extrativa;
- d) a presença de vieses nas respostas obtidas, decorrentes de possíveis relutâncias de alguns moradores na manifestação de suas opiniões, por algum receio, seja de represálias ou por desconhecimento mais aprofundado sobre a atividade de extração de areia e sobre os aspectos legais.

As limitações também se relacionam à amostragem por conveniência, restrita aos moradores do entorno das frentes de lavra, o que limita a generalização dos resultados para todo o município. Soma-se a isso o caráter interpretativo da análise visual de imagens com resolução espacial de 4,77 m, que pode dificultar a identificação de microfeições ou alterações de pequena dimensão. Além disso, consideram-se a possível defasagem temporal e eventuais desatualizações nas poligonais do sistema SIGMINE, comuns em bases administrativas (Gil, 2017; Olofsson et al., 2014).

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Este capítulo apresenta e discute os resultados obtidos a partir da caracterização geoambiental, da percepção dos moradores e da análise espacial/econômica da extração de areia em Pindaré-Mirim/MA. Para melhor organização, os resultados foram estruturados em três eixos: caracterização geoambiental, percepção social e impactos ambientais e econômicos relacionados à atividade minerária.

Os órgãos ambientais evidenciam uma grande preocupação com o impacto que as atividades extrativistas de areia ocasionam ao meio ambiente e às comunidades ribeirinhas. É cada vez mais comum, principalmente durante o período de estiagem, encontrar bancos de areia ao longo do rio já assoreado em alguns trechos e a presença de grande quantidade de resíduos sólidos resultantes desta atividade extrativista.

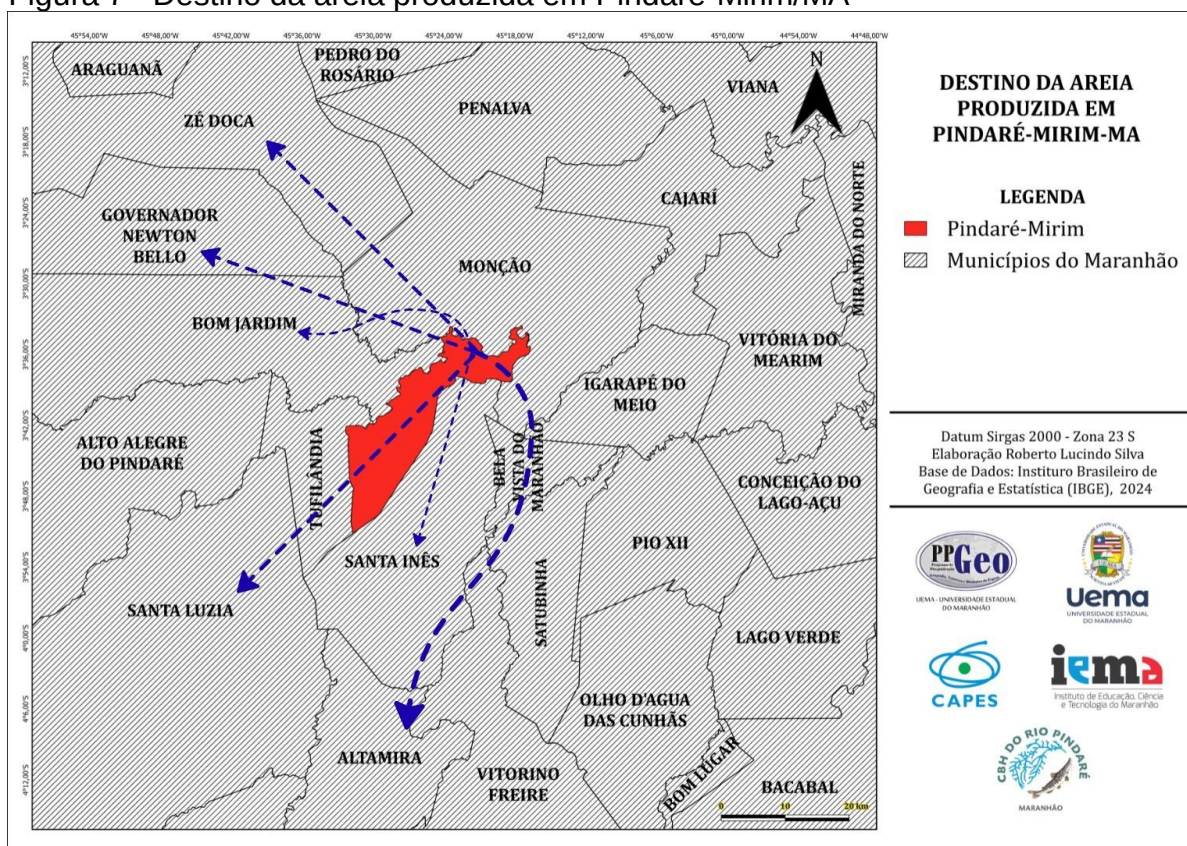
Verificou-se degradação ambiental acentuada na região, associada à ausência de planejamento prévio da atividade. A extração desses minerais acontece fora dos padrões de sustentabilidade ambiental, ferindo as legislações aplicáveis.

O resultado que culminou nesta afirmação se mostra preocupante porque afeta diretamente a qualidade de vida das pessoas que residem nas áreas atingidas pela extração predatória de areia, pois além de tornar o solo empobrecido com a perda de nutrientes, contamina os lençóis freáticos e causa assoreamento no rio Pindaré, que é a principal fonte de renda para muitas famílias que tiram o seu sustento por meio de atividades agrícolas e pesqueiras.

Outra importante característica ambiental está no fato de que o rio Pindaré se configura como o principal rio do município que leva o seu nome. O rio foi amplamente utilizado em meados do século XVIII, para escoar a produção para diferentes regiões do interior maranhense, ao longo de seu leito estão inseridos muitos municípios que são abastecidos com areia provenientes de empreendimentos que se localizam na região de estudo.

Relatos de empreendedores de areia local, dão conta de que a areia produzida em Pindaré-Mirim/MA, é utilizada na construção civil principalmente e levada até municípios próximos, como: Santa Inês, Santa Luzia, Altamira do Maranhão, Bom Jardim, Governador Newton Bello e Zé Doca/MA.

Figura 7 - Destino da areia produzida em Pindaré-Mirim/MA



Fonte: Elaborado pelo autor (2024).

Toda esta demanda oriunda de municípios vizinhos, tem feito com que se intensifique o processo de extração de areia em Pindaré-Mirim/MA, com isso se percebe o aumento da degradação ambiental provocada pelo extrativismo de areia conforme mostra a Figura 8, isto altera de forma agressiva a paisagem, que é compreendida da seguinte maneira:

[...] tudo aquilo que nossa visão alcança, esta pode ser definida como o domínio do visível, aquilo que a vista abarca. Não é formada apenas de volumes, mas também de cores, movimentos, odores, sons etc. (Santos, 1988, p. 08).

Nota-se que, do ponto de vista do autor supracitado, a degradação ambiental oriunda da atividade de extração de areia está diretamente relacionada aos impactos negativos causados ao meio ambiente. Esses impactos tornam-se visíveis na alteração da paisagem natural, evidenciada pela abertura de cavas no solo, pela supressão da vegetação, pelo ruído dos equipamentos utilizados, pela perda da

qualidade do ar em razão da presença de materiais particulados em suspensão e, sobretudo, pelas mudanças ocorridas nos ecossistemas locais.

A Figura 8 evidencia uma das áreas degradadas pela extração de areia destinada ao uso na construção civil. A área possui cerca de 47 hectares e concentra quatro empreendimentos de mineração de areia, localizando-se a aproximadamente 700 metros do rio Pindaré, 200 metros da comunidade Santa Helena e 2,2 quilômetros da sede do município de Pindaré-Mirim.

Figura 8 - Área degradada pela mineração de areia



Fonte: Elaborado pelo autor (2024)

Percebem-se grandes clareiras em meio à vegetação, nas quais também são observadas cavas, algumas com presença de água. Esses espaços correspondem a áreas degradadas pela atividade intensa de extração de areia na localidade estudada.

As setas amarelas indicam áreas alagadas associadas à dinâmica do rio Pindaré, situadas nas proximidades das frentes de extração de areia, evidenciando a relação espacial entre a atividade minerária e ambientes sujeitos à inundação sazonal. Essa condição evidencia a relação direta entre os empreendimentos minerários e a

dinâmica hídrica local, uma vez que, no período de cheia, essas áreas passam a integrar o sistema de inundação do próprio rio.

A degradação observada na Figura 8 demonstra que os impactos ambientais não se restringem às cavas de extração, mas alcançam também o entorno imediato, onde se observa ausência de vegetação nativa decorrente da supressão vegetal.

A ocorrência da limpeza desta área se fez necessária para que os maquinários de extração e de transporte tivessem logística adequada para suas respectivas funções.

Por meio da pesquisa, pôde-se criar 03 (três) categorias para composição dos resultados e discussões deste estudo, sendo elas:

Categoria A): Caracterização geoambiental de Pindaré-Mirim/MA. Ressalta-se que as respectivas informações estão acompanhadas de seus mapas ilustrativos, o estudo analisou a caracterização geoambiental local, investigando além da geologia da região também a dinâmica do relevo, dos solos e da bacia hidrográfica do rio que batiza o município.

Categoria B): A voz da Comunidade: os Impactos Sociais, decorrentes da extração de areia, no município de Pindaré-Mirim/MA, nesta seção, foram abordados temas resultantes da compilação e tratamento dos dados obtidos pela aplicação dos questionários sendo estes:

O Perfil sociodemográfico dos moradores, em que se verificou, a Idade para análise da distribuição etária dos participantes; a distribuição de gênero entre os respondentes; o nível de escolaridade e o tempo de residência na localidade.

Emprego e conscientização sobre atividade de extração de areia: no qual se analisou a quantidade de moradores empregados nos empreendimentos extração de areia e a conscientização dos entrevistados sobre a presença dos empreendimentos minerários.

Percepção acerca da degradação ambiental na comunidade: em que se constatou o nível de conhecimento dos moradores sobre a atividade, se estes estão cientes sobre a degradação ambiental que esta atividade tem causado, e quais os tipos de degradações ambientais são mais percebidos.

Percepção sobre os impactos na qualidade de vida e saúde, onde foi questionado se os moradores acreditam que a mineração tem causado efeitos negativos sobre a sua saúde e qualidade de vida

Conhecimento sobre medidas de mitigação, onde os entrevistados responderam se tem ciência sobre alguma medida adotada pelas autoridades ou pelas empresas de extração para minimizar os problemas ambientais causados pela mineração, verificou-se também se o entrevistado acredita que a comunidade deveria desempenhar um papel mais ativo na discussão e até no monitoramento das atividades de extração de areia, e se o entrevistado já participou de reuniões ou grupos de discussões sobre mineração com discussões voltadas à degradação ambiental na comunidade.

Avaliação dos moradores sobre as questões ambientais na comunidade, nesta avaliação, foi investigado como o morador entrevistado percebe o tratamento das questões ambientais associados à mineração em sua comunidade, isto permitiu que se chegasse ao entendimento sobre como essas preocupações estão sendo abordadas localmente.

Categoria C): principais impactos ambientais e econômicos decorrentes da atividade de extração de areia, no município de Pindaré-Mirim/MA. Esta categoria busca analisar os efeitos negativos da atividade de extração de areia no município, abordando questões ecológicas e socioeconômicas. Esta categoria examina as transformações ambientais provocadas pela extração de areia, impactos sobre os corpos hídricos e modificações no ecossistema local.

Paralelo a isso, aborda os aspectos econômicos relacionados ao setor de mineração no Brasil, analisando a sua dinâmica operacional, contribuição para o desenvolvimento da região bem como as questões fiscais pertinentes.

Nesta categoria, são analisados dados geográficos das áreas de extração, informações cadastrais da ANM, registros de campo e relações espaciais com unidades de conservação e zonas úmidas protegidas na região.

A compreensão desses impactos servirá como base para que se possa traçar estratégias fornecendo aos órgãos públicos, embasamento para o fomento às políticas públicas que visem minimizar os danos provocados ao ecossistema e a economia do lugar.

4.1. Condicionantes físicos da extração de areia em Pindaré-Mirim/MA

A análise dos condicionantes físicos da extração de areia em Pindaré-Mirim/MA está diretamente ligada aos objetivos desta pesquisa, uma vez que a ocorrência e a

distribuição dessa atividade dependem das características naturais do território. Nesta seção, são abordados aspectos geológicos, geomorfológicos, pedológicos e hidrográficos que ajudam a compreender a presença de depósitos sedimentares, a configuração do relevo, a formação de áreas aluviais, a dinâmica das planícies de inundação e a vulnerabilidade ambiental das áreas submetidas à extração.

Esses elementos, quando analisados de forma integrada, permitem compreender por que determinadas porções do município apresentam maior relação com a atividade minerária, sobretudo aquelas associadas aos ambientes fluviais e às áreas de acumulação sedimentar.

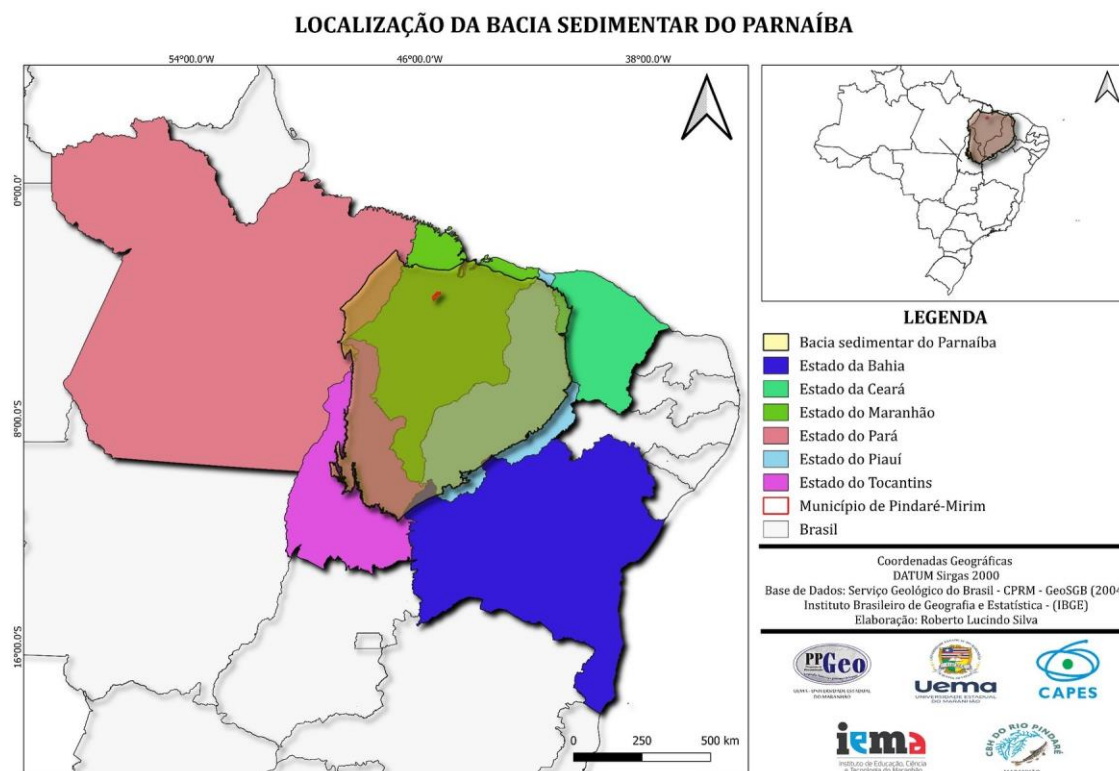
Dessa forma, os impactos socioambientais observados não estão relacionados apenas à presença natural da areia, mas também à forma como a atividade se expande, à localização das frentes de lavra e à fragilidade dos ambientes onde ocorre a exploração.

4.1.1. Geologia do município de Pindaré-Mirim/MA

O município de Pindaré-Mirim/MA está assentado sobre a Bacia Sedimentar do Parnaíba, conforme se observa na Figura 9. Vaz et al. (2007), afirmam que esta bacia está localizada na região norte/nordeste do território brasileiro ocupando uma área de 665.888 km². Está distribuída nos estados do Piauí, Maranhão, Pará, Tocantins, Bahia e Ceará. Tem uma forma elíptica, com o seu maior eixo orientado para Nordeste-Sudoeste ao longo de uma extensão de cerca de 1000 km.

Segundo Selley e Sonnenberg (2015), bacia sedimentar, trata-se de uma área da crosta terrestre localizada abaixo de uma grossa sequência de rochas sedimentares. Maior parte das bacias cobre dezenas de milhares de quilômetros quadrados podendo acumular sequências sedimentares com espessuras superiores a 5.000 metros.

Figura 9 - Localização e Distribuição da Bacia Sedimentar do Parnaíba

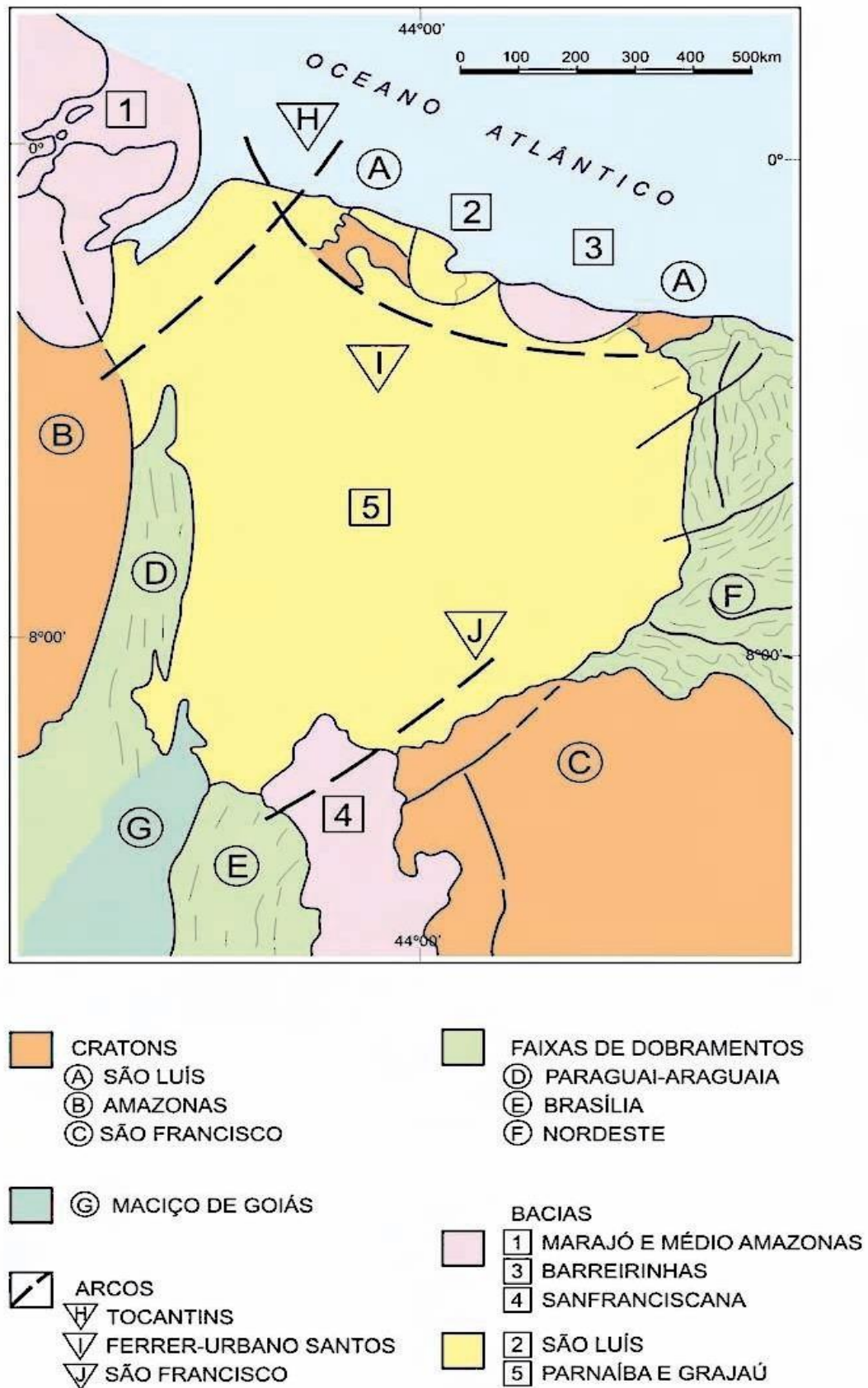


Fonte: Elaborado pelo autor (2024)

Segundo Batista (2009), a Bacia Sedimentar do Parnaíba possui espessura sedimentar que ultrapassa os 3.000 metros, majoritariamente composta por sedimentos paleozoicos com uma menor parcela de sedimentos mesozoicos. Tal como ocorre em outras bacias intracratônicas brasileiras, a Bacia do Parnaíba, sofreu impacto do vulcanismo básico mesozoico, que foram manifestados por intrusões e derrames. Esse vulcanismo exerceu influência significativa sobre o arcabouço tectônico da bacia, e modificou as conformações dos estratos que anteriormente apresentavam-se altamente regulares.

Os limites estruturais da Bacia Sedimentar do Parnaíba são mostrados na Figura 10 e segundo Arce et al. (2006), são representadas pelo arco do Tocantins no Nordeste, separando as bacias do Marajó e do médio Amazonas; arco São Francisco ao sul, saindo do Vale Sanfranciscana. O arco Ferrer Urbano-Santos ao norte separa-se das bacias costeiras do Cretáceo de São Luís e Barreirinhas, na margem equatorial

Figura 10 - Limites estruturais da bacia do Parnaíba



onte: Santos e Carvalho (2004)

Figura 11 - Carta Estratigráfica Bacia do Parnaíba

Ma	GEOCRONOLOGIA			Natureza da Sedimentação	Ambiente Depositional	Discordâncias	Litoestratigrafia			Espessura Máxima (m)							
	ERA	ÉPOCA	IDADE				Grupo	Formação	Membro								
45	MESOZOICO	CRETACEO	MAASTRICHTIANO	CM	ESTUARINO-LAGUNAR			ITAPECURU		724							
			CAMPANIANO														
			SANTONIANO														
			CONIACIANO														
			TURONIANO														
100		EO	CENOMANIANO					CM		DESERTICO/FLUVIO-DELTAICO, ALUVIAL/LACUSTRE/PLAT RASA	INTRUSIVAS E EXTRUSIVAS	CORDA GRAJAÚ CODÓ	SARDINHA	266			
			ALBIANO														
			APTIANO														
			BARREMIANO														
			HAUTERIVIANO														
150	JURASSICO	VALANGIANO	C	FLÚVIO-LACUSTRE				PASTOS BONS		77							
		BARRIASIANO															
		TITHONIANO															
		KIMMERIDGIANO															
		OXFORDIANO															
200	TRIASSICO	CALLOVIANO		EXTRUSIVAS E INTRUSIVAS				MOSQUITO		193							
		SATHONIANO															
		BAJOCCIANO															
		TOARCIANO															
		PLIENSCHACHIANO															
250	PERMIANO	SINEMURIANO		DESÉRTICO	NEOTRIÁSSICA	BALSAS	SAMBAÍBA		440								
		RHAETIANO															
		NORIANO															
		CARNIANO															
		LADINIANO															
300	CARBONIFERO	ANISIANO		DESÉRTICO/LACUSTRE		FLUVIAL DESÉRTICO LITORÂNEO	CANINDE	PEDRA DE FOGO		280							
		WUJIAPINGIANO															
		CHANGHSINGIANO															
		GUADALUPIANO															
		CAPTANIANO															
350	DEVONIANO	WORDIANO		PLAT.RASA LITORÂNEO TEMPESTADES SAKKHA		MESOCARBONIFERA		PIAUÍ		340							
		ROADIANO															
		KUNGURIANO															
		ARTINSKIANO															
		SAKMARIANO															
400	PALEOZOICO	ASSELIANO		FLUVIAL ENTRELAÇADO		EOCARBONIFERA		POTI		320							
		GZHELIANO															
		MISSISSIPPIANO															
		BASHKIRIANO															
		SERPUKHOVIANO															
450	ORDOVICIANO	TOURNASIANO		PLATAFORMA DOM. TEMPESTADE	EODEVONIANA	SERRA GRANDE	LONGÁ		220								
		FAMENIANO															
		FRASNIANO															
		GIVETIANO															
		EIFELIANO															
500	CAMBRIANO	EMSIANO		FLÚVIO-ESTUARINO PERIGLACIAL			CABEÇAS		350								
		PRAGUANO															
		LIANDOVERY															
		WENLOCK															
		PRIDOLI															
540	PRÉ-CAMBRIANO			CONT.	FLUVIAL ALUVIAL LACUSTRE			JAIBARAS		120							
	EMBASAMENTO																

Fonte: Vaz et al., (2007)

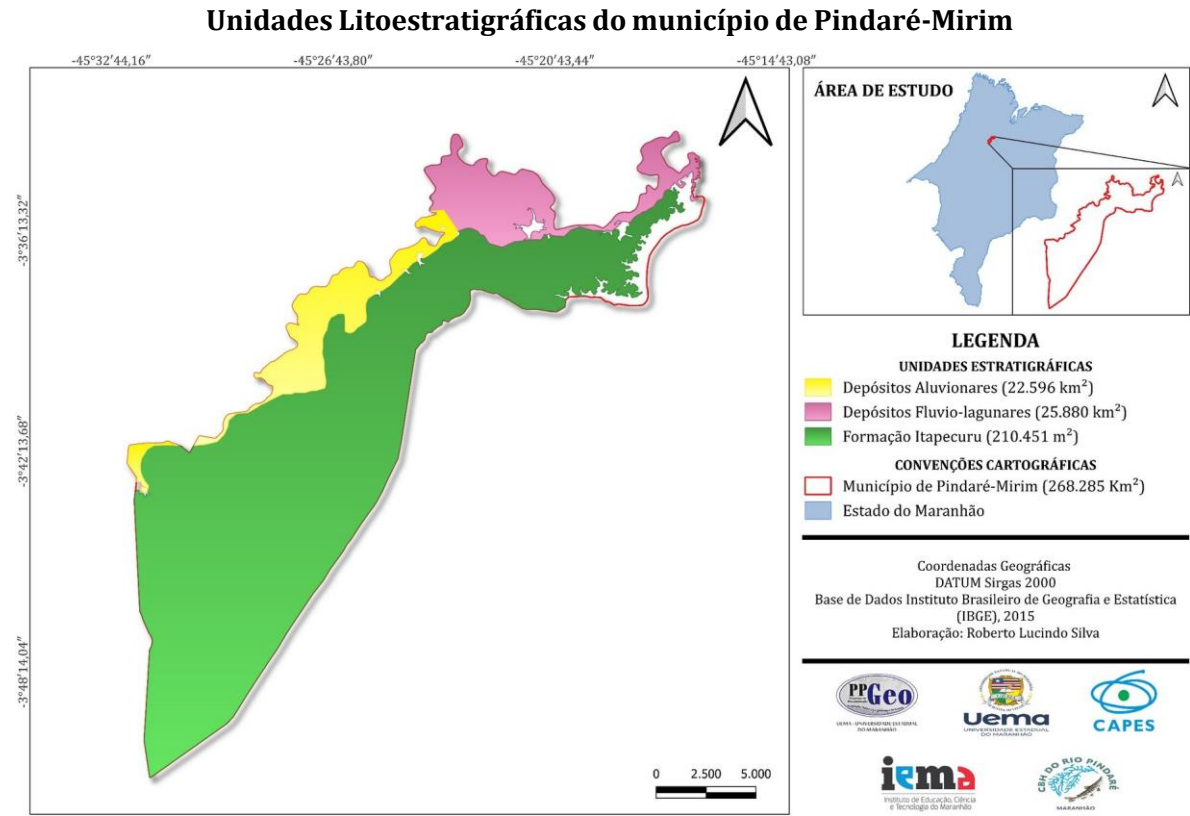
O estudo das características geológicas do município de Pindaré-Mirim/MA se torna fundamental pois possibilita uma compreensão de sua aptidão para extração de areia, recurso amplamente empregado na construção civil. A análise detalhada das unidades geológicas que compõem o município, em conjunto com suas respectivas peças cartográficas, fornece subsídio para que se possa avaliar o potencial exploratório desta região.

Pindaré-Mirim/MA possui área territorial de 268.285 km², apresenta três unidades litoestratigráficas: sendo elas: a formação Itapecuru, os depósitos Flúvio-lagunares, e os depósitos Aluvionares representados na Figura 12 e na Tabela 4, que lista a distribuição de cada uma destas unidades no território do município em números absolutos e proporcionais.

Segundo Correia Filho et al. (2011), na área correspondente ao município de Pindaré-Mirim/MA, o período Cretáceo é representado pela formação Itapecuru (k12it), e o período quaternário pelos depósitos Flúvio-Lagunares (Qfl).

Existe ainda segundo Klein et al. (2012), a presença dos depósitos aluvionares (Q2a), que percorrem as bacias sedimentares fanerozóicas e o embasamento pré-cambriano no Estado do Maranhão e representam o quaternário juntamente com os depósitos Flúvio-Lagunares (Qfl).

Figura 12 - Unidades Litoestratigráficas do Município de Pindaré-Mirim/MA



Fonte: Elaborado pelo autor (2024)

Tabela 4 - Distribuição das Unidades Litoestratigráficas no território do Município de Pindaré-Mirim/MA

Unidades Geológicas	Período	Área em Km ²	Porcentagem de Ocupação do Território
Formação Itapecuru (K12it)	Cretáceo	210,451 km ²	78,45%
Depósitos Flúvio-Lagunares (Qfl)	Quaternário	25,880 km ²	9,65%
Depósitos Aluvionares (Q2a)	Quaternário	22,596 km ²	8,42%

Fonte: Elaborado pelo autor (2024)

A ocorrência de depósitos flúvio-lagunares e aluvionares no município contribui para explicar o potencial geológico-geomorfológico local para a extração de areia, sobretudo nas áreas associadas à dinâmica fluvial do rio Pindaré, onde processos de transporte, deposição e retrabalhamento de sedimentos favorecem a acumulação de materiais arenosos.

No município de Pindaré-Mirim/MA, a formação Itapecuru, possui área de 210.451 km², ocupando 78,45% do território do município, sendo a maior unidade litoestratigráfica do município.

O termo Itapecuru, fora utilizado por Lisboa (1914), que identificou como Camadas Itapecuru os sedimentos que afloravam nos vales dos rios Itapecuru e Alpercatas no município de Pastos Bons.

Já Campbell, Almeida e Silva (1949), em um primeiro momento, sugeriram para esta camada sedimentar a designação de Formação Serra Negra, que se referia aos terciários alocados abaixo do Grupo Barreiras e acima da Formação Codó, encontrando-se localizados na Serra Negra. Posteriormente denominou-a de Formação Itapecuru, dando sua origem como sendo da idade cretácea, desmembrando-os em três: a formação Serra Negra, o membro Indiferenciado e o membro Boa Vista, aproveitando a denominação que havia sido dada por Lisboa em 1914.

A localização se dá a centro-noroeste da Bacia Sedimentar do Parnaíba, com espessura de 724m, conforme Figura 11 (Carta estratigráfica Bacia do Parnaíba), e é relacionada com a fase rifte do Atlântico Equatorial (Góes e Feijó, 1994, Vaz et al., 2007).

Segundo Gonçalves e Carvalho (1996), a formação Itapecuru, engloba um grupamento de rochas clásticas como arenitos finos e conglomeráticos, siltitos, folheados e argilitos. Seguindo esta linha, apresentam coloração avermelhada constituídas por uma grande variedade de composições sedimentares que indicam sua origem em diferentes panoramas ambientais.

Os depósitos sedimentares Flúvio-lagunares, possuem área de 25.880 km², representando 9,65% do território do município, isso faz com que esta unidade litoestratigráfica seja considerada a segunda em área no município conforme observado na Figura 12.

Segundo Correia Filho et al. (2011), os depósitos sedimentares Flúvio-lagunares são formados por areias e siltes argilosos, podendo ser inconsolidados ou semiconsolidados, localizando-se em margens de rios em níveis topográficos mais altos em relação às planícies aluvionares atuais. São recobertos por vegetação e sua formação é ligada diretamente aos processos fluviais. Esses depósitos ocupam grandes áreas ao longo da planície de inundação do Rio Pindaré.

Segundo Medeiros e Santos (2024), os depósitos Flúvio-lagunares, são formações de caráter singular, cronologicamente, inseridas no Quaternário, são resultados de fortes dinâmicas sedimentares em sistemas lacustres e fluviais que se caracterizam pela presença de areia, silte e cascalho.

Segundo Salgado-Labouriau (2007), o Quaternário é dividido em dois períodos de tamanhos distintos, sendo o primeiro, o Pleistoceno, que teve duração de 1,6 a 2 milhões de anos, e veio sucedendo o Plioceno e precedendo o segundo período que se trata do Holoceno que é o mais recente abarcando os últimos 10 mil anos incluindo os dias atuais.

Segundo Klein et al. (2012), os depósitos aluvionares são unidades geológicas datadas dos tempos atuais, ou seja, do período Holocênico, caracterizados por incluírem formações como barra de canais e grandes áreas de inundação, que são resultantes de atividades fluviais, são compostos por sedimentos arenosos e argilosos, possuem camadas de cascalho pequenas e matéria orgânica em menor quantidade. Essa unidade geológica é composta por sedimentos clásticos não consolidados que são típicos do período Holoceno, sendo vinculados às planícies aluviais de rios como Tocantins, Itapecuru e o Rio Pindaré, citando-se também, outros pequenos corpos hídricos como igarapés.

Os Depósitos Aluvionares ocupam uma área de 22,596 km², sendo a terceira em proporção de ocupação territorial, equivalendo a 8,42% do município conforme representados na Figura 12 e na Tabela 4.

As unidades litoestratigráficas identificadas, especialmente os depósitos flúvio-lagunares e aluvionares, contribuem para compreender a disponibilidade do recurso mineral, a concentração das áreas de exploração e a vulnerabilidade ambiental dos ambientes associados à dinâmica fluvial.

Assim, a caracterização geológica subsidia a análise dos impactos socioambientais negativos, pois permite relacionar a ocorrência dos depósitos arenosos com a degradação do solo, a supressão da vegetação, as alterações na paisagem e as pressões sobre áreas ambientalmente sensíveis. Essa leitura, contudo, torna-se mais completa quando associada à análise do relevo, uma vez que as formas e compartimentos geomorfológicos do município ajudam a explicar a distribuição desses depósitos e a maior sensibilidade das áreas de planície.

4.1.2. Relevo do município de Pindaré-Mirim/MA

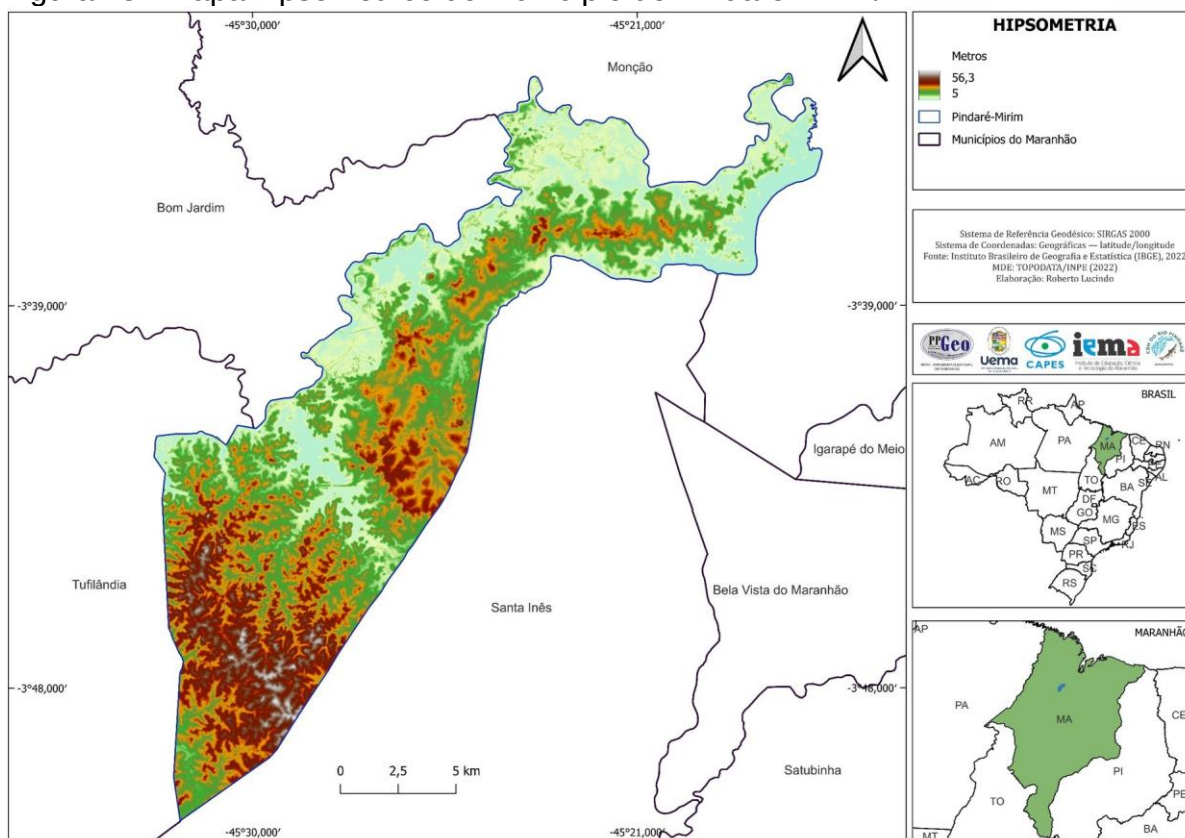
A caracterização do relevo constitui uma etapa importante para a compreensão das condições físicas do município de Pindaré-Mirim/MA, pois permite identificar a distribuição espacial das altitudes e reconhecer os setores mais rebaixados e os compartimentos relativamente mais elevados do território.

No caso desta pesquisa, essa análise contribui para compreender de que modo a configuração topográfica do município favorece a presença de áreas mais rebaixadas, setores de acumulação sedimentar e ambientes associados à dinâmica fluvial, condições que podem contribuir para a formação de depósitos arenosos e para a ocorrência da atividade de extração de areia.

Nesse sentido, a hipsometria se apresenta como uma ferramenta relevante para representar as variações de altitude do terreno por meio da gradação de cores. Francischett e Biz (2020, p. 3) explicam que:

A hipsometria é uma importante técnica de representação mediante o uso de cores para registrar o estudo do relevo, ou seja, o estudo da elevação do terreno. Nessa técnica geralmente é utilizado um sistema de graduação de tonalidades. No esquema convencional da hipsometria, a cor marrom-escura é utilizada para representar quantitativamente e qualitativamente as grandes elevações, degradando e clareando até chegar ao amarelo, o bege e ao branco para baixas altitudes.

Figura 13 - Mapa hipsométrico do município de Pindaré-Mirim/MA



Fonte: Elaborado pelo autor (2025)

Conforme representado na Figura 13, o município apresenta cotas altimétricas que variam aproximadamente entre 5 m e 56,3 m, revelando um relevo de baixa amplitude altimétrica, porém com diferenciações internas relevantes para a interpretação da dinâmica superficial e da deposição de sedimentos.

A predominância de baixas altitudes reforça a inserção de Pindaré-Mirim/MA no contexto da Baixada Maranhense, marcada por áreas planas, úmidas e sazonalmente inundáveis. Esses ambientes favorecem processos de acumulação sedimentar, especialmente nas áreas relacionadas ao baixo curso do rio Pindaré e às planícies associadas aos cursos d'água. Nesse sentido, a hipsometria contribui para compreender por que determinadas porções do município apresentam maior relação com depósitos arenosos, uma vez que os setores mais rebaixados tendem a receber, transportar e acumular sedimentos mobilizados pela dinâmica hídrica.

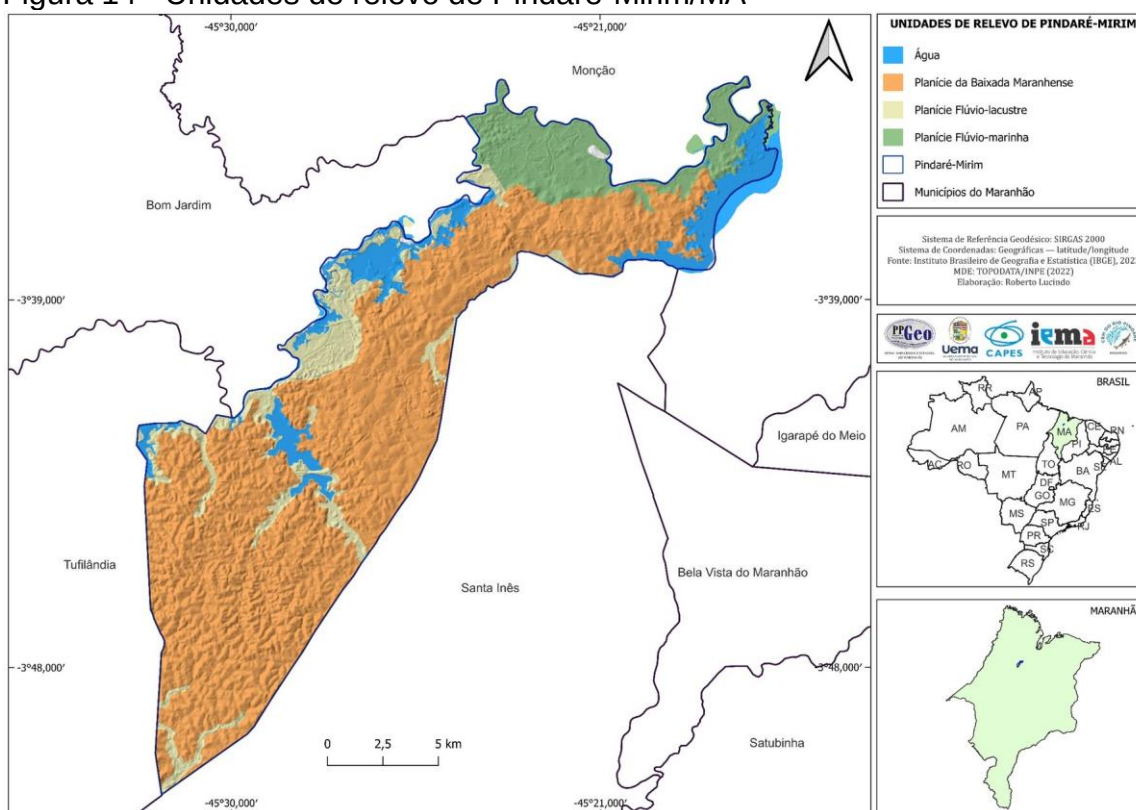
Essa condição também ajuda a explicar a sensibilidade ambiental das áreas onde a extração de areia ocorre ou pode ocorrer. Em ambientes de baixa altitude e associados à dinâmica fluvial, a retirada de material sedimentar pode alterar a

morfologia local, intensificar processos erosivos, modificar áreas de várzea e ampliar pressões sobre cursos d'água e zonas de inundação.

Portanto, o mapa hipsométrico não apenas descreve o relevo municipal, mas auxilia na interpretação das condições naturais que favorecem a ocorrência de areia e, ao mesmo tempo, evidenciam a vulnerabilidade dos ambientes submetidos à atividade minerária.

A partir dessa leitura da hipsometria, mostra-se fundamental observar como essas formas se organizam no território municipal. Nesse sentido, a Figura 14 apresenta as unidades de relevo de Pindaré-Mirim/MA.

Figura 14 - Unidades de relevo de Pindaré-Mirim/MA



Fonte: Elaborado pelo autor (2025)

A Figura 14 permite observar que o relevo de Pindaré-Mirim/MA é composto por unidades geomorfológicas associadas ao contexto da Baixada Maranhense, com predomínio de superfícies planas, rebaixadas e sujeitas à influência hídrica. Destacam-se a Planície da Baixada Maranhense, a Planície Flúvio-lacustre, a Planície Flúvio-marinha e as áreas de água, unidades que evidenciam a importância dos processos de acumulação e da dinâmica das águas na organização do relevo municipal.

A Planície da Baixada Maranhense ocupa a maior parte do território municipal, indicando o predomínio de superfícies baixas e pouco movimentadas, relacionadas a ambientes de acumulação e à influência sazonal das águas.

Medeiros e Santos (2024, p. 63) afirmam que:

As Planícies da Baixada Maranhense se associam aos terrenos baixos das proximidades com o litoral, tendo um patamar altimétrico reduzido, rampas alongadas e pouca variação altimétrica. São áreas sujeitas a recorrentes inundações que se apresentam, em sua maioria, por extensas pastagens com solo rico em matéria orgânica.

As planícies flúvio-lacustres e flúvio-marinhas aparecem em setores mais associados aos corpos hídricos, áreas úmidas e zonas sujeitas a alagamento, reforçando a importância da dinâmica hídrica na organização do relevo local.

De acordo com o IBGE (2009, p. 33), a planície fluviolacustre é definida como:

Área plana resultante da combinação de processos de acumulação fluvial e lacustre, podendo comportar canais anastomosados, paleomeandros (oxbow lakes) e diques marginais. Ocorre em setores sob o efeito de processos combinados de acumulação fluvial e lacustre, sujeitos a inundações periódicas com barramentos, formando os lagos.

No que se refere especificamente à planície fluviomarinha, o IBGE (2009, p. 34) define esse modelado como:

Área plana resultante da combinação de processos de acumulação fluvial e marinha, sujeita a inundações periódicas, podendo comportar canais fluviais, manguezais, cordões arenosos e deltas. Ocorre nas baixadas litorâneas, próximo às embocaduras fluviais.

No contexto de Pindaré-Mirim/MA, a presença dessa unidade geomorfológica deve ser interpretada a partir da inserção do município na dinâmica regional da Baixada Maranhense e do Golfão Maranhense, onde ocorrem extensas áreas rebaixadas, ambientes sujeitos a inundações periódicas e processos de acumulação sedimentar. Assim, a ocorrência de planícies fluviolacustres e fluviomarinhas no recorte municipal contribui para explicar a predominância de terrenos planos, mal drenados ou periodicamente alagáveis, bem como a disponibilidade de materiais sedimentares associados à dinâmica hídrica regional.

Essa configuração do relevo possui relação direta com a extração de areia, uma vez que os ambientes de planície favorecem a deposição e a redistribuição de sedimentos ao longo do tempo.

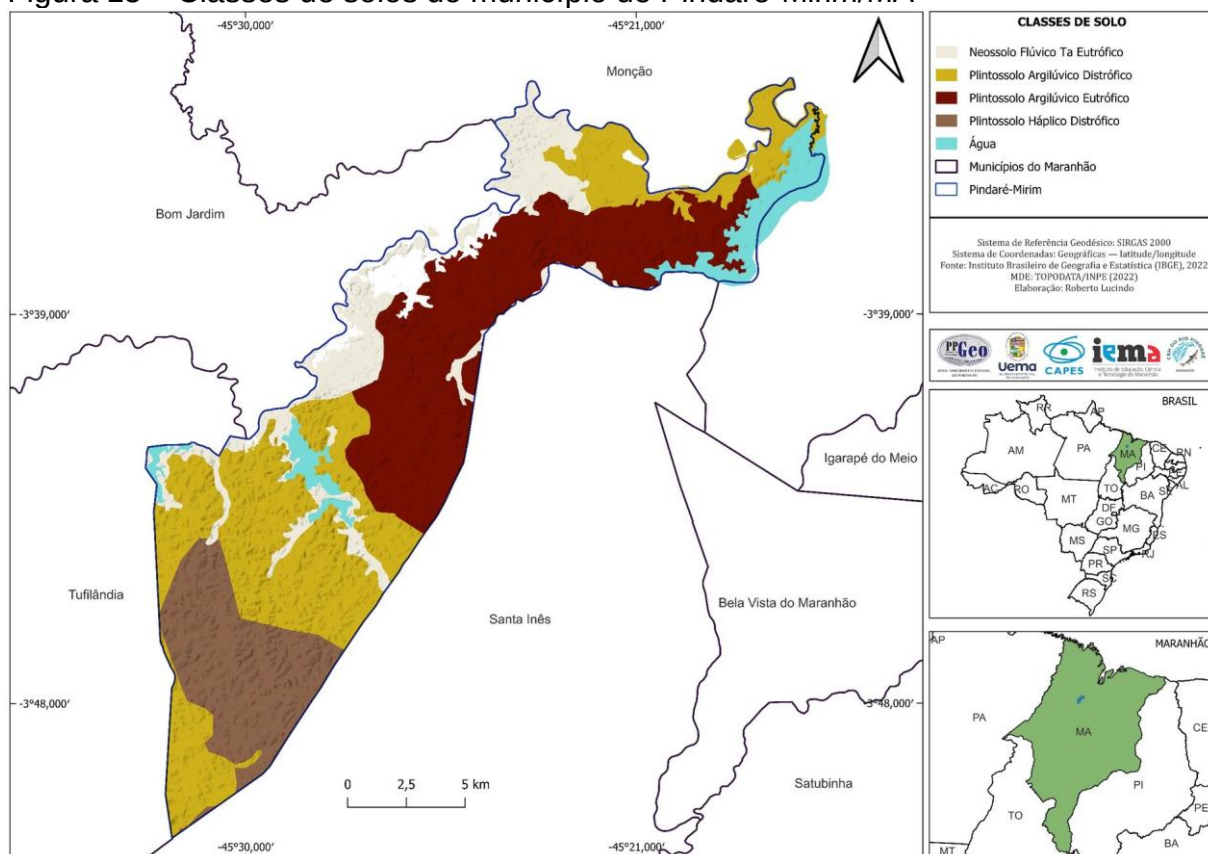
No caso de Pindaré-Mirim/MA, as áreas próximas a cursos d'água, várzeas e setores sazonalmente inundáveis apresentam maior sensibilidade ambiental, pois a retirada de material arenoso pode alterar a morfologia local, intensificar processos erosivos, modificar áreas de acumulação sedimentar e ampliar a pressão sobre ambientes naturalmente frágeis.

Essa condição também se reflete na formação e distribuição dos solos do município, especialmente naqueles associados a áreas úmidas, planícies de inundação e depósitos recentes, aspecto discutido no tópico seguinte.

4.1.3. Solos do município de Pindaré-Mirim/MA

A análise dos solos de Pindaré-Mirim/MA complementa a leitura do relevo, pois permite compreender como as condições de drenagem, deposição de sedimentos e sazonalidade hídrica influenciam a organização física do município. No contexto da extração de areia, essa caracterização é importante porque determinados solos estão associados a ambientes de planície, áreas alagáveis, margens de cursos d'água e superfícies de acumulação sedimentar, onde a pressão da atividade minerária tende a gerar maior sensibilidade ambiental.

Figura 15 – Classes de solos do município de Pindaré-Mirim/MA



Fonte: Elaborado pelo autor (2024)

Na Figura 15, observa-se que o município de Pindaré-Mirim/MA apresenta predomínio de Plintossolos, distribuídos em diferentes classes, como Plintossolo Argilúvico Distrófico, Plintossolo Argilúvico Eutrófico e Plintossolo Háplico Distrófico. Essas classes estão relacionadas, em geral, a ambientes sujeitos à variação de umidade no solo, drenagem imperfeita ou sazonalidade hídrica, condições compatíveis com áreas de planície e superfícies rebaixadas da Baixada Maranhense.

A ocorrência desses solos reforça a influência da dinâmica hídrica na formação da paisagem local, especialmente em setores onde há alternância entre períodos de encharcamento e maior exposição da superfície.

Os Plintossolos são solos minerais formados sob condições de restrição à percolação de água, sujeitos aos efeitos temporários do excesso de água; são solos imperfeitamente ou mal drenados, que se caracterizam fundamentalmente por possuírem expressiva plintização, com ou sem petroplintita (horizonte litoplíntico) (Oliveira, 2008).

Também se destaca a presença de Neossolo Flúvico Ta Eutrófico, associado a ambientes de deposição recente, principalmente nas proximidades de cursos d'água e

áreas de influência fluvial. Essa classe possui relação direta com a dinâmica sedimentar, pois se desenvolve em materiais transportados e depositados pelos rios ao longo do tempo. Por essa razão, sua ocorrência no município contribui para compreender a presença de áreas com maior disponibilidade de sedimentos, incluindo materiais arenosos, especialmente em setores de várzea, margens fluviais e planícies de inundação.

Os Neossolos Flúvicos Ta Eutróficos são solos com argila da atividade alta e saturação por bases $\geq 50\%$, ambas na maior parte do horizonte ou camada C (inclusive CA) dentro de 150 cm a partir da superfície do solo (SANTOS et al., 2018, p. 222).

Segundo Silveira, Araújo e Sampaio (2006), os Neossolos Flúvicos, frequentemente, são encontrados em áreas de várzea, apresentam teores elevados de fósforo, porém podem sofrer com a salinização em áreas irrigadas, limitando assim seu uso para o cultivo.

No contexto da extração de areia, a distribuição dos solos indica que parte significativa do município apresenta condições ambientais sensíveis, principalmente nas áreas associadas a solos hidromórficos, planícies úmidas e depósitos recentes. A retirada de areia nesses ambientes pode comprometer a estabilidade superficial, alterar a drenagem natural, expor camadas do solo, favorecer processos erosivos e ampliar a degradação em áreas já naturalmente frágeis.

Assim, o mapa de solos contribui para demonstrar que os impactos da mineração não dependem apenas da existência do recurso arenoso, mas também das características pedológicas e hidrológicas dos ambientes onde a exploração ocorre, servindo ainda como subsídio para o planejamento de medidas de controle, manejo e recuperação de áreas degradadas.

Essa relação entre solos, umidade e drenagem torna necessária a análise da hidrografia municipal, uma vez que os cursos d'água, as áreas alagáveis e a dinâmica fluvial influenciam diretamente a formação, o transporte e a deposição dos sedimentos arenosos em Pindaré-Mirim/MA

4.1.4. Hidrografia do município de Pindaré-Mirim/MA

O município de Pindaré-Mirim/MA acompanha uma tendência hidrográfica do Estado do Maranhão, com abundância de recursos hídricos, tanto superficiais quanto subterrâneos.

A nascente do rio Pindaré está localizada no território Krikati, próximo a Sítio Novo, em cotas acima de 300m de altitude. A partir da nascente, o rio corre com poucos meandros no sentido sul-norte, até próximo à sede do município de Bom Jesus das Selvas, quando assume a direção sudoeste-nordeste (Correia Filho et al., 2011).

Segundo Brasil (2014), o rio Pindaré nasce nas elevações que delimitam as bacias hidrográficas dos rios Mearim e Tocantins, nas proximidades do município de Amarante, em cotas próximas de 300m, percorre aproximadamente 686 km. A bacia do rio Pindaré é dividida em três trechos: Alto Pindaré, Médio Pindaré e Baixo Pindaré

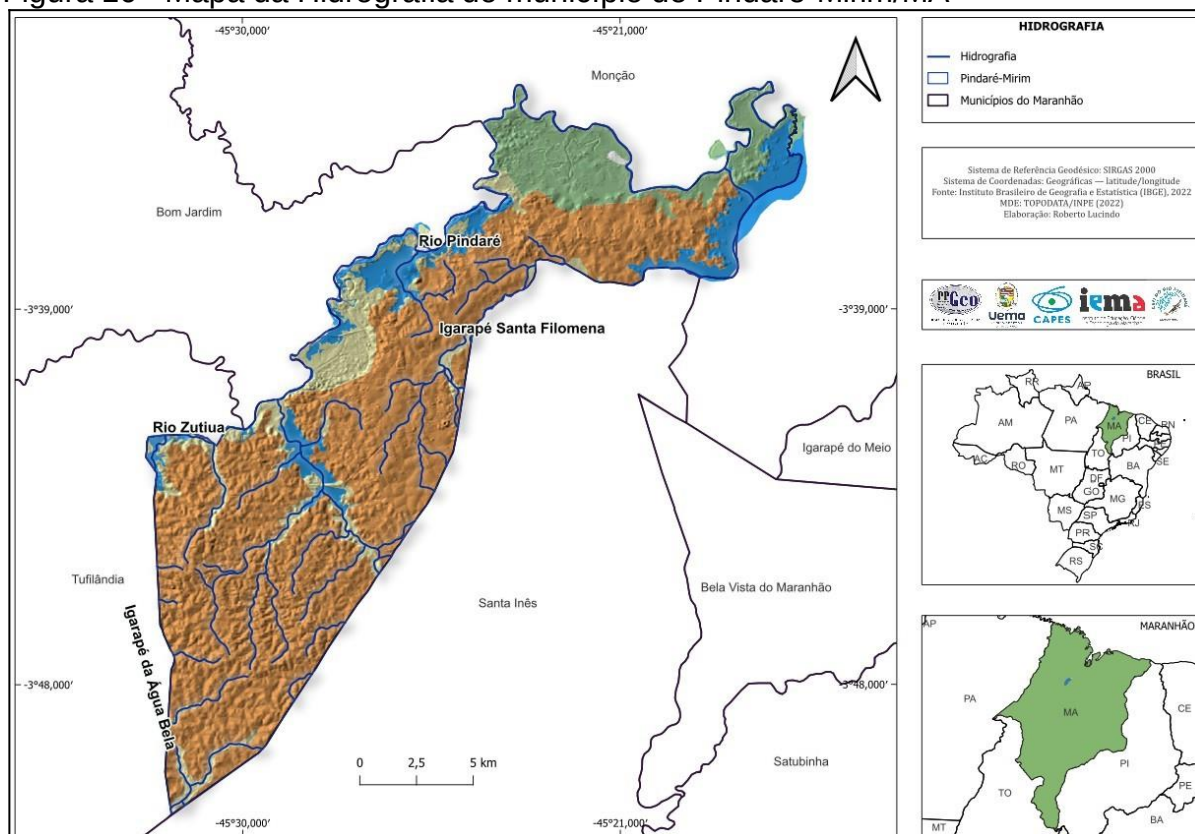
O Alto Pindaré estende-se das nascentes até a foz do rio Buriticupu, com cerca de 230 km, este trecho se caracteriza por ser de baixa profundidade, largura reduzida e sinuosidade elevada, estes fatores dificultam a navegabilidade local. O Médio Pindaré compreende o trecho entre a foz do rio Buriticupu e a cidade de Pindaré-Mirim, com aproximadamente 278 km, apresenta boa condição de navegabilidade, entretanto há a ocorrência corredeira a montante da foz do rio Caru. Já o Baixo Pindaré estende-se de Pindaré-Mirim até sua desembocadura no Rio Mearim, com cerca de 178 km, apresenta baixa declividade, sendo influenciado pelas marés, possuindo seu canal, maior largura, margens baixas e planas, suscetíveis a inundações. Apresenta ainda lagoas marginais que, no período chuvoso, interligam-se aos rios e lagoas da Baixada Maranhense. (BRASIL, 2014).

No início do seu curso, o rio Pindaré apresenta uma largura que varia de 50 a 80 m, chegando a atingir 220 m nos últimos quilômetros. Suas margens, no trecho à jusante de Pindaré-Mirim, são baixas, planas e sujeitas a inundações, com muitas lagoas marginais que, nos períodos das cheias, se interligam com os rios e lagos da Baixada Ocidental Maranhense. Esse rio tem como principais afluentes os rios Buriticupu, Negro, Paragominas, Zutiua, Timbira, Água Preta e Santa Rita (Correia Filho et al., 2011).

De acordo com Gomes et al., (2023), em uma área intermediária do município de Alto Alegre do Pindaré/MA até as imediações do município de Pindaré-Mirim/MA, o curso do rio assume o rumo oeste-leste, tomando a partir daí aspecto meandriforme e

formando grandes lagos na região da Baixada Maranhense, como os de Viana/MA e Penalva/MA, para depois infletir na direção nordeste, após um percurso de aproximadamente 436 km.

Figura 16 - Mapa da Hidrografia do município de Pindaré-Mirim/MA



Fonte: Elaborado pelo autor (2025)

No município de Pindaré-Mirim/MA, a rede hidrográfica é estruturada pelo rio Pindaré, que recebe contribuições de diferentes cursos d'água ao longo de seu percurso. Entre os principais contribuintes identificados na área municipal, destacam-se o Igarapé da Água Bela, o rio Zutíua e o Igarapé Santa Filomena, os quais desempenham papel importante na drenagem local e na dinâmica das áreas úmidas e planícies de inundação.

Essa relação é relevante porque a extração de areia tende a se concentrar em ambientes associados à dinâmica fluvial, onde há maior disponibilidade de sedimentos arenosos.

Contudo, esses mesmos ambientes que favorecem a ocorrência de sedimentos arenosos, apresentam elevada fragilidade ambiental, uma vez que alterações provocadas pela retirada de material podem interferir na estabilidade das margens, no

regime de drenagem, na qualidade da água e nos processos naturais de deposição e transporte de sedimentos.

Nota-se que, embora a bacia do rio Pindaré esteja inserida em um contexto regional marcado pela presença de outras bacias hidrográficas, sua importância se destaca pela posição geográfica e pela função histórica exercida no Estado do Maranhão, especialmente como via navegável utilizada para o escoamento da produção agrícola e a circulação de mercadorias.

No município de Pindaré-Mirim/MA, essa relevância também se expressa na organização da rede de drenagem local, formada pelo rio Pindaré e por seus contribuintes, como o Igarapé da Água Bela, o rio Zutíua e o Igarapé Santa Filomena.

A proximidade desses cursos d'água com áreas de interesse para a extração de areia reforça a necessidade de atenção aos impactos sobre margens, várzeas, planícies de inundação e áreas de preservação permanente, uma vez que a dinâmica hídrica é diretamente responsável pelo transporte, deposição e redistribuição dos sedimentos arenosos no território.

Assim, a hidrografia municipal não deve ser compreendida apenas como um elemento físico da paisagem, mas como um condicionante fundamental para a análise dos impactos socioambientais da extração de areia em Pindaré-Mirim/MA. A presença do rio Pindaré e de seus contribuintes ajuda a explicar tanto a disponibilidade natural de sedimentos quanto a vulnerabilidade dos ambientes submetidos à pressão minerária.

Após a caracterização dos condicionantes físicos relacionados à extração de areia, evidencia-se a necessidade de compreender como essa atividade é percebida pelos moradores que convivem com seus efeitos no cotidiano.

Nesse sentido, o tópico seguinte apresenta a voz da comunidade, evidenciando aspectos sociais, econômicos, ambientais e institucionais associados à presença de jazidas e das frentes de lavra no município de Pindaré-Mirim/MA.

4.2. A voz da Comunidade: os Impactos sociais decorrentes da extração de areia, no município de Pindaré-Mirim/MA

Cabe destacar as percepções dos moradores das áreas afetadas pela extração de areia no município de Pindaré-Mirim/MA. A voz da comunidade é relevante no contexto desta pesquisa, pois evidencia o olhar dos sujeitos que convivem

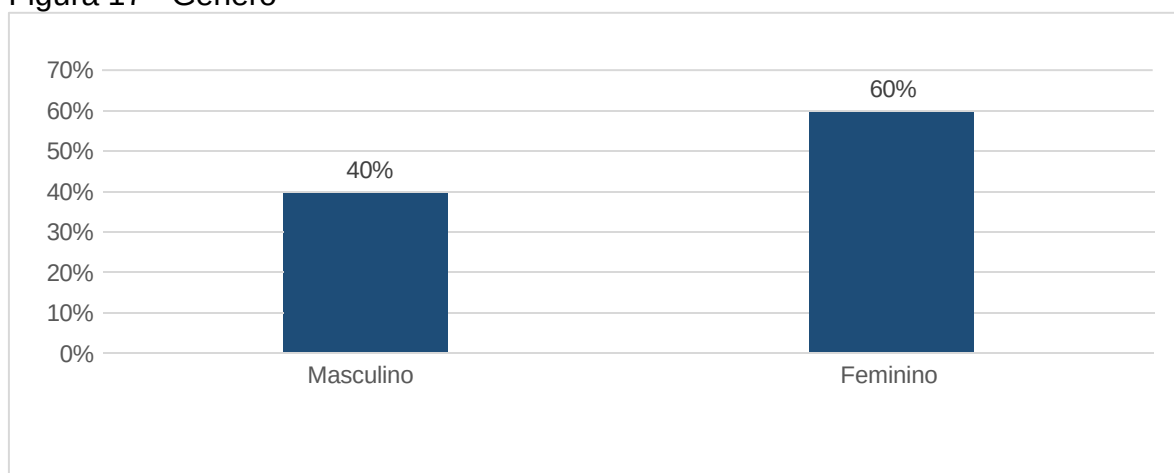
diretamente com a atividade, seja pelos possíveis benefícios, seja pelos prejuízos socioambientais observados no cotidiano. A partir dessas percepções, torna-se possível compreender melhor os efeitos da extração de areia sobre a população local e subsidiar estratégias voltadas à minimização dos impactos negativos dessa atividade.

4.2.1. Perfil sociodemográfico dos moradores

Tendo em vista uma melhor compreensão de como os moradores das comunidades de Pindaré-Mirim/MA formaram a sua percepção acerca da exploração de areia por parte das empresas mineradoras que atuam na região, destaca-se a seguir alguns dos principais dados sociodemográficos, sendo que essas informações possuem influência direta na sua percepção e compreensão do assunto.

O gráfico a seguir destaca o gênero dos moradores do município de Pindaré-Mirim que residem nas proximidades das áreas afetadas diretamente pela extração de areia.

Figura 17 - Gênero



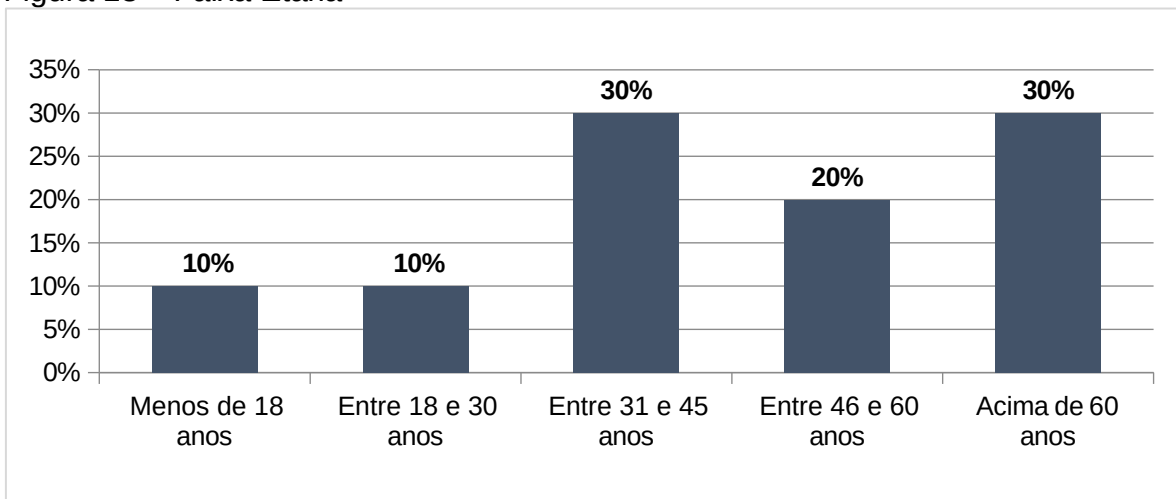
Fonte: Própria autoria. Pesquisa de Campo (2023).

Verifica-se, na Figura 17, que a maior parcela dos moradores entrevistados e afetados pela exploração de areia no município de Pindaré-Mirim/MA é composta por pessoas do sexo feminino, representando 60% do total, enquanto os indivíduos do sexo masculino representam 40%.

Esse resultado indica maior participação feminina entre os respondentes, aspecto que deve ser considerado na interpretação das percepções apresentadas ao longo deste capítulo.

Com relação à faixa etária dos moradores pesquisados, a Figura 18 apresenta os seguintes resultados:

Figura 18 – Faixa Etária



Fonte: Própria autoria. Pesquisa de Campo (2023).

Observa-se, na Figura 18, que as faixas etárias com maior participação na pesquisa foram “entre 31 e 45 anos” e “acima de 60 anos”, ambas com 30% dos respondentes. Em seguida, aparece a faixa “entre 46 e 60 anos”, com 20%. As faixas “menos de 18 anos” e “entre 18 e 30 anos” apresentaram os menores percentuais, ambas com 10%.

Esses dados indicam que 80% dos moradores entrevistados possuem idade superior a 31 anos, o que confere relevância à percepção de pessoas que, em grande parte, já acumulam maior tempo de vivência na localidade e podem comparar mudanças ocorridas na paisagem, na qualidade ambiental e na dinâmica comunitária ao longo dos anos. Esse aspecto é importante para a pesquisa, pois a percepção dos impactos socioambientais tende a ser influenciada não apenas pela exposição atual à atividade de extração de areia, mas também pela memória territorial construída pelos moradores.

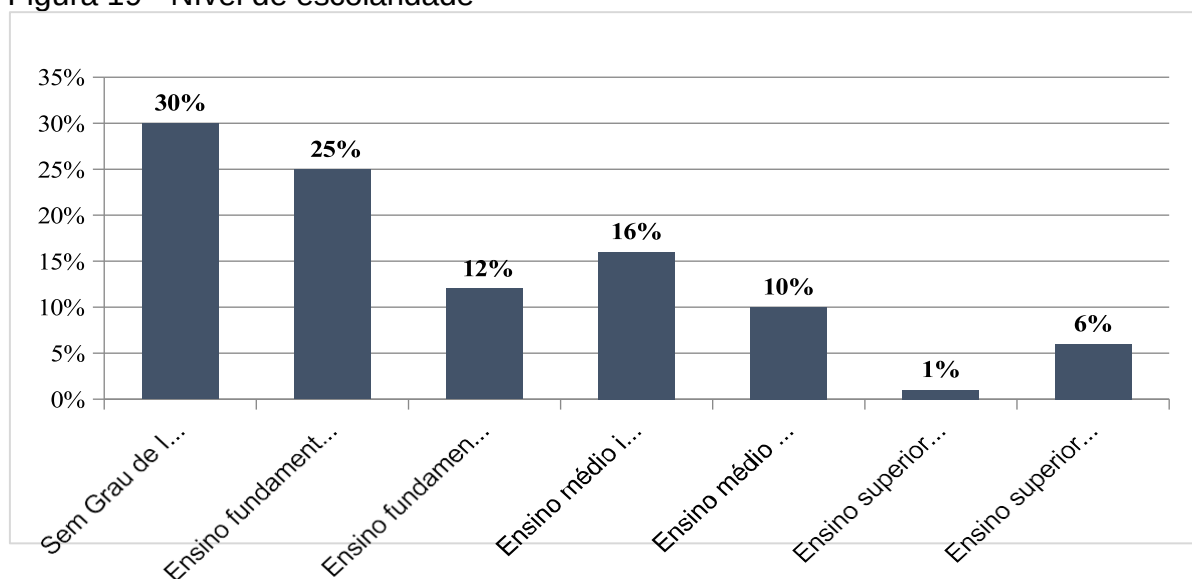
A presença significativa de respondentes acima de 60 anos também merece atenção, pois esse grupo pode apresentar maior sensibilidade aos efeitos cotidianos da atividade, especialmente aqueles relacionados à poeira, ruídos, circulação de

caminhões, alterações na paisagem e possíveis impactos sobre a saúde e a qualidade de vida. No entanto, essa interpretação deve ser considerada com cautela, pois o gráfico não permite afirmar maior vulnerabilidade de forma isolada, mas indica a importância de considerar a faixa etária na leitura das percepções apresentadas ao longo da pesquisa.

Por outro lado, a menor participação de moradores com menos de 30 anos sugere que a percepção registrada no estudo está mais fortemente associada aos grupos adultos e idosos. Ainda assim, os impactos ambientais decorrentes da extração de areia também alcançam as gerações mais jovens, especialmente por envolverem alterações na paisagem, nos recursos hídricos e nas condições ambientais futuras da comunidade.

Posteriormente, evidencia-se o nível de escolaridade dos moradores pesquisados, conforme consta na Figura 19 abaixo ilustrada.

Figura 19 - Nível de escolaridade



Fonte: Própria autoria. Pesquisa de Campo (2023).

De acordo com a Figura 19, nota-se a categoria com maior percentual corresponde aos moradores com ensino fundamental incompleto, representando 25% da amostra. Além disso, chama atenção o fato de que 30% dos entrevistados informaram não possuir nenhum grau de instrução formal. Esses dados evidenciam uma fragilidade educacional relevante na área pesquisada.

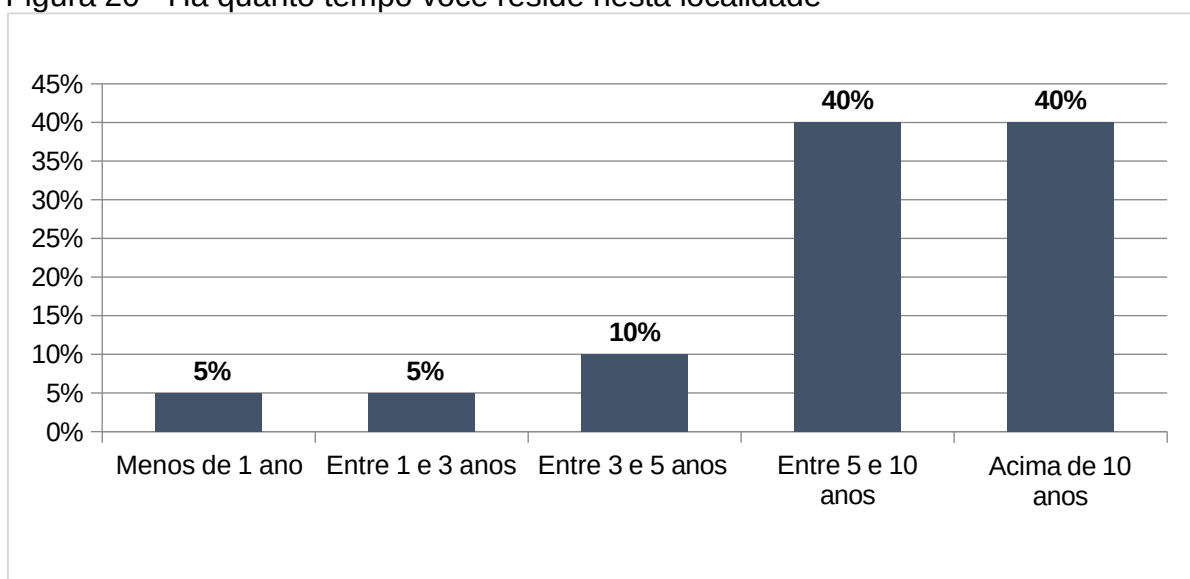
Em seguida aparecem as seguintes variáveis: ensino fundamental completo 12%, ensino médio incompleto 16%, ensino médio completo 10%, ensino superior incompleto 1% e ensino superior completo 6%.

Os dados acima elencados revelam uma realidade preocupante que é o baixo nível de escolaridade da população que reside nas proximidades das áreas afetadas pela atividade de extração de areia e que foram consultados no momento da pesquisa. Quanto menor o nível de escolaridade, menor a capacidade de acesso e entendimento de informações importantes, por vezes técnicas, tendendo assim para uma menor compreensão da degradação ambiental ocorrida em seu entorno por conta da exploração desordenada de areia na região.

Segundo Pires et al. (2021), o estado carece de maior atuação, no sentido de fomentar políticas públicas educacionais nas comunidades afetadas pela extração de areia, pois somente através da educação é possível adquirir uma maior compreensão das questões ambientais e sociais em seu entorno, e a partir daí traçar estratégias para minimizar os danos causados potencializando a aplicação dos princípios sustentáveis na atividade de extração de areia.

Na sequência desta pesquisa, os moradores relataram quanto tempo residem na localidade. Essa informação é relevante porque influencia sua percepção acerca dos danos que as atividades mineradoras de areia causaram ao meio ambiente.

Figura 20 - Há quanto tempo você reside nesta localidade



Fonte: Própria autoria. Pesquisa de Campo (2023).

Verifica-se, na Figura 20, que a maior parcela dos moradores entrevistados reside há tempo significativo nas regiões afetadas pela extração de areia, pois as variáveis acima de 10 anos e entre 5 e 10 anos apresentaram na pesquisa um percentual médio de 40% cada totalizando 80% da amostra.

Esse dado indica que a maioria dos participantes possui uma trajetória de convivência prolongada com o território, o que fortalece a relevância de suas percepções sobre as mudanças ocorridas na paisagem, na qualidade ambiental e na dinâmica cotidiana da comunidade.

A predominância de moradores com mais de cinco anos de residência é um aspecto importante para a análise, pois permite considerar que parte expressiva dos entrevistados acompanhou diferentes momentos da ocupação local e da expansão das frentes de extração de areia. Essa vivência favorece a comparação entre condições ambientais anteriores e atuais, especialmente no que se refere à supressão da vegetação, à circulação de caminhões, à abertura de cavas, à poeira, aos ruídos e às alterações percebidas nas áreas próximas ao rio Pindaré.

Além disso, o tempo de residência contribui para a formação de vínculos afetivos e simbólicos com o lugar, aspecto relevante para compreender a intensidade das percepções relatadas pelos moradores. Quando a população convive por muitos anos com determinado ambiente, as transformações provocadas pela atividade minerária tendem a ser percebidas não apenas como alterações físicas da paisagem, mas também como perdas relacionadas à memória, ao pertencimento e ao modo de vida local.

Por outro lado, os moradores com menor tempo de residência, representados pelas categorias “menos de 1 ano” e “entre 1 e 3 anos”, ambas com 5%, e “entre 3 e 5 anos”, com 10%, também contribuem para a leitura do problema, pois expressam percepções construídas a partir da realidade mais recente da comunidade.

Contudo, a predominância de moradores antigos confere maior peso analítico aos relatos que associam a chegada ou intensificação das empresas de extração de areia às transformações ambientais observadas no território.

Esse aspecto é reforçado pelos relatos dos moradores, que demonstram a relação entre tempo de permanência na localidade, memória da paisagem e percepção dos impactos socioambientais decorrentes da atividade de extração de areia.

MOR 01: [...] eu tô aqui desde o comecinho. Vi a chegada dessas empresas. Só não imaginei que seria esse o resultado ôxi [...]!

MOR 24: [...] antigamente era a coisa mais linda isso aqui. Dava gosto morar aqui e ter contato com a natureza verde, com o riozão Pindaré. Mas, foi só essas empresas chegarem que começou a acabar com tudo.

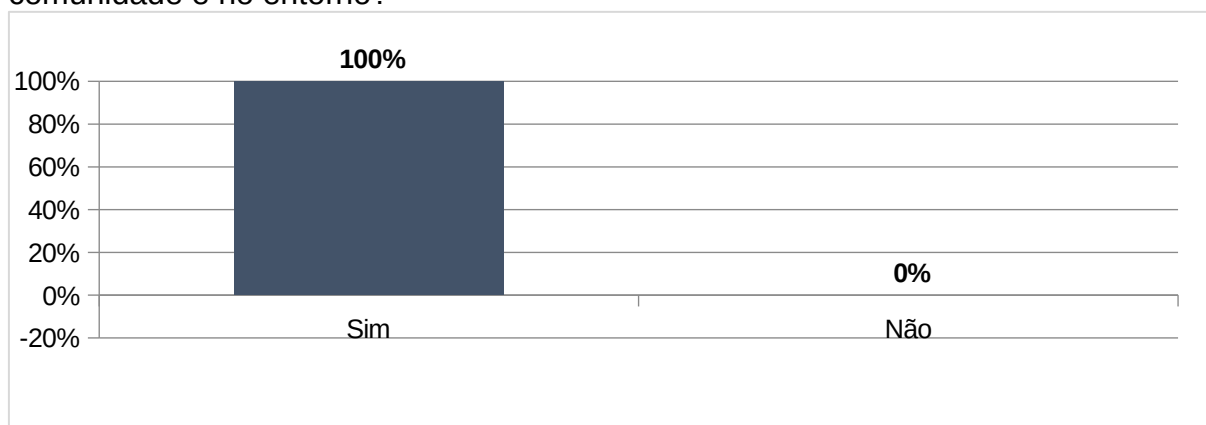
MOR 88: [...] O que causa revolta é que o poder público não faz nada e nos deixa refém dessa exploração.

Para Silva et al. (2022), o tempo de residência num determinado ambiente cria uma ligação com o espaço natural. Além disso, faz surgir o sentimento de pertencimento, o que leva a proteção, a conservação e ao uso correto dos bens comuns como é o caso dos recursos naturais. Por essa razão, é muito importante levar em consideração o tempo de residência dos moradores criando canais de diálogo antes do desenvolvimento de projetos e atividades que possam impactar, tanto positivamente quanto negativamente a comunidade e seu modo de vida.

4.2.2. Emprego e conscientização sobre atividade de extração de areia

Neste tópico analisa-se a ligação direta entre as empresas de extração de areia e as pessoas do entorno, verificando o conhecimento dos indivíduos, acerca da presença e das atividades desenvolvidas por estas empresas. Além disso, aborda-se o emprego na indústria extrativista e como esta atividade impacta a comunidade.

Figura 21 - Você está ciente da presença de jazidas de extração de areia na comunidade e no entorno?



Fonte: Própria autoria. Pesquisa de Campo (2023).

Todos os moradores questionados, responderam que têm ciência da presença de empresas de extração de areia na comunidade. O percentual total

demonstra que as operações de mineração não passam despercebidas pelos moradores, isso pode se dar devido à proximidade das jazidas com as residências das pessoas ou mesmo à facilidade de acesso destes moradores aos locais.

A percepção dos moradores sobre a mineração é influenciada diretamente não apenas pelo envolvimento de alguns indivíduos da comunidade com as empresas por meio de vínculos laborais, mas também pela aquisição de material destinado à construção de residências na própria comunidade, bem como pela frequência do transporte da areia, que parte das áreas de extração e percorre as ruas em caminhões basculantes.

Figura 22 - Caminhão Basculante transportando areia



Fonte: Elaborado pelo autor (2024)

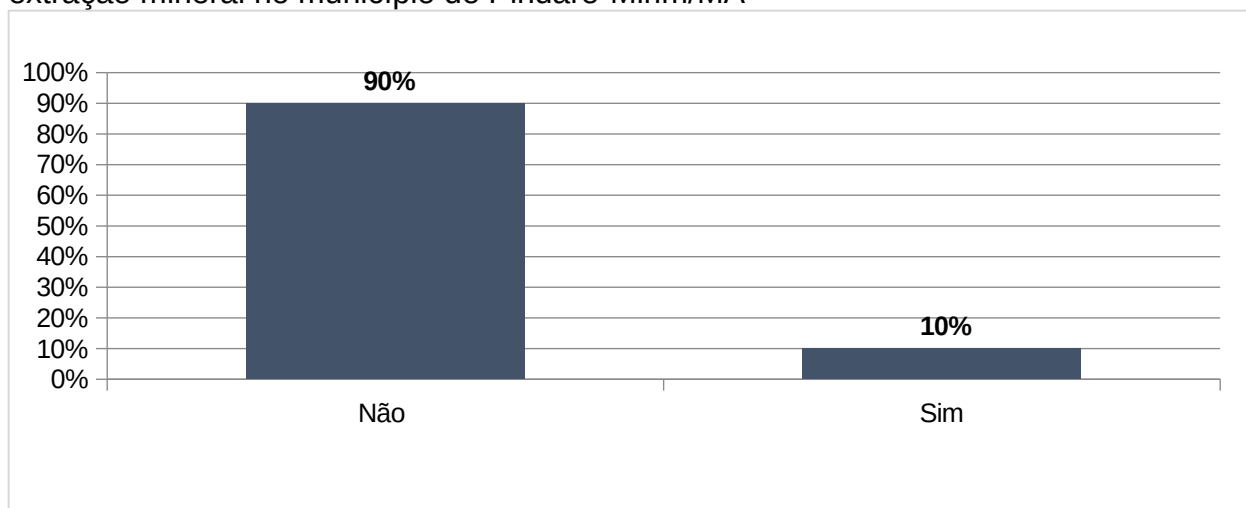
As Figura 21 e 22 evidenciam a intensidade da atividade de extração de areia no município de Pindaré-Mirim/MA, apresentada pelo percentual de 100% de ciência sobre a presença das jazidas de extração de areia e confirmada pela evidência em foto da circulação frequente de caminhões basculantes responsáveis pelo transporte do material extraído.

A movimentação desses veículos, observada em diferentes momentos do dia, revela o ritmo contínuo da exploração mineral na área estudada. Durante as visitas de campo e os registros realizados in loco, também se constatou o deslocamento de trabalhadores para as jazidas. Ao mesmo tempo, não foi observada a presença de órgãos de fiscalização e controle ambiental durante o período de observação, o que

reforça a percepção de fragilidade no acompanhamento das atividades desenvolvidas pelas empresas mineradoras no município.

Posteriormente, os moradores relataram se possuem alguém da família trabalhando nas empresas de extração mineral no município de Pindaré-Mirim/MA.

Figura 23 - Você ou alguém da sua família são funcionários de alguma empresa de extração mineral no município de Pindaré-Mirim/MA



Fonte: Elaborado pelo autor (2023).

Verifica-se no gráfico supracitado que, 90% dos moradores relataram não possuírem vínculo empregatício com as empresas de extração de areia, indicando assim que a mineração não é a principal fonte de emprego e renda para a comunidade. Apenas 10% dos moradores responderam serem funcionários ou terem algum parente trabalhando nestas empresas, denotando assim uma limitação na integração das operações de mineração com a economia da comunidade em termos de empregos diretos.

Esta baixa taxa de emprego, tende a levar os moradores da comunidade a se tornarem ainda mais sensíveis com relação à degradação ambiental, aumentando a resistência da comunidade para com a implantação de empreendimentos mineradores no local.

A absorção da mão de obra local juntamente com a regularização destas áreas, seria fator de grande valia para a comunidade, pois o trabalho de campo evidenciou o nível de pobreza de grande parte dos moradores, que residem em moradias que ainda não detém níveis mínimos de saneamento básico.

Figura 24 - Salários de admissão na extração mineral



Fonte: Fonte: Brasil/ANM (2023, p. 12), com dados do Novo CAGED.

Dados da Agência Nacional de Mineração do terceiro trimestre do ano de 2023, apontam que as empresas que atuam na extração de pedra, areia e argila, pagam em média salário de 1.892,00 reais (Figura 24).

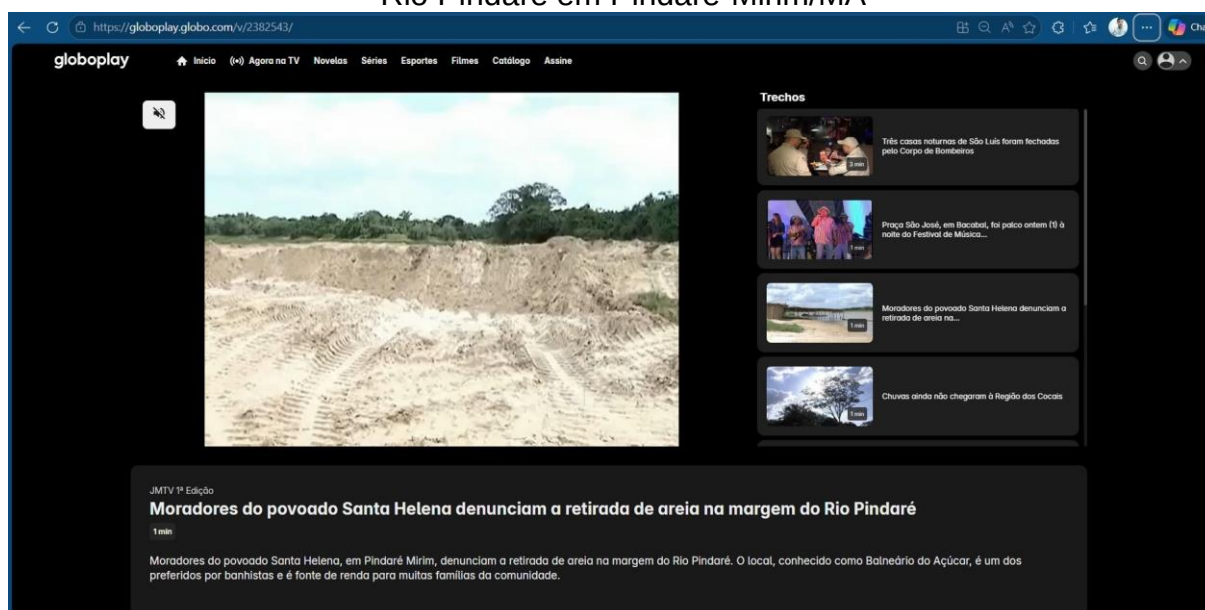
Portanto, é necessário o desenvolvimento de estratégias para viabilização de uma maior oferta de emprego e, sobretudo, capacitação de mão de obra local para uma correta atuação no setor produtivo dessas empresas que extraem areia no município de Pindaré-Mirim/MA.

Quando as empresas mineradoras não desenvolvem ações mitigadoras, não compensam a comunidade e não absorvem a mão de obra local, a tendência é que o relacionamento entre comunidade e empresas, seja afetado negativamente, o que implica muitas vezes no surgimento de conflitos entre as partes (Pires et al., 2021).

O contexto de conflitos existentes em torno da extração de recursos, como a areia, resulta em perdas significativas para as partes interessadas, tanto para as empresas, como para a comunidade local. A Figura 25, evidencia reclamação da comunidade Santa Helena, zona rural do Município de Pindaré-Mirim/MA, comunidade inserida próxima às áreas de extração de areia.

Esse resultado demonstra que os impactos negativos são percebidos de forma mais intensa do que os benefícios econômicos diretos gerados pela atividade.

Figura 25 - Site com notícia de denúncia de moradores sobre a extração de areia no Rio Pindaré em Pindaré-Mirim/MA



Fonte: Fonte: Globoplay/JMTV 1ª Edição (2025).

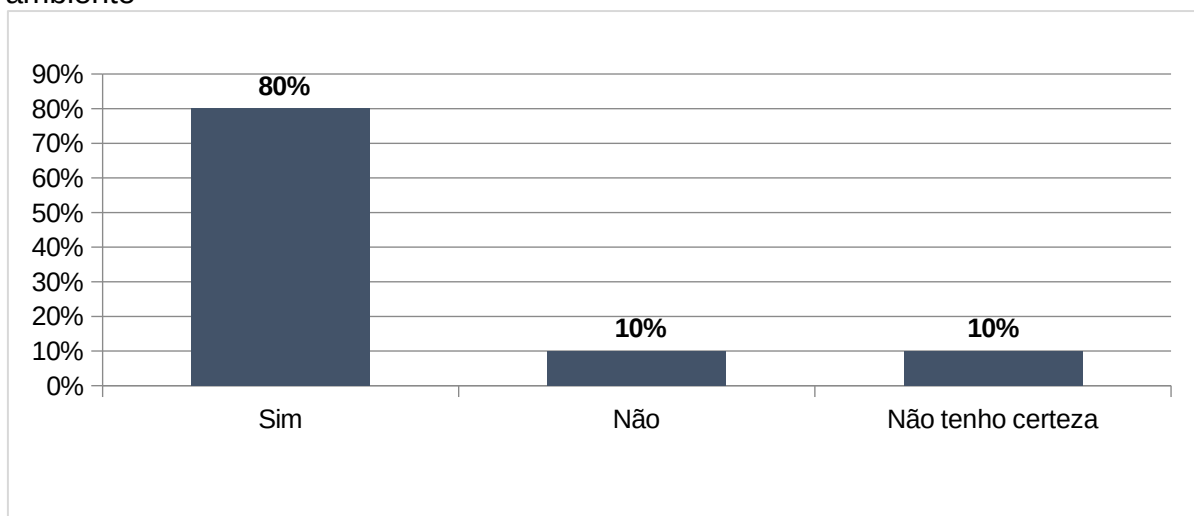
Isso confirma a necessidade da atuação do estado não apenas na mediação dos conflitos, mas também coibindo a exploração inadequada e ilegal da atividade.

A partir dessa constatação, torna-se necessário analisar de forma mais específica como os moradores percebem a degradação ambiental provocada pela extração de areia em sua comunidade, aspecto discutido no tópico seguinte.

4.2.3. Percepção acerca da degradação ambiental na comunidade

Outra informação relevante no contexto desta pesquisa é a percepção dos moradores acerca dos principais tipos de degradação ambiental ocorridos pela extração de areia. Diante disso, os moradores foram questionados se as atividades mineradoras de areia têm degradado o meio ambiente, conforme pode ser observado no gráfico abaixo ilustrado.

Figura 26 - Você acredita que as jazidas de extração de areia têm degradado o meio ambiente



Fonte: Elaborado pelo autor (2023).

Conforme pode ser observado na Figura 26, 80% dos moradores relataram que as atividades de extração de areia têm provocado degradação ambiental. Apenas 10% dos indivíduos pesquisados relataram não terem certeza se de fato estas atividades têm resultado em degradação ambiental e outros 10% responderam negativamente.

Esses dados ficam evidentes quando se analisa algumas das principais respostas dos moradores pesquisados a seguir.

MOR 14: [...] Com certeza! Depois que eles chegaram aqui à degradação ambiental ficou muito mais forte;
 MOR 36: [...] é notório isso. Só não enxerga quem não quer ver isso aí tem acabado com nossa natureza;
 MOR 51: [...] sem sombra de dúvidas. Tem sim.
 MOR 69: [...] não é só a retirada de areia não. Muita gente tá desmatando, tocando fogo pra fazer roça.
 MOR 74: [...] não tenho certeza. é muita coisa. Por isso, prefiro pular essa pergunta.

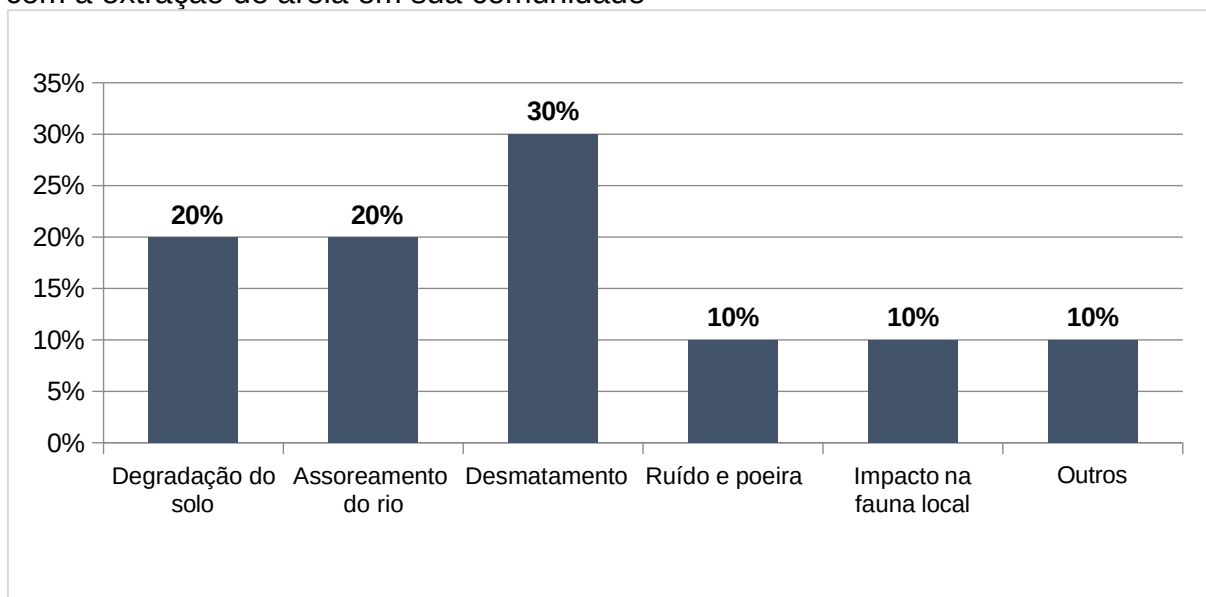
Nota-se que a percepção dos moradores entrevistados é de que existe uma forte relação entre a atividade mineradora de exploração de areia com a degradação ambiental na região. Isso causa descontentamento, como também faz com que a comunidade não veja com bons olhos a presença das empresas em seu entorno.

As empresas de extração de areia devem possuir planos e programas que tratem sobre o meio ambiente, sobre os possíveis danos causados à comunidade e sobre a atividade, abordando desde o planejamento ao encerramento da atividade, para evitar ao máximo os danos causados ao meio ambiente e, sobretudo,

desenvolver ações que visem preservar e conservar os recursos naturais através de métodos sustentáveis em todo o seu processo de exploração (Nogueira, 2016).

A seguir destaca-se as respostas dos moradores pesquisados sobre os principais tipos de degradação ambiental identificados com a extração de areia.

Figura 27 - Qual tipo de degradação ambiental você acredita que estão relacionados com a extração de areia em sua comunidade



Fonte: Elaborado pelo autor (2023).

De acordo com os dados da Figura 27, nota-se que o desmatamento foi apontado por 30% dos moradores inquiridos do município de Pindaré-Mirim/MA como sendo o principal tipo de degradação ambiental relacionada a atividade de extração de areia na localidade.

Em seguida, com porcentagens iguais aparecem as variáveis, degradação do solo e assoreamento do rio Pindaré e seus afluentes, apresentando na pesquisa um percentual médio de 20% cada. Chama-se atenção que a soma dos indicadores supracitados é de um total de 70% das respostas dos indivíduos pesquisados, conforme pode ser observado na transcrição literal de alguns dos principais trechos das respostas dos moradores durante a pesquisa de campo.

MOR 1: [...] O desmatamento da margem o rio Pindaré;

MOR 7: [...] Com certeza o desmatamento. Esse negócio de extração de areia está acabando com tudo.

MOR 19: [...] Assoreamento do rio porque retiram muita areia do fundo;

MOR 62: [...] A degradação do solo. Basta comparar as fotos de como era antes e agora;

MOR: 81 [...] Meu preto é um conjunto de tudo desmatam muito e degradam o solo, o rio.

A Figura 28 evidencia os danos causados ao solo, bem como o desmatamento causado como consequência da retirada de areia no município de Pindaré-Mirim/MA.

Figura 28 - Degradação Ambiental causada por empreendimento de extração de areia



Fonte: Elaborado pelo autor (2023)

De acordo com Nogueira (2016), as atividades mineradoras de retirada de areia são importantes para geração de emprego e renda, bem como por viabilizar uma maior dinâmica à economia local. Porém, quando o assunto são os impactos ambientais negativos, esse tipo de atividade laboral está entre as que mais causam degradação aos recursos naturais, sobretudo, por intensificar o desmatamento da cobertura vegetal nativa, principalmente aquelas que se encontram nas margens dos rios.

Na maioria dos casos a extração de areia, acontecem de modo irregular, ou seja, sem autorização dos órgãos competentes. Dessa forma, inexistem a elaboração de um estudo técnico preliminar, que defina a capacidade de extração, os possíveis danos causados, a necessidade de áreas de reflorestamento, um plano de encerramento da atividade, dentre outras ações mitigadoras. Sem um planejamento

prévio, a extração dos respectivos minerais tende a acontecer de modo predatório e os danos causados durante um longo período podem ser irreversíveis (Silva; Fortes; Delgado, 2020).

As demais variáveis apresentaram no presente estudo os seguintes percentuais médios: ruído e poeira (10%), corroborado pela reportagem A POEIRA DE SANTA HELENA, da TV Remanso, postada em seu canal no YouTube (TV REMANSO, 2017; ver Anexo A), impacto na fauna local (10%) e outros (10%), com destaque para poluição da água dos rios e presença de descarte de materiais nas margens. Esses resultados ficam evidentes ao analisar os principais trechos das respostas dos moradores afetados pela extração mineral de areia abaixo.

MOR 2: [...] é muito chato o barulho das máquinas utilizadas para extração;
 MOR 15: [...] O impacto é o desaparecimento de algumas espécies de animais que a gente via com mais frequência aqui;
 MOR 50: [...] A principal degradação e a poluição de alguns trechos do rio Pindaré;
 MOR 84: [...] A zoada siô! É muito grande durante boa parte do dia. Fora isso a retirada de areia tá acabando com o rio com os animais, com o solo, com tudo.
 MOR 93: [...] amiga quem sofre é o rio, hoje a gente não pesca mais como antigamente.

Nota-se na fala dos moradores que a extração de areia tem ocasionado muitos danos ao meio ambiente. Apesar de apresentar alguns benefícios à economia, os prejuízos aos recursos naturais são evidentes. Configurando a necessidade de melhoria e acompanhamento pelas autoridades locais, como forma de orientação e cobrança das empresas que atuam no referido segmento de extrativista, a desenvolverem a sua atividade, com base nos princípios da sustentabilidade ambiental, conforme preconiza o artigo 225 da Constituição Federal já mencionado.

Para Tubbs et al. (2021), a extração de areia contribui para condições redutoras, associadas a ambiente deposicional de linhas de costas e mangues, o que favorece a formação de sulfetos nos lençóis subterrâneos. Dessa forma, devido à exposição de sedimento com a lavra, ocorre a oxidação dos sulfetos e o aumento dos teores de enxofre na água, que podem alcançar valores superiores a 90mg/l, o que intensifica a solubilização de minerais como o alumínio na água.

O ruído frequente gerado pelas máquinas de extração, e pelos caminhões de transporte, tendem a causar incomodo principalmente em quem mora nas proximidades das áreas de mineração. A continuação do barulho provocado pela

operacionalização das máquinas pode contribuir para o surgimento de problemas audíveis (Tubbs, et al. 2021).

Todos os tipos de degradações ambientais supracitados, que normalmente são consequências da atividade de extração de areia podem ser minimizados, com um planejamento estratégico bem definido, desenvolvimento de ações sustentáveis, mas, principalmente envolvendo o poder público e a comunidade local, que é a principal prejudicada pela exploração predatória dos recursos naturais.

4.2.4. Percepção sobre os impactos na qualidade de vida e saúde

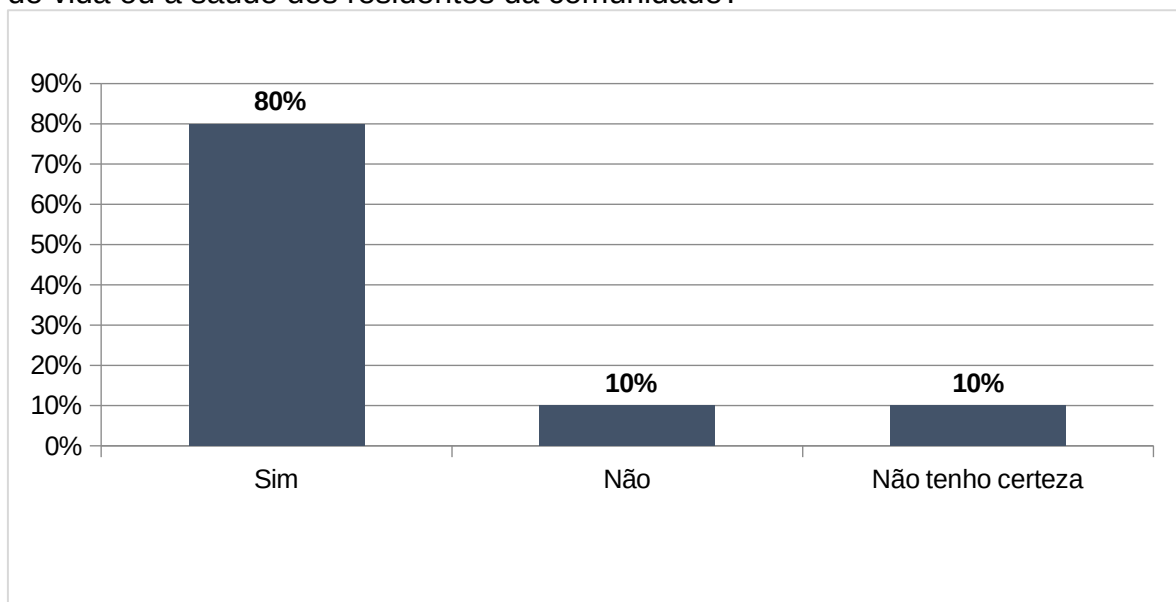
Segundo Ferreira (2013), além do desconforto ambiental, a poeira é outro fator que afeta a saúde das pessoas, provocando doenças no sistema respiratório, afetando trabalhadores que estão diretamente na frente de operação da extração mineral e moradores de áreas circunvizinhas.

Esses danos ocasionados à saúde física das pessoas também ocorrem na exploração de areia, principalmente quando esta é feita de modo ilícito, não observando ao que determina a legislação ambiental e trabalhista. Registra-se que dependendo da situação, os problemas gerados pela respectiva atividade também podem gerar danos à saúde mental dos trabalhadores e da comunidade afetada como, por exemplo, depressão, ansiedade, insônia, dentre transtornos mentais por residir ou trabalhar num ambiente desagradável (Mota, 2021).

A avaliação do impacto da mineração na qualidade de vida e saúde dos moradores é de fundamental importância para a compreensão dos efeitos da atividade mineradora na comunidade local. Conforme citado, a extração mineral pode liberar partículas finas e substâncias químicas na água e no ar, que podem vir a afetar órgãos vitais, como pulmão e coração.

A presença da atividade de mineração nas proximidades de comunidades pode alterar sua dinâmica social e econômica, modificando o deslocamento de pessoas, ocasionando mudanças na paisagem, conseguinte a isto, verifica-se que o trânsito de veículos pesados do tipo caminhões basculantes com grandes cargas, afeta a infraestrutura do local, ao causar desgastes na pavimentação das vias, que com o passar do tempo, tendem a perder totalmente o recapeamento asfáltico favorecendo assim a geração de poeira.

Figura 29 - Você acredita que a extração de areia afeta negativamente a qualidade de vida ou a saúde dos residentes da comunidade?



Fonte: Própria autoria. Pesquisa de Campo (2023).

Segundo os dados da Figura 29, a maior parcela dos moradores, que residem nas proximidades das áreas de extração de areia relatou que a referida atividade afeta diretamente a sua saúde e, sua qualidade de vida, apresentando na pesquisa um percentual de 80%. Isso fica evidente na análise dos principais trechos das respostas dos moradores pesquisados.

MOR. 4: Afeta com certeza, muito barulho o dia todo;
 MOR. 23: A gente vai dormir, mas, parece que o som das máquinas fica na nossa cabeça;
 MOR 44: Muita poeira no verão, a gente fica tossindo direto no verão;
 MOR 67: Como que se tem qualidade de vida nessa situação. Muita zoada máquinas o dia inteiro. A rotina aqui na comunidade mudou com vinda das empresas pra cá;
 MOR 78: Aqui no verão é a poeira e no inverno o lamaçal, tosse no verão e no inverno acesso ruim nas nossas casas.

Verifica-se que os moradores das áreas afetadas pela extração de areia foram contundentes ao afirmar acerca da existência de danos ou prejuízos causados a sua saúde física e de seus familiares, bem como influência negativa na sua qualidade de vida. Nesse contexto, Canto (1997), destaca que as atividades mineradoras, costumam ocasionar danos à saúde dos seus trabalhadores, como também da população que reside no entorno das áreas afetadas, principalmente pela utilização de

produtos químicos que contaminam os lençóis freáticos e as águas dos rios, tornando-a imprópria para o consumo e resultando na morte de peixes.

Dentre os principais problemas de saúde que atingem a população que mora nas proximidades das áreas afetadas pela atividade, estão as doenças respiratórias, como é o caso das pneumopatias, que estão genericamente designadas como as pneumoconioses. As reações pulmonares à deposição de poeiras inorgânicas no pulmão vão depender das características físico-químicas das partículas (como, por exemplo: partículas menores e recém-fraturadas de sílica, fibras mais finas e longas, no caso do asbesto, são mais lesivas) da dose (que depende, entre outros, da concentração no ar inalado, do volume/minuto e do tempo de exposição), presença de outras poeiras, de doenças pulmonares prévias (bronquite, tuberculose, asma, por exemplo (Lima, 2009)).

A partir do momento em que a população local tem a sua saúde afetada por conta da exploração predatória de areia, a sua qualidade de vida é impactada em vários segmentos por conta das limitações sofridas, gastos pecuniários, necessidade de deslocamento em busca de serviços médicos especializados, dentre outros aspectos que costumam variar de acordo com cada organismo e estilo de vida.

Registra-se que 10% dos moradores pesquisados, relataram que a retirada de areia não afeta a sua saúde e muito menos a sua qualidade de vida. Outros 10% não possuem certeza acerca dos impactos causados pela respectiva atividade de extração de areia saúde e qualidade de vida.

MOR 5: [...] Moço eu não tenho certeza;
 MOR 27: [...] acredito que não;
 MOR 43: [...] tá aí nunca parei pra observar isso;
 MOR 88: [...] interfere em nada siô;
 MOR 93: [...] não sei te dizer ao certo!

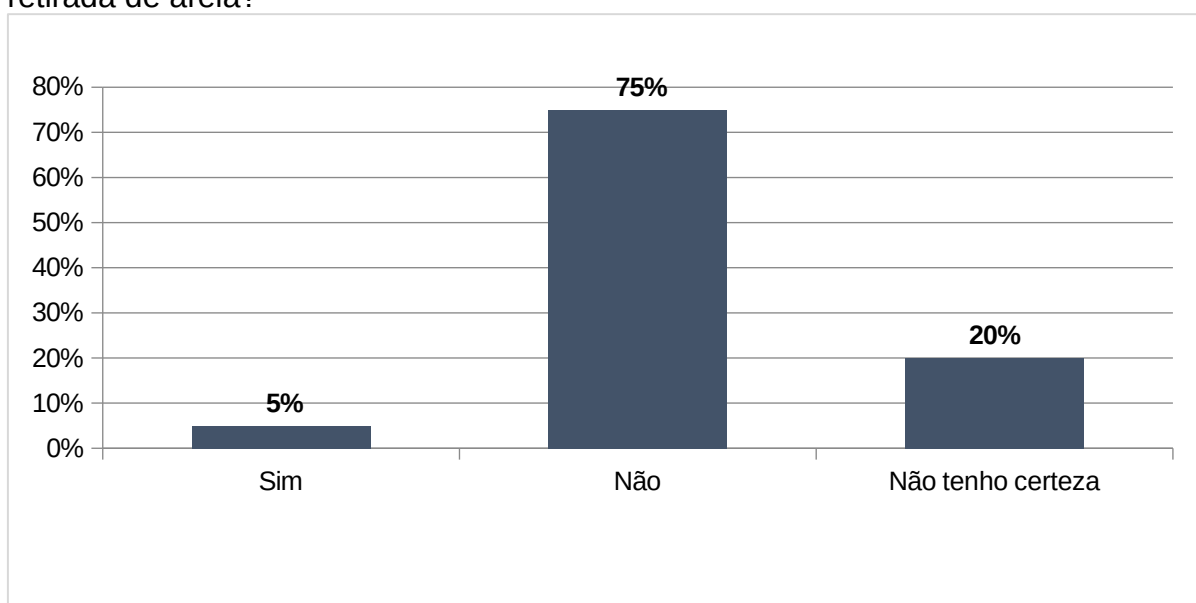
O respectivo público-alvo relatou durante a pesquisa de campo que possuem essa percepção por trabalhar em áreas distantes e normalmente chegam em casa à noite e pouco sentem os efeitos da atividade de extração de areia.

Em seguida, os moradores que residem nas proximidades das áreas de extração de areia foram questionados se conhecem alguma medida adotada pelas autoridades ambientais ou pelas empresas para minimizar os problemas resultantes da retirada de areia no município de Pindaré-Mirim.

4.2.5. Percepção sobre as medidas de mitigação e a participação comunitária

Neste tópico, analisa-se a percepção dos moradores sobre as medidas de mitigação de impactos ambientais adotadas pelas autoridades competentes ou pelas empresas de mineração instaladas no entorno das comunidades. Os dados fornecem um olhar sobre o nível de informação e conscientização dos moradores acerca de ações de mitigação de impactos ambientais, também ficou evidenciado o nível de participação da comunidade no processo de decisão sobre ações mitigadoras para melhoria da qualidade ambientais e social do local estudado.

Figura 30 - Você conhece alguma medida adotada pelas autoridades ou pelas empresas de extração, para minimizar os problemas ambientais causados pela retirada de areia?



Fonte: Própria autoria. Pesquisa de Campo (2023).

Nota-se que 75% dos moradores relataram não conhecerem nenhuma ação ou medida para que sejam minimizados os problemas ambientais causados pela retirada de areia, nem por parte das autoridades ambientais e nem pelas empresas mineradoras ali presentes.

Os dados supracitados dialogam diretamente com aqueles que constam na Figura 27, no qual aproximadamente 90% dos indivíduos pesquisados afirmaram conhecer algum tipo de degradação ambiental (desmatamento, degradação do solo, assoreamento do rio, ruído e poeira, impacto na fauna local) ocasionada pela retirada

de areia no município de Pindaré-Mirim/MA. Ou seja, a ausência de atividades mitigadoras para reduzir os impactos negativos causados deixa mais evidente os tipos de degradação.

A insatisfação dos moradores pesquisados com a falta de atuação do poder público, bem como das empresas que exploram areia no município de Pindaré-Mirim/MA em desenvolver ações mitigadoras para minimizar os impactos causados ao meio ambiente fica evidente ao analisar alguns dos principais trechos das suas respectivas respostas.

MOR 8: [...] não conheço nenhuma atividade;
 MOR 29: [...] Amigo desconheço plenamente;
 MOR 33: [...] ninguém faz nada. Isso é vergonhoso estão acabando com tudo aqui;
 MOR 65: [...] A gente que é da comunidade já ouvimos muito promessa de coisas que eles (governo e as empresas) iriam fazer, mas, até agora nada de concreto;
 MOR 78: [...] nunca fizeram nada para compensar a destruição da natureza aqui oh!

Isso evidencia, que os danos causados ao meio ambiente em decorrência das atividades mineradoras como acontece com a extração de areia podem ser minimizados ao máximo através da realização de algumas medidas por parte das empresas que exploram esse segmento. Nesse contexto, o poder público também possui uma grande responsabilidade no sentido de fiscalizar e cobrar a iniciativa privada em desenvolver a sua atividade dentro dos padrões de sustentabilidade ambiental, conforme a legislação vigente.

Dentre as principais medidas que podem ser adotadas para minimizar os danos causados pela retirada de areia, enquanto atividade mineradora são as seguintes: descarte adequado dos resíduos sólidos, elaboração de protocolos de emergência, adequação dos projetos a legislação ambiental, maior atuação dos órgãos de fiscalização e controle, realização de audiência pública na fase preliminar do projeto de exploração, aumento da rigidez nos parâmetros de segurança, reflorestamento das margens do rio, avaliação periódica dos níveis de contaminação da água e o envolvimento da comunidade local no processo para ouvir sugestões de melhorias através da criação de comitê gestor (Nunes; Pacheco, 2017).

Numa outra vertente, destaca-se que 7% moradores questionados afirmaram conhecer alguma medida adotada para minimizar os danos causados pela extração de

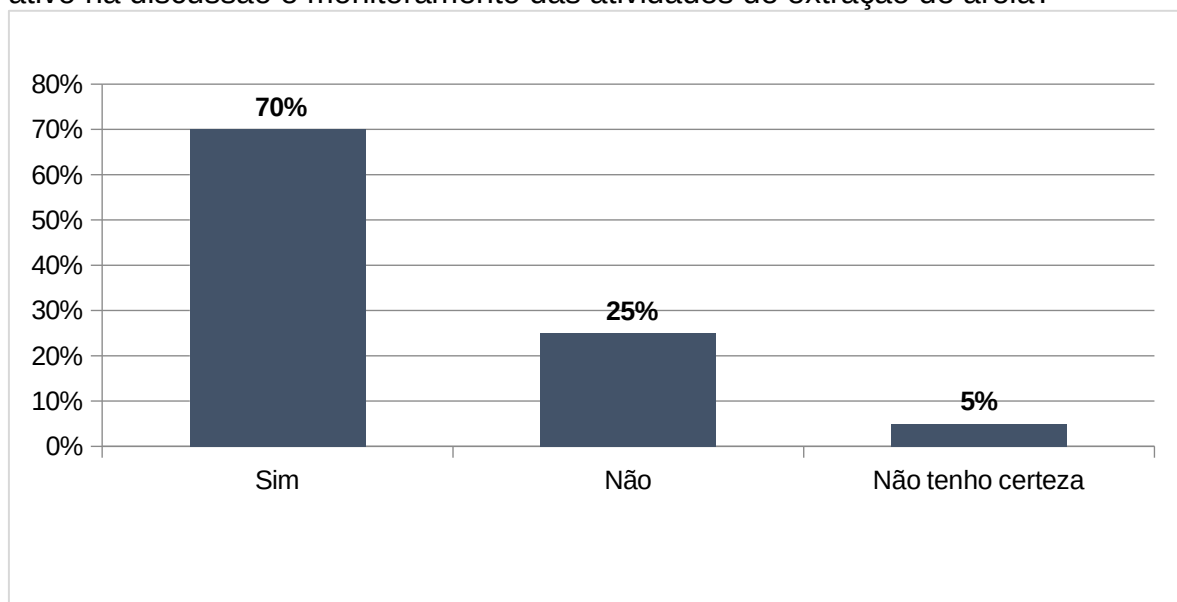
areia por parte das empresas que atuam nesse segmento, enquanto 18% relataram não ter certeza.

MOR 10: [...] eu vejo eles limpando aqui a área. Acho que é bom né?!;
 MOR 29: [...] essa eu não vou te responder porque não tenho certeza;
 MOR 42: [...] O prejuízo é grande para natureza, mas, até que fazem algumas coisas. Já limpeza e coleta seletiva, com raridade, mas, já vi.
 MOR 60: [...] não sei ao certo.
 MOR 79: [...] Hum, não sei te dizer. Mas, acho que já vi algo desse tipo aqui.

As ações mitigadoras são importantes para minimizar o impacto negativo que a extração de areia ocasiona ao meio ambiente e a população residente nas áreas próximas. É algo que precisa ser dada maior atuação por parte do Estado, com objetivo de melhor regulamentar a referida atividade no município de Pindaré-Mirim/MA.

Logo depois, os moradores responderam se a comunidade deveria ter um papel mais ativo na discussão e no monitoramento das atividades de extração de areia, conforme fora evidenciado na Figura 31 a seguir.

Figura 31 - Você acredita que a comunidade deveria desempenhar um papel mais ativo na discussão e monitoramento das atividades de extração de areia?



Fonte: Própria autoria. Pesquisa de Campo (2023).

É possível perceber que a maioria dos moradores pesquisados concordaram que a comunidade local deveria possuir um papel mais ativo no que diz respeito as discussões e o monitoramento das atividades minerais de extração de areia no

município de Pindaré-Mirim/MA, apresentando na pesquisa um percentual médio de 75%.

Isso se justifica porque muito antes de as empresas chegarem na região e desenvolverem as atividades de extração de areia, os moradores já residem no local e com o passar dos anos foram adquirindo um sentimento de pertencimento com o espaço, pois a sua história de vida perpassa diretamente com esse ecossistema não aceitando outra forma de exploração que não seja a sustentável.

Apenas 25% relataram que não deve ser mais ativa e 5% não tem certeza ou preferem não opinar sobre o assunto, conforme evidenciado a seguir nos trechos de algumas das principais respostas dos moradores pesquisados abaixo.

MOR 11: [...] sinceramente até hoje não sei te explicar como a gente daqui aceitou isso. Eles chegam desmatam tudo e causa prejuízo pra gente. Deveríamos, sim, ser mais ativos!

MOR 42: [...] tem que ter uma frente para puxar os outros. Só assim seremos mais ativos;

MOR 54: Quando eles chegaram aqui já encontraram a gente. Tem que respeitar a

nossa opinião. Não podemos assistir tudo de braços cruzados;

MOR 66: [...] A gente tem que aprender a lutar pelos nossos direitos e por aqui aquilo que é nosso. Uma hora a gente reúne o pessoal e vê como podemos ser mais ativos;

MOR 77: [...] é aquela história o Estado não deu jeito e é a gente da comunidade que vai resolver esse problema? Com certeza não!

É praticamente impossível desenvolver a sustentabilidade ambiental e não inserir a comunidade local no processo de planejamento, de organização e principalmente de tomada de decisão. É a população residente no espaço que possui um olhar clínico do ecossistema em seu entorno, conhece cada detalhe dos recursos naturais ali presentes e tem total interesse em preservar o meio ambiente, pois depende dele conservado para tirar a sua subsistência. Daí a razão pela qual se faz necessário envolver a comunidade local no processo para se evitar abusos e crimes ambientais. Quanto mais a comunidade for inserida e ativa nesse contexto menores serão as possibilidades de as empresas realizarem uma exploração predatória (Gomes, 2019).

Ressalta-se que como resultado negativo, tem-se as cavas evidenciadas na Figura 32, com profundidades que variam de 8 a 12 metros, tendo já sido registrado acidentes e óbitos de pessoas que frequentaram o lugar para uso recreativo como

banhistas, eventos muito comuns e dignos de atenção sobre os problemas sociais causados por esta atividade.

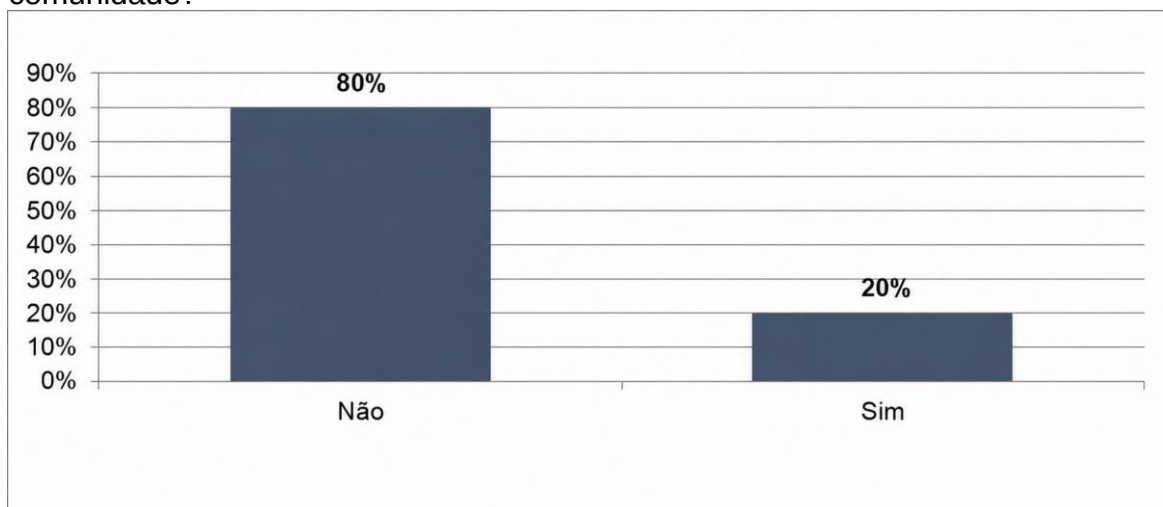
Figura 32 - Área de Extração de Areia no Município de Pindaré-Mirim/MA



Fonte: Elaborado pelo autor (2024).

Na sequência, os moradores responderam se já haviam participado de alguma reunião, discussão ou grupo de trabalho sobre a degradação ambiental resultante das jazidas de extração mineral de areia.

Figura 33 - Você já participou de alguma iniciativa ou grupo de discussão (reunião) sobre a degradação ambiental causada pelas jazidas de extração de areia em sua comunidade?



Fonte: Elaborado pelo autor (2023)

Conforme observado na Figura 33, a maior parcela dos moradores (80%), que residem nas proximidades das áreas afetadas com a extração de areia, nunca participou de reunião, grupo de discussão ou monitoramento das atividades mineradoras realizadas nos locais. Apenas 20% relataram já ter participado de alguma atividade nesse sentido. Esses dados são compreendidos quando se analisa alguns dos principais trechos das respostas dos moradores pesquisados a seguir.

MOR 10: [...] Rapaz, nunca chamaram a gente pra nada;

MOR 33: [...] engraçado que na hora de retirar a areia eles não querem papo com a gente, mas, na hora de resolver algum problema querem ouvir nossa opinião;

MOR 51: [...] já estou aqui a bastante tempo, vendo essa exploração. Pelo menos eu nunca participei porque nunca fui convidada;

MOR: 66: [...] Eu até gostaria de participar pra dizer umas verdades, mas, eles não dão oportunidade pra gente falar;

MOR 89: [...] Só participei uma vez, quando veio uns estudantes aqui com os professores e fizeram uma rodada de conversa com a gente pra ouvir nossa opinião sobre essa exploração. Tá irregular viu [...] esse negócio de tirar areia daqui oh!

Inserir a comunidade nos debates sobre os danos causados ao meio ambiente desde o início do planejamento das atividades de extração de minério é de extrema importância não só para minimizar os danos ambientais, mas, sobretudo, para perceber o poder de pertencimento que possuem como o local, e compreender a importância que esse espaço possui para a comunidade residente. Isso colabora

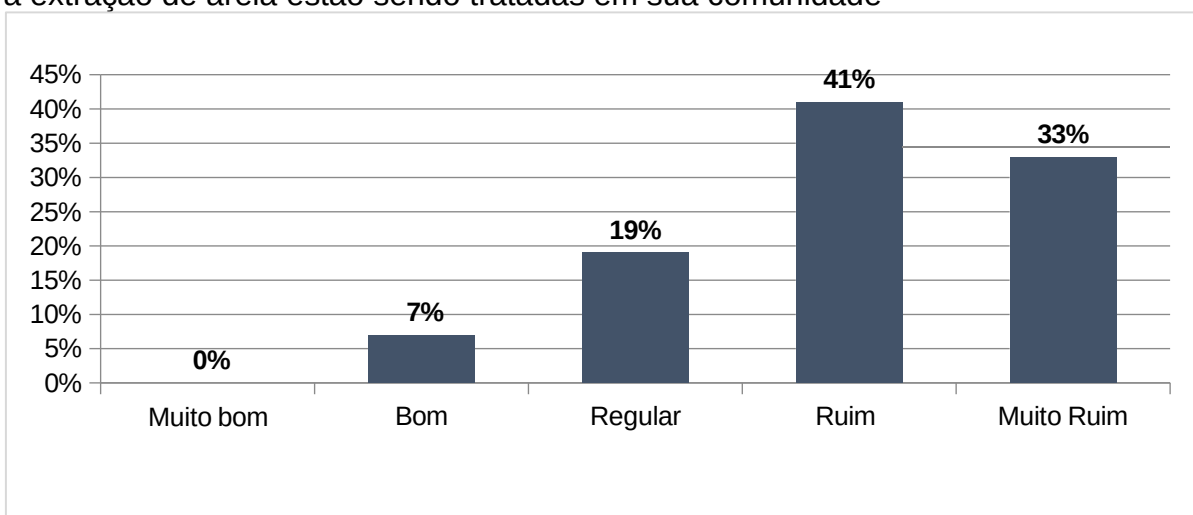
diretamente para criação de medidas que visem evitar uma degradação ambiental em grande escala (Ferreira, 2022).

4.2.6. Avaliação dos moradores sobre as questões ambientais na comunidade

O propósito central do estudo deste tópico é analisar como os moradores percebem e avaliam a degradação ambiental causada pela mineração de areia, esta análise busca evidenciar e fornecer entendimentos fundamentais para a compreensão sobre as perspectivas da comunidade em relação à importância da sustentabilidade e do desenvolvimento local, contribuindo para uma melhor compreensão das dinâmicas ambientais que se interligam com o meio social e com o meio econômico.

Por fim, foi avaliado o nível de satisfação dos moradores das áreas afetadas pela extração de areia com relação à maneira como as questões ambientais, são tratadas na comunidade, conforme Figura 34, abaixo ilustrada.

Figura 34 - Como você avalia a maneira como as questões ambientais relacionadas à extração de areia estão sendo tratadas em sua comunidade



Fonte: Elaborado pelo autor (2023)

Com base nos dados da Figura 34, observa-se que o nível de satisfação dos entrevistados, mostrou-se negativa, isso fica evidente ao analisar os dados das seguintes variáveis: muito ruim (33%) e ruim (41%). A soma dessas variáveis representa um percentual de 74%.

O fato, também, de que os dados supracitados têm convergência com aqueles evidenciados na Figura 29, nos quais 80% dos respectivos moradores relataram que as atividades de extração de areia afetam diretamente a sua saúde e qualidade de vida, sendo este um dos motivos que contribuem para que se tenha um baixo nível de satisfação.

Outro aspecto relevante que justifica tamanha insatisfação é a exclusão da comunidade local no processo discussão e monitoramento ambiental das atividades mineradoras acima citadas, conforme evidenciado na Figura 33, no qual 80% dos moradores relataram nunca ter participado de nenhuma das atividades. Ou seja, a insatisfação é consequência de um conjunto de fatores que envolvem tanto a exclusão da comunidade local quanto o reflexo na sua saúde e qualidade de vida.

A insatisfação dos moradores pesquisados pode ser mais bem compreendida quando se analisa alguns dos principais trechos das suas respostas abaixo descritas.

MOR 15: [...] muito ruim. Pra mim pelo menos, pois a retirada de areia só trouxe prejuízo pra mim e minha família;
 MOR 27: [...] ruim porque estão acabando com tudo aqui a nossa volta e não fazem nada por nós;
 MOR 43: [...] mais ou menos. É regular porque movimenta a economia do município. Mas, em compensação estão acabando com o meio ambiente;
 MOR 58: [...] ruim porque não tem retorno de quase nada para o meio ambiente e pra gente da comunidade;
 MOR 89: [...] ruim mesmo porque desde que isso começou não houve nada de benefício pra nossa comunidade;
 MOR 93: Pra mim é indiferente. Mas, acho que é bom o meu nível de satisfação;
 MOR 100: Acredito que regular tem coisa boa nessas atividades, mas, também tem coisa ruim;

Ter essa compreensão acerca do nível de satisfação da comunidade com relação as atividades mineradoras de extração de areia, é importante para que o poder público juntamente com a iniciativa privada e membros da sociedade civil possam criar estratégias, e fomentar políticas públicas que minimizem os impactos causados ao meio ambiente por conta da atividade mineradora que comumente é realizada fora dos padrões de sustentabilidade ambiental.

Quando a comunidade local participa através dos seus representantes do planejamento e monitoramento das atividades mineradoras, a tendência é que o seu nível de satisfação seja mais positivo com relação ao respectivo segmento econômico. É preocupante quando empresas exploram atividades e não contam com o apoio da comunidade local, além do surgimento de possíveis conflitos, torna-se complexo

mitigar algumas ações para melhoria da qualidade de vida da comunidade e numa perspectiva maior do meio ambiente (Alves, 2017).

O monitoramento de áreas de mineração é relevante para identificar e solucionar os principais gargalos que envolvem tanto o meio ambiente quanto a comunidade que reside nas proximidades das áreas afetadas. A partir do momento em que a população local se sente parte do processo, principalmente no sentido de observar a preocupação da empresa mineradora com a sua saúde, bem-estar e qualidade de vida, a tendência é que o seu nível de satisfação seja mais positivo com relação a respectiva atividade (Silva et al., 2022).

4.3. Impactos ambientais e econômicos, decorrentes da extração de areia, no município de Pindaré-Mirim/MA.

Para integrar as evidências de campo, a percepção dos moradores e a análise geoambiental, apresenta-se a seguir a Matriz de Impacto Ambiental Ponderada, que organiza e relaciona as principais atividades envolvidas na extração de areia no município de Pindaré-Mirim, seus efeitos nos meios ambiental, social e econômico e as medidas de controle e mitigação dos impactos relacionados. Destacam-se, entre os principais pontos críticos (classe Crítica):

- Dragagem/desmonte hidráulico -S = 36 (Crítica), pela turbidez/assoreamento em escala de bacia;
- Proximidade de áreas sensíveis (APA/Sítio Ramsar) - S = 36 (Crítica);
- Decapeamento (lavra a céu aberto) - S = 33 (Crítica);
- Supressão contínua de vegetação - S = 30 (Crítica);
- Encerramento sem PRAD - S = 27 (Crítica).

Esses resultados dialogam com a percepção dos moradores apresentada no item 4.2, especialmente quanto à degradação do solo, ao desmatamento, ao assoreamento e à baixa efetividade das medidas mitigadoras.

Quadro 6 - Matriz de Impacto Ambiental Ponderada - Extração de Areia (Pindaré-Mirim/MA)

Fase	Atividade/Aspecto	Meio/Fator	Impacto	Natureza	Duração	Intensidade	Abrangência	Reversibilidade	Frequência	Duração	Intensidade	Abrangência	Frequência	Vulnerabilidade	S	Classe S	Medidas de controle sugeridas
Implantação	Supressão de vegetação (APP/mata ciliar)	Biótico/Flora	Perda de cobertura vegetal; fragmentação de habitats	Negativo	Longa	Alta	Local a municipal	Parcial	Pontual	3	3	2	1	3	27	Crítica	Evitar APP; autorizações; resgate/florestamento; PRAD
Implantação	Abertura de acessos e pátios	Físico/Solo	Exposição do solo; aumento de erosão	Negativo	Média a longa	Média	Local	Parcial	Pontual	3	2	1	1	2	14	Média	Drenagem; contenção; revegetação
Implantação	Instalação de canteiro e máquinas	Socioeconômico	Geração pontual de empregos; pressão sobre serviços	Misto	Curta	Baixa	Local	N/A	Pontual	1	1	1	1	2	5	Baixa	Plano de comunicação; priorizar mão de obra local
Implantação	Terraplenagem/escavação inicial	Físico/Hidrologia	Alteração de escoamento superficial; assoreamento inicial	Negativo	Média	Média	Local	Parcial	Pontual	2	2	1	1	3	14	Média	Bacias de contenção; controle de sedimentos
Operação	Lavra por dragagem/desmonte hidráulico (retirada de areia)	Físico/Hidrologia	Aumento da turbidez; assoreamento do rio e afluentes	Negativo	Longa	Alta	Regional	Parcial	Contínua	3	3	3	3	3	36	Crítica	Planejamento de volumes; zonas de exclusão; monitoramento de turbidez
Operação	Lavra a céu aberto (decapeamento)	Físico/Solo	Perda de horizontes férteis; degradação do solo	Negativo	Longa a permanente	Alta	Local a municipal	Difícil	Contínua	4	3	2	3	2	33	Crítica	Topsoil: retirada e estocagem; reuso e recuperação
Operação	Tráfego de caminhões (carga/descarga)	Físico/Ar	Poeira particulada (material particulado)	Negativo	Média	Média	Local	Parcial	Intermitente	2	2	1	2	2	14	Média	Umidificação de vias; cobertura de cargas; velocidade
Operação	Tráfego de caminhões e máquinas	Físico/Ruído	Níveis elevados de ruído; incômodo à vizinhança	Negativo	Média	Média	Local	Parcial	Contínua	2	2	1	3	2	16	Média	Horários restritos; manutenção; barreiras acústicas
Operação	Supressão contínua de vegetação para avanços da lavra	Biótico/Fauna	Perda/afugentamento de fauna; redução de biodiversidade	Negativo	Longa	Alta	Local a municipal	Difícil	Intermitente	3	3	2	2	3	30	Crítica	Resgate de fauna; corredores ecológicos; revegetação
Operação	Deposição inadequada de resíduos	Físico/Hidrologia	Poluição de cursos d'água; qualidade da água	Negativo	Média	Média	Local	Parcial	Eventual	2	2	1	1	3	14	Média	Gerenciamento de resíduos; PGRS; contenção
Operação	Proximidade de áreas sensíveis (APA/Sítio Ramsar)	Biótico/Áreas protegidas	Pressão sobre áreas úmidas; risco a habitats prioritários	Negativo	Longa	Alta	Municipal a Regional	Difícil	Contínua	3	3	3	3	3	36	Crítica	Zonas de amortecimento; licenciamento rigoroso; monitoramento
Operação	Operação em áreas não autorizadas	Institucional/Legal	Ilegalidade; ausência de mitigação e PRAD; danos irreversíveis	Negativo	Longa	Alta	Municipal	Difícil	Contínua	3	3	2	3	1	27	Crítica	Fiscalização; regularização; embargo; reparação
Operação	Operação de beneficiamento simples (peneiramento/lavagem)	Físico/Hidrologia	Geração de efluentes com sólidos; aumento de turbidez local	Negativo	Média	Média	Local	Parcial	Intermitente	2	2	1	2	3	16	Média	Sistemas de recirculação; bacias de decantação
Operação	Paisagem alterada por cavas e clareiras	Cultural/Paisagem	Impacto visual; perda de qualidade paisagística	Negativo	Longa	Média	Local	Parcial	Contínua	3	2	1	3	2	18	Alta	Modelagem de taludes; revegetação
Operação	Emprego e renda local	Socioeconômico	Geração de renda/emprego; conflitos sociais	Misto	Média	Média	Local	N/A	Contínua	2	2	1	3	2	16	Média	Políticas compensatórias; qualificação e inclusão
Operação	Qualidade de vida/saúde	Saúde Pública	Incômodo; possíveis problemas respiratórios e estresse	Negativo	Média	Média	Local	Parcial	Contínua	2	2	1	3	3	18	Alta	Controle de poeira e ruído; comunicação; vigilância em saúde
Desativação	Encerramento sem PRAD	Físico/Solo & Hidrologia	Cavas abandonadas; erosão; risco de acidentes	Negativo	Longa a permanente	Alta	Local a municipal	Difícil	N/A	4	3	2	0	3	27	Crítica	Executar PRAD; segurança; reconfiguração e revegetação
Desativação	Reabilitação de áreas (com PRAD)	Biótico/Flora/Fauna	Recuperação de cobertura e funções ecológicas	Positivo	Longa	Média	Local	N/A	Intermitente	3	2	1	2	3	18	Alta	Espécies nativas; monitorar sucesso
Desativação	Desmobilização de canteiro	Físico/Ar & Resíduos	Geração temporária de resíduos e poeira	Negativo	Curta	Baixa	Local	Parcial	Pontual	1	1	1	1	2	5	Baixa	PGRS; limpeza; destinação adequada

Fonte -: Elaboração própria a partir de dados de campo, análise SIG e método adaptado de Leopold.

Os itens classificados como Críticos / Altos, se correlacionam espacialmente com a APA/Sítio Ramsar da Baixada Maranhense e com as ocupações urbanas das áreas inundáveis do Rio Pindaré, isto reforça a sensibilidade do meio e a necessidade de ações preventivas.

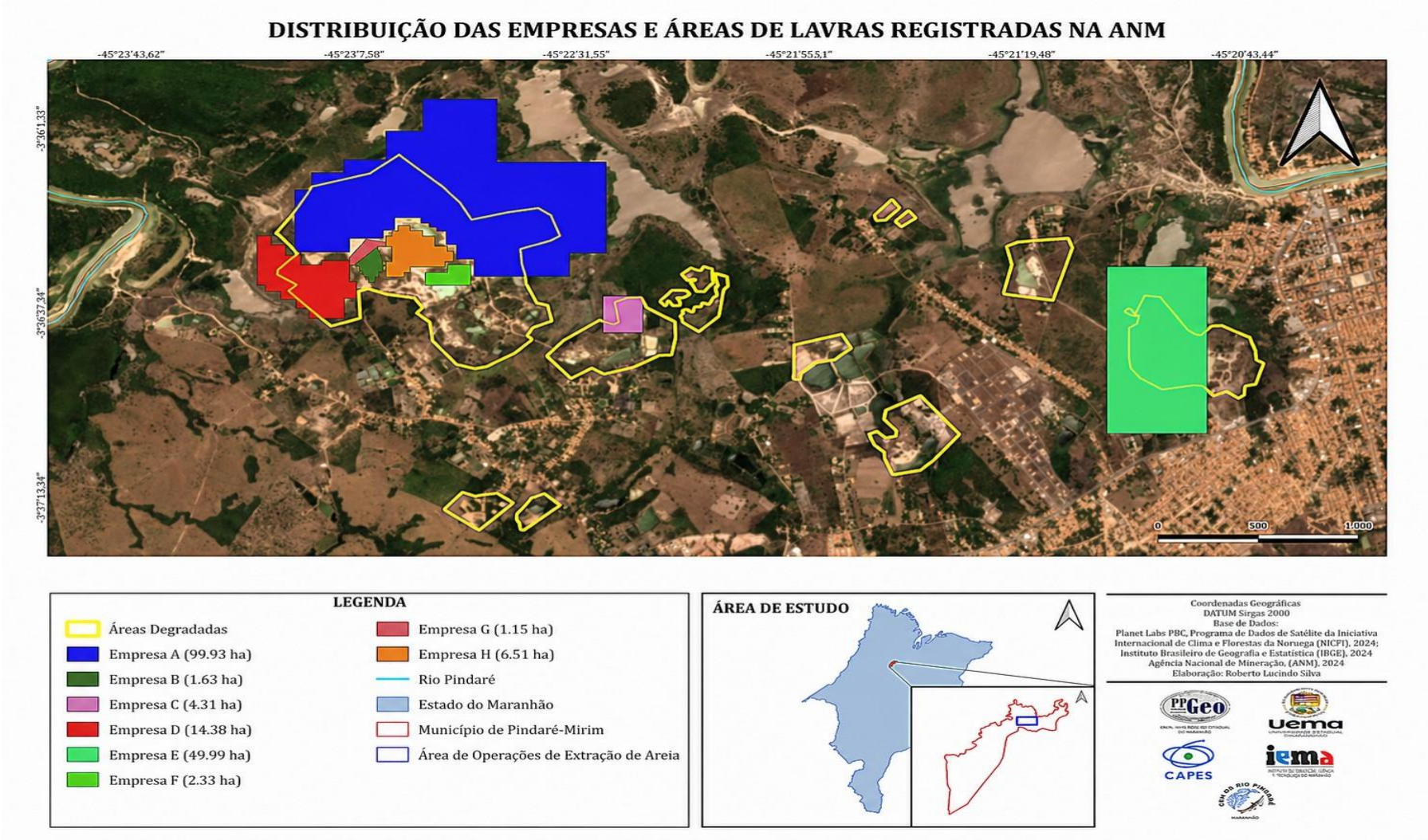
As medidas de controle indicadas na matriz (Quadro 6), se ligam às proposições (seção 5.1) e com o fluxo operacional do licenciamento ambiental (Quadro 7), convertendo os achados diagnósticos em ações, prazos e responsabilidades.

Essa integração assegura maior nível de confiabilidade entre evidência, decisão e implementação das ações, além de priorizar intervenções aonde o risco for mais significativo.

As evidências sintetizadas na Matriz de impacto ambiental, permitem uma listagem das empresas que operam a atividade de extração de areia e onde elas se concentram no território municipal. Para isso mobilizam-se os registros da ANM (Tabela 5; Figura 35) e o mapeamento temporal 2015-2024 (Figuras 36-37).

A extração de areia no município é realizada por oito empresas constantes no banco de dados da ANM, identificadas nesta pesquisa por codificação alfabética na Tabela 5 e na Figura 35. À época da coleta de dados, o levantamento indicou que todas se encontravam irregulares quanto as licenças e autorizações que são exigidas pelos órgãos competentes. A Figura 35 apresenta a localização geográfica das áreas de lavra no município de Pindaré-Mirim/MA associadas a essas empresas, as poligonais circunscritas em amarelo que estão a sobrepor áreas de extração autorizada pela ANM, representam o perímetro degradado e ocupação de cada lavra, com dados em hectares pela atividade na área de estudo.

Figura 35 - Distribuição das empresas e áreas de lavras registradas na ANM



Fonte: Elaborado pelo autor (2024)

O estudo cartográfico foi elaborado utilizando coordenadas geográficas do tipo Graus, Minutos e Segundos, no sistema de referência Datum Sirgas 2000, do banco de dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), da plataforma Planet Labs/NICFI em parceria com o programa de dados de satélite da Iniciativa Internacional de Clima e florestas da Noruega (NICFI) do mês de outubro de 2024, as poligonais das áreas registradas foram obtidas do Sistema de Informação Geográfica da Mineração – SIGMINE que faz parte da Agência Nacional de Mineração (ANM).

O destaque da localização regional, representado no canto inferior direito da Figura 35, insere Pindaré-Mirim no contexto do Estado do Maranhão, o município destaca-se como um polo de extração e revenda de areia para utilização na construção civil, principalmente para o município vizinho, Santa Inês, a cidade com maior população, infraestrutura comercial, de saúde, comércio e educação, é lugar também onde a especulação imobiliária deixou de ser apenas especulação e passou a ser efetivada, fato que se percebe pela grande presença de obras de construção civil e a instalação de vários loteamentos residenciais.

Este levantamento se torna ferramenta essencial para análise do território ocupado pelas empresas de extração de areia, fornecendo uma visão detalhada da degradação local e das operações de extração de areia constantes no sistema ANM.

A Tabela 5, condensa os dados demonstrando as empresas constantes no sistema da Agência Nacional de Mineração, demonstrando área requerida para exploração em hectares e em metros quadrados.

Tabela 5 - Empresas cadastradas na ANM e áreas requeridas para mineração de areia (ha e m²) em Pindaré-Mirim/MA

EMPRESA	ÁREA (HA)	ÁREA (M ²)
EMPRESA A	99.93	999.300
EMPRESA B	1.63	16.300
EMPRESA C	4.31	43.100
EMPRESA D	14.38	143.800
EMPRESA E	49.99	499.900
EMPRESA F	2.33	23.300
EMPRESA G	1.15	11.500
EMPRESA H	6.51	65.100

Fonte: Elaborado pelo autor (2024)

Em alguns casos, a proximidade entre as empresas, e a falta de uma delimitação, como por exemplo, cercamento de áreas, torna difícil identificar quais dessas empresas ultrapassaram os limites de sua área autorizada, como são os casos

das empresas: Empresa A, Empresa B, Empresa D, Empresa F, Empresa G e Empresa H.

A Figura 35 evidencia a sobreposição do uso do solo entre as atividades de extração de areia e áreas adjacentes. A EMPRESA A explora uma área de 99,93 hectares, isto destaca a predominância dessa empresa na exploração local de areia.

Essa constatação aponta um aspecto crucial para a análise do uso e ocupação do solo, ao revelar a realização de atividades mineradoras fora das áreas autorizadas.

Cabe observar ainda, que as áreas degradadas coincidem em vários casos com os limites das áreas requeridas e autorizadas pela ANM, demonstrando uma correlação entre atividade extrativa e impactos no uso do solo.

A operação desta atividade em áreas não autorizadas provoca impactos ambientais graves, muitas vezes irreversíveis. Na região de estudo, a proximidade dessas atividades com o Rio Pindaré agrava os riscos de assoreamento, ameaçando a biodiversidade aquática e alterando o regime hidrológico local. Além disso a supressão da vegetação nativa e a degradação do solo nessas regiões apontam para práticas insustentáveis que comprometem a estabilidade ecológica e modificam a paisagem.

Do ponto de vista local e de gestão, a exploração de areia fora dos limites autorizados pelos órgãos competentes representa uma violação às normas ambientais e minerárias, sujeitando os infratores a penalidades, como multas e sanções administrativas.

A Figura 35, apresenta ainda, outras áreas (circunscritas em amarelo) pela extração de areia, existentes, porém, invisíveis para a Agência Nacional de Mineração (ANM) e demais órgãos competentes. Essas por não estarem inseridas nos bancos de dados oficiais, acabam por se configurarem como agentes em funcionamento irregular e que estão à margem das normas legais.

A ausência de registro indica que não houve solicitação formal para exploração mineral, o que representa infração ao código de mineração e às legislações aplicáveis

As operações irregulares de retirada de areia acabam por agravar os impactos ambientais na região. Entre os danos estão a degradação do solo, alteração nos cursos d'água e a perda da cobertura vegetal nativa que irá tornar o solo susceptível à erosão, que poderão causar prejuízos à biodiversidade e aos serviços ecossistêmicos locais. Por estarem fora do controle regulatório, os danos causados por essas atividades tendem a ser mais severos e de difícil mitigação.

A regularização das atividades e responsabilização pelos danos causados são indispensáveis para que se assegure o cumprimento das normas e a minimização dos impactos gerados.

Permanece a obrigação de se realizar a recuperação ambiental, conforme estabelecido na Constituição Federal de 1988, que diz que aquele que explora recursos minerais, é obrigado a proceder com a recuperação do meio ambiente degradado, de acordo com as exigências técnicas dos órgãos públicos competentes, respeitando a lei.

Além das áreas com registros no sistema, mas que extrapolaram as áreas requeridas e autorizadas pela ANM, a existência dessas outras 10 áreas irregulares, revela falhas de fiscalização e de gerenciamento das atividades minerárias na localidade. Esse cenário destaca a necessidade de investimento em políticas públicas efetivas de fiscalização ambiental e de uma gestão integrada entre os entes governamentais para que a promoção do equilíbrio entre desenvolvimento econômico, preservação ambiental e desenvolvimento social, possam estar juntos, fazendo valer o conceito de sustentabilidade.

Um caso específico constatado por meio da pesquisa, remete à empresa E, que é autorizada para operar a atividade em uma área de 49,99 hectares, porém, a substância autorizada pela Agência Nacional de Mineração (ANM) trata-se de argila, a empresa, no entanto vem realizando a extração de areia. Essa divergência se configura como um desvio de finalidade em relação à autorização originalmente concedida.

A exploração de substância diferente da autorizada pela ANM e órgãos ambientais, representa uma irregularidade nas normas estabelecidas pelo Código de mineração. Além de sujeitar a empresa a sanções administrativas, essa prática pode trazer consequências ambientais relevantes, uma vez que a extração de areia possui características diferentes sendo, portanto, os impactos ambientais diferentes daqueles associados à extração de argila e, portanto, também a recuperação da área.

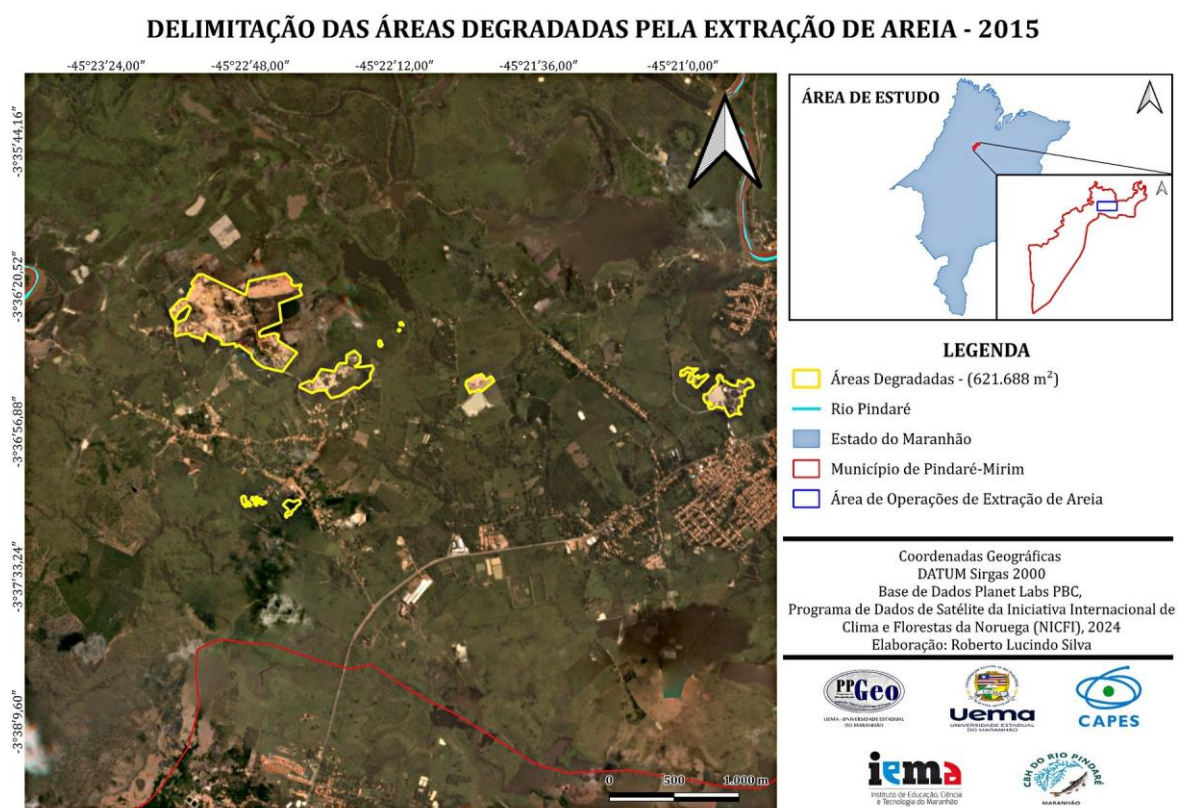
Diante desse cenário, é imprescindível a adoção de medidas de redução de danos causados e que assegurem a regularização das atividades de extração de areia. Auditorias ambientais são indispensáveis para que se possa identificar as causas da degradação e responsabilizar os envolvidos nas irregularidades em tempo hábil. A cobrança pela apresentação dos Planos de Recuperação de Áreas Degradadas (PRADs) surgem como ação prioritária bem como a implementação

destes planos, para que se consiga a restauração das funcionalidades ambientais da área afetada.

Essas iniciativas contribuem para a sustentabilidade das atividades econômicas relacionadas à extração de areia e para a preservação dos recursos naturais locais.

Destaca-se a seguir o impacto da degradação ambiental oriundo da atividade de extração de areia em Pindaré-Mirim/MA, levando em consideração o espaço de tempo de 09 (nove) anos, conforme pode ser percebido na comparação dos 02 (dois) mapas ilustrados nas Figuras 36 e 37.

Figura 36 - Áreas de extração de areia em Pindaré-Mirim/MA no ano de 2015.

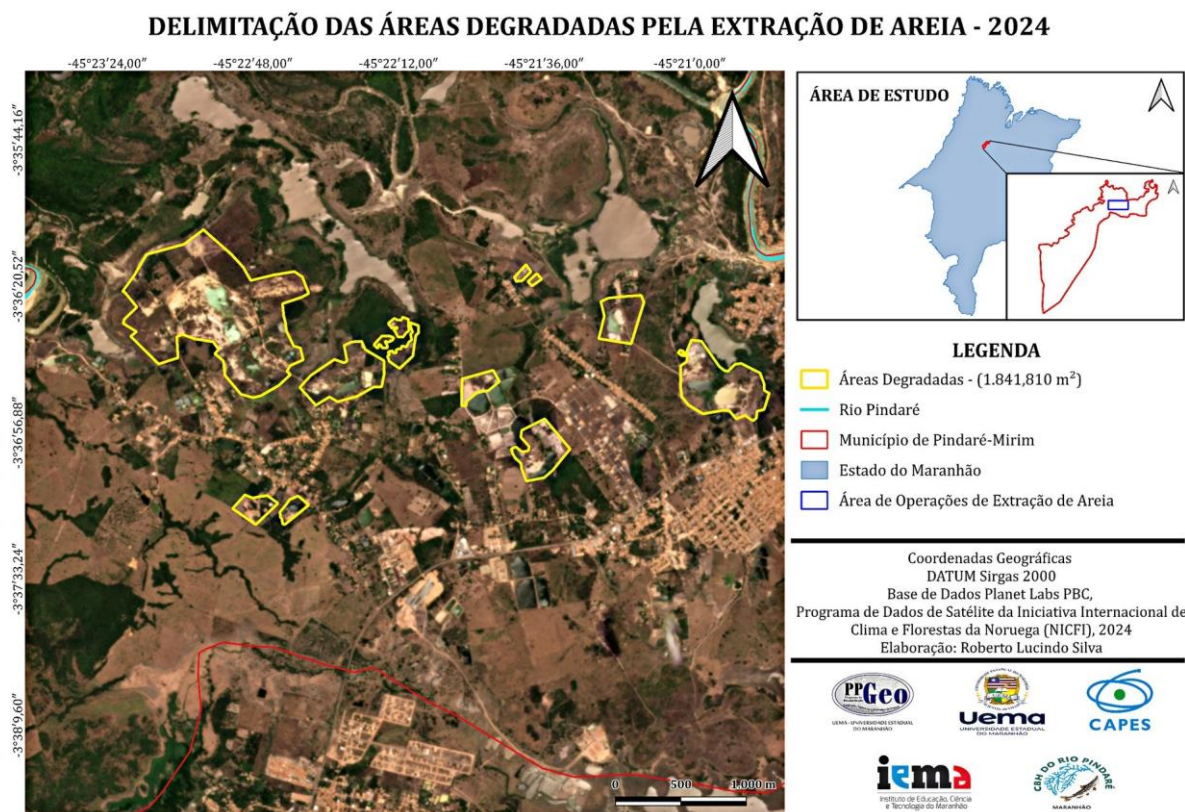


Fonte: Elaborado pelo autor (2024)

Observa-se na Figura 36, que até o ano de 2015, as áreas degradadas ocupavam uma extensão territorial de 621.688 m², (seiscentos e vinte e um mil e seiscentos e oitenta e oito metros quadrados), conforme identificado nas áreas destacadas com contornos em amarelo. Este mapa evidencia a localização e a extensão das áreas afetadas pela atividade de extração de areia, proporcionando uma visão geral dos impactos causados ao meio ambiente local.

Destaca-se que no ano de 2024, a área degradada pela atividade de extração de areia no município, expandiu-se por uma área de cerca de 1.841.810 m² (um milhão e oitocentos e quarenta e um mil e oitocentos e dez metros quadrados).

Figura 37 - Áreas de extração de areia em Pindaré-Mirim/MA no ano de 2024.



Fonte: Elaborado pelo autor (2024)

As Figuras 36 e 37, permitem perceber a expansão da área degradada em decorrência da extração de areia, no local de estudo, levando-se em consideração o espaço-tempo de 9 anos, partindo do mês de dezembro de 2015, período de estiagem, que permite a visualização adequada, pois muitas destas áreas são alagadas no período chuvoso o que dificulta a análise das áreas, configurando-se assim como ocultação sazonal das áreas degradadas por esta atividade extrativa.

Isso representa significativamente um aumento absoluto de 1.220.122 m² (um milhão, duzentos e vinte mil, cento e vinte e dois metros quadrados), da área degradada. Esse crescimento equivale a um incremento de aproximadamente 196,26% (cento e noventa e seis vírgula vinte e seis por cento) em relação à área original. Para visualizar melhor essa expansão, pode-se comparar o crescimento da área com a dimensão de campos oficiais de futebol, que possuem, em média, 10.800

m². O crescimento horizontal registrado entre os anos de 2015 e 2024 equivale a cerca de 112 campos de futebol oficiais, considerando que cada um possui, em média, 10.800 m². Esse número ilustra de forma expressiva a significativa expansão da atividade de extração de areia na região, evidenciando o impacto territorial dessa prática ao longo dos últimos anos.

Em termos de proporcionalidade, a área ocupada pelas atividades de extração de areia até o ano de 2015 equivaleram aproximadamente a 57 Campos de futebol oficiais. E até o ano de 2024, a extensão territorial correspondeu a cerca de 170 campos de futebol oficiais, isto é evidência de um crescimento de magnitude significativa. Essa expansão territorial reflete o aumento expressivo das operações de extração de areia ao longo dos últimos 9 anos, e demonstra não apenas a intensificação desta atividade, como também os impactos socioambientais que são associados à sua ampliação.

A Figura 38, mostra o Estádio municipal Jaime Melo, na sede do município de Pindaré-Mirim/MA, e ao fundo as áreas de cava da extração de areia, a degradação causada e a proximidade do Rio Pindaré e da área urbana, com as residências visíveis ao redor.

Figura 38 – Proximidade de área de extração de areia com o Estádio municipal de futebol Jaime Melo



Fonte: Elaborado pelo autor (2024)

A acelerada expansão das áreas degradadas pela extração de Areia, desencadeia impactos profundos sobre os diferentes componentes ambientais da região estudada, isto demanda uma atenção especial quanto aos desdobramentos e possíveis impactos socioambientais.

O aumento da exploração intensifica problemas como a degradação do solo, erosão, destruição de habitats e alteração dos regimes hidrológicos locais. Esses fatores, por sua vez, contribuem para a deterioração dos ecossistemas terrestres e aquáticos, com efeitos adversos sobre a biodiversidade.

A degradação do solo é um dos impactos imediatos da expansão da extração de areia. A retirada de camadas protetoras torna o solo mais suscetível à erosão, especialmente durante o período chuvoso, o que pode levar à formação de ravinas e à diminuição da fertilidade do solo (Silva, 2020).

A destruição de habitats também é um efeito colateral preocupante, pois a extração contínua em larga escala tende a eliminar espécies nativas e comprometer os processos de regeneração natural da vegetação, modificar o nicho ecológico de

espécies que vivem no local, causando um sério problema de desequilíbrio no ecossistema local. Adicionalmente, a proximidade das áreas de extração aos corpos d'água pode provocar alterações hidrológicas significativas, como mudanças no curso dos rios e lagos, resultando em um aumento da turbidez da água e na diminuição da qualidade hídrica. Esses processos afetam tanto as espécies aquáticas quanto a disponibilidade de água para a população local e atividades agrícolas (Serra 2019).

É pertinente observar que a expansão horizontalizada nos leva à reflexão sobre a complexidade dos impactos socioambientais que a atividade poderá causar em breve, podendo ocasionar conflitos por espaço e território que hoje se configuram como grandes problemas dos garimpos ilegais e de áreas na Amazônia onde há forte presença de madeireiros e de grileiros de terra para uso em atividades diversas que pressionam os povos originários e demais comunidades presentes em sua área de interesse.

O crescimento horizontalizado da atividade de extração de Areia reflete em termos de ocupações parcial ou seja a sua exploração ocorrerá de maneira extensiva com a abertura de novos pontos de extração de Areia em diferentes locais, o que ocasionará maior impacto ambiental por ocupação de novas áreas, esta expansão em termos de área sem observar às normas e legislações ambientais vigentes e sem o emprego de tecnologia primando pela eficiência produtiva culminará em um processo de degradação ambiental de difícil correção.

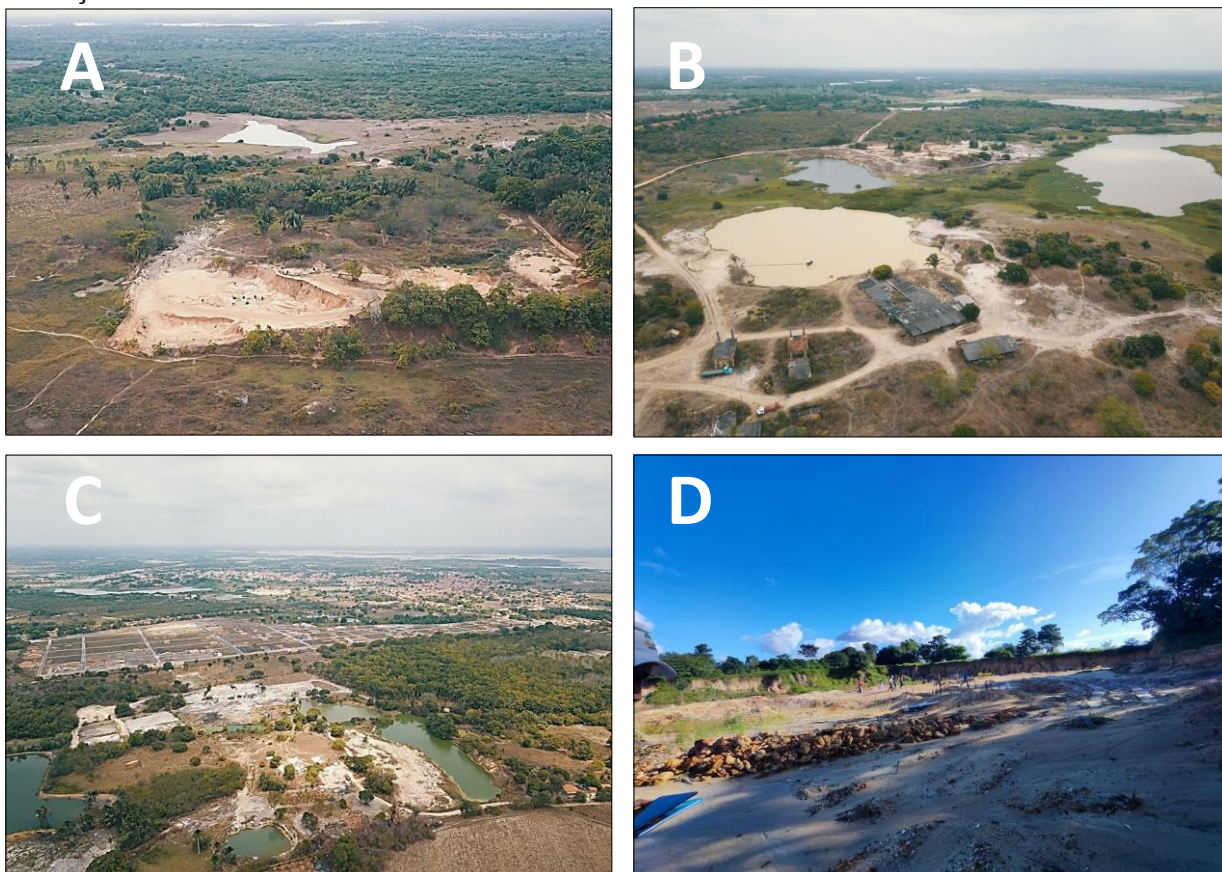
Destaca-se que ainda existe um longo caminho a ser percorrido no sentido de criação de estratégias que melhor viabilizem a extração de areia de modo sustentável em Pindaré-Mirim, este, é um diálogo que precisa ser provocado para que os atores envolvidos nesse processo consigam chegar a um denominador comum.

Na Figura 39, as imagens A e B, evidenciam áreas afetadas pela extração de areia e seus respectivos impactos, as setas amarelas representadas na Figura 41 têm a função de destacar os elementos geográficos e hidrológicos relevantes para a análise ambiental da área de estudo.

A imagem C apresenta uma ampla clareira decorrente da atividade de extração de areia, acompanhada da presença de corpos hídricos formados pelo acúmulo de água nas cavas. Esse cenário indica a remoção significativa da cobertura vegetal e de alterações na morfologia do terreno, tornando o ambiente susceptível à erosão e causando modificações no regime hídrico.

Na imagem D, constata-se a proximidade de uma área de extração de areia com um loteamento residencial, situação que acarreta potenciais impactos diretos à população local, variando de emissão de material particulado, incômodo em função dos níveis de ruído das máquinas em operação, alteração da paisagem e riscos à estabilidade geotécnica do terreno.

Figura 39 - Evidências de pressão antrópica em áreas sensíveis decorrentes da extração de areia



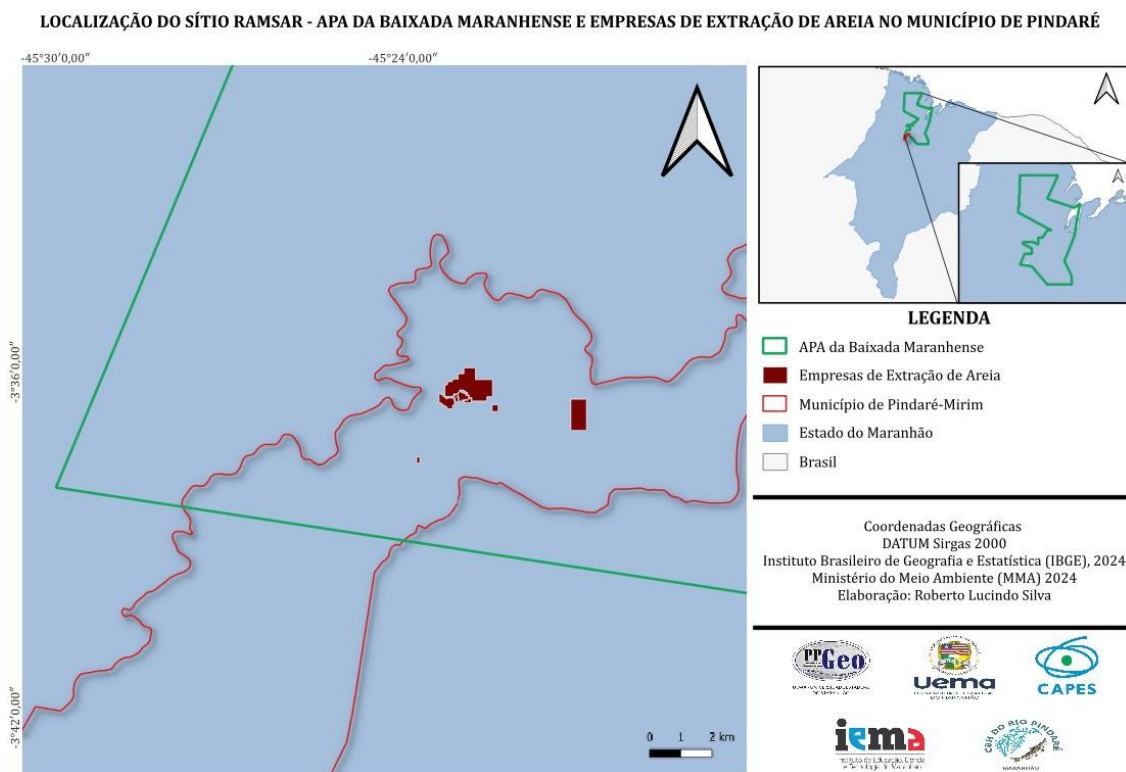
Fonte: Elaborado pelo autor (2024)

A Figura 39 evidencia a pressão antrópica exercida pela extração de areia sobre áreas ambientalmente sensíveis. Observa-se que a supressão vegetal, a abertura de cavas e a proximidade com áreas sujeitas à dinâmica hídrica do rio Pindaré ampliam a vulnerabilidade ambiental local, especialmente em períodos de cheia.

O município de Pindaré-Mirim/MA insere-se parcialmente no contexto da Área de Proteção Ambiental da Baixada Maranhense, reconhecida também como Sítio Ramsar da Baixada Maranhense, conforme demonstrado na Figura 40. Embora o território municipal não esteja integralmente abrangido pela APA, observa-se que as áreas de extração de areia mapeadas se localizam dentro desse recorte

ambientalmente sensível, marcado pela presença de ambientes úmidos, áreas sazonalmente inundáveis e cursos d'água associados à dinâmica do rio Pindaré.

Figura 40 - Localização do Sítio Ramsar/APA da Baixada Maranhense e das áreas de extração de areia no município de Pindaré-Mirim/MA

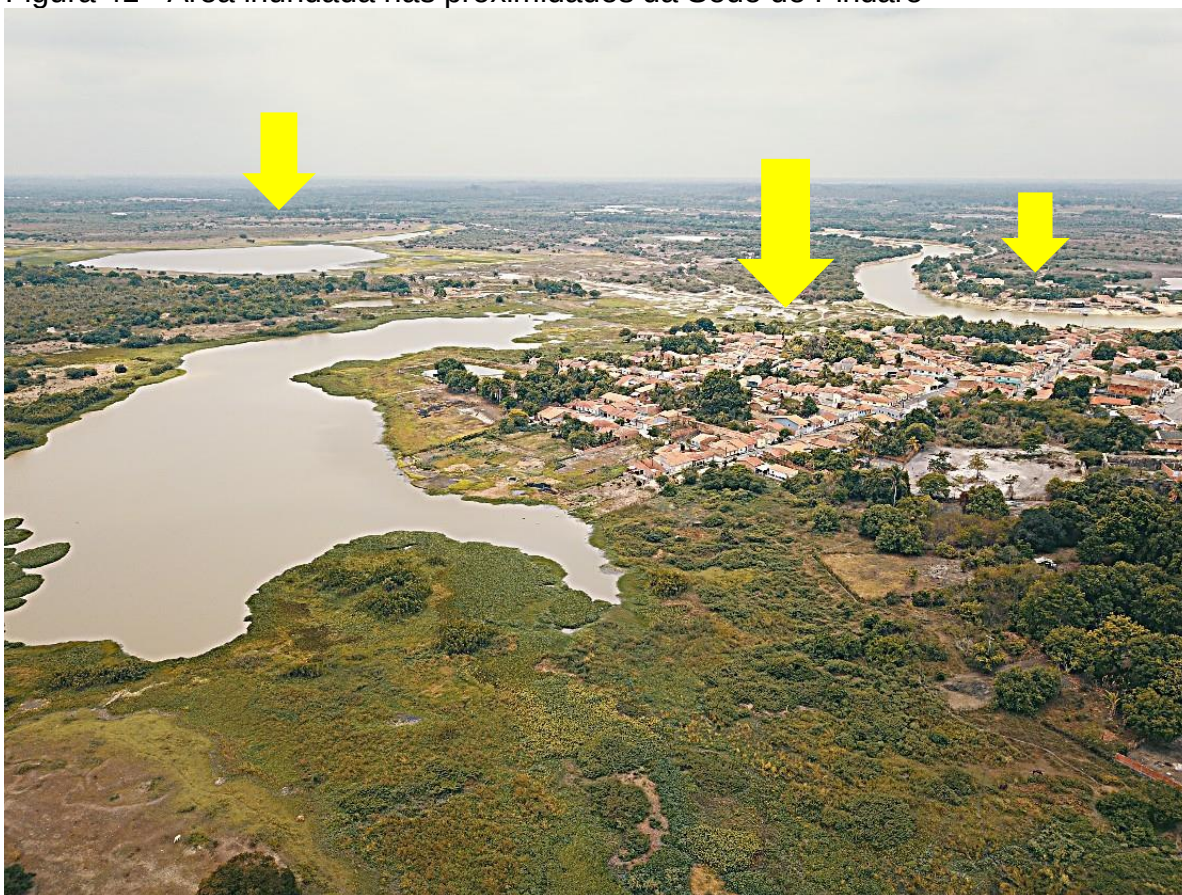


Fonte: Elaborado pelo autor (2024)

A relação espacial apresentada na Figura 40 reforça a necessidade de maior controle ambiental sobre a atividade minerária, uma vez que a extração de areia ocorre em área de elevada sensibilidade ecológica. Essa condição exige atenção especial dos órgãos competentes quanto ao licenciamento, à fiscalização e à adoção de medidas mitigadoras, sobretudo pelos possíveis impactos sobre margens fluviais, áreas úmidas, planícies de inundação e ambientes associados à conservação da biodiversidade.

A Figura 41 apresenta uma área inundada típica da APA da Baixada Maranhense na sede do Município de Pindaré-Mirim/MA, esta região é caracterizada por ser rica em biodiversidade e por sua importância ecológica. Localizada próxima à empresa de extração de areia (Empresa E), esta paisagem revela a presença das empresas de extração de areia, mas também a proximidade da sede municipal com seus problemas e complexidades.

Figura 41 - Área inundada nas proximidades da Sede de Pindaré



Fonte: Elaborado pelo autor (2024)

As setas em amarelo representadas na Figura 41, tem a função de destacar os elementos geográficos e hidrológicos, que são relevantes para que se possa analisar o meio ambiente da área de estudo.

Em primeiro plano, elas indicam a presença de áreas que são inundadas periodicamente pelas águas do Rio Pindaré durante seu ciclo de cheia, essas áreas compõem sua planície de inundação, as demais setas em amarelo sinalizam a proximidade entre o leito do Rio Pindaré e setores da zona urbana do município, evidenciando uma relação espacial importante entre os recursos hídricos e a ocupação humana.

A Figura 41 evidencia área sazonalmente inundável nas proximidades da sede de Pindaré-Mirim. Essa condição reforça a vulnerabilidade ambiental do território, pois áreas sujeitas à inundação podem ser diretamente afetadas pela supressão vegetal, movimentação de sedimentos e intensificação da extração de areia nas proximidades do rio Pindaré.

A zona úmida da localidade, desempenha importantes funções já mencionadas, além de atuar no controle das enchentes, em função da proximidade da cidade com o Rio Pindaré, sequestro de carbono e a conservação da biodiversidade. Além disso essas áreas funcionam como berçários para espécies aquáticas e terrestres sendo importantes também para a comunidade local, pois fornece recursos naturais e serviços ecossistêmicos.

Pindaré-Mirim desenvolveu-se às margens do rio Pindaré, curso d'água de grande importância ambiental, econômica, social e cultural para o município. Além de sua relevância para a dinâmica hídrica e para as atividades econômicas locais, o rio mantém estreita relação com o modo de vida das comunidades ribeirinhas, detentoras de saberes ancestrais construídos historicamente em torno de suas águas. Nesse sentido, a preservação do rio Pindaré é fundamental para garantir a continuidade dessas práticas culturais, dos vínculos territoriais e das formas tradicionais de vida para as futuras gerações.

A ilegalidade da atividade, fora constatada não apenas do ponto de vista administrativo, mas também do ponto de vista ambiental, isso vem causando impactos ambientais negativos, incluindo degradação do solo e perda de vegetação nativa, que resulta na diminuição dos habitats de espécies terrestres e aquáticas.

Essas consequências podem ser fator de redução da capacidade da zona úmida no fornecimento dos serviços ecossistêmicos, levando vulnerabilidade não apenas à flora e fauna aquáticas e terrestres, mas também a população local que poderá sofrer com escassez dos recursos alimentares aquáticos e por conta da localização de sua sede muito próxima ao rio, terem intensificados os processos de alagamentos que aumentarão os esforços humanos e financeiros, para realocação adequadas de pessoas vivendo em áreas de vulnerabilidade ambiental principalmente no período de cheia do Rio Pindaré.

Complementar a isso, a sedimentação excessiva no Rio Pindaré, poderá causar impactos na qualidade da água e nos processos geomorfológicos agravando os problemas ambientais.

A imagem serve como um alerta para a necessidade da adoção de práticas sustentáveis de exploração de areia e da necessidade de ações concretas e de políticas públicas que sejam implementadas pelas três esferas de poder, para que se possa garantir a sustentabilidade e o bem-estar social das comunidades que dependem deste ambiente.

É primordial que haja fortalecimento da proteção do Sítio Ramsar em função da exploração ilegal da areia na região, e isso pode se dar por meio de incentivos às medidas que facilitem a participação da comunidade na administração do sítio, promovendo uma articulação com as políticas já existentes e criação de novas políticas que priorizem os anseios da comunidade.

A secretaria de meio ambiente do estado, em parceria com a secretaria municipal de meio ambiente e o comitê da bacia hidrográfica do Rio Pindaré, poderão atuar em parceria promovendo reuniões junto à comunidade e trazendo estímulo para que esta participação possa se dar de forma ampla.

O desenvolvimento de capacitações sobre legislação ambiental aplicadas às Áreas de Proteção Ambiental, gestão do território e políticas de recursos hídricos trarão efeitos positivos, dentre eles uma comunidade mais bem informada sobre seus direitos e sobre a proteção do meio ambiente.

O ordenamento territorial e acompanhamento das atividades já presentes na zona úmida se faz necessário, pelos órgãos competentes, uma vez que a pesquisa observou o avanço territorial ilegal da atividade de extração de areia, por estarem operando sem licenciamento ambiental e sem autorizações dos mais diversos órgãos públicos tanto municipais quanto estaduais e federais.

Órgãos como as Secretarias de Meio Ambiente do estado e do município que possuem a atribuição de conceder licença mediante análise por processo de licenciamento, emissão de certidão de uso e ocupação do solo e cobrança pela execução dos Planos de Recuperação de Áreas Degradadas (PRADs), Secretaria de Finanças, que emitem os alvarás de funcionamento estes poderiam ser vinculados à apresentação das licenças ambientais, para as atividades que comprovadamente possam causar danos ao meio ambiente, como é o caso da atividade de extração de areia.

Já no âmbito federal, a Agência Nacional de Mineração com as autorizações e acompanhamento da lavra, pode agir autuando ou multando sempre que o empreendimento explorar areia fora da poligonal solicitada, embora já o faça, a ineficiência na execução das fiscalizações acaba por aumentar a sensação de impunidade e os empreendedores ao terem seu registro cancelado acabam por continuar sua operação na ilegalidade.

A pessoa jurídica é punida com a cassação do registro, porém a pessoa física mesmo sancionada persiste na operação da atividade, ficando oculta aos olhos do estado.

Sobre os impactos econômicos negativos da atividade de mineração, a ineficiência da ANM é citada no relatório de auditoria do Tribunal de Contas da União (2022), que apontou diversas falhas na arrecadação da CFEM e da Taxa Anual por Hectare (TAH) pela Agência Nacional de Mineração e que vem gerando perdas de arrecadação para a União e impedindo o repasse da parte que cabe aos municípios.

A ANM tem ciência de que os 'créditos não arrecadados por incidência da decadência ou prescrição representam renúncia de receita não mais passível de ser recuperada pela União, representando prejuízo aos cofres públicos. [...] f) a incapacidade operacional da Agência Nacional de Mineração concorreu para a perda cerca de R\$ 4 bilhões referentes a créditos da Compensação Financeira pela Exploração de Recursos Minerais e da Taxa Anual por Hectare decaídos e prescritos no período de 2017 a 2021; g) a incapacidade de análise do passivo processual já existente na Agência Nacional de Mineração, de aproximadamente 12.243 processos de cobrança da Compensação Financeira pela Exploração de Recursos Minerais, implica o potencial risco de prescrição de aproximadamente R\$ 20 bilhões já lançados e pendentes de constituição; e h) uma estimativa conservadora indicou que também há potencial risco de decadência de créditos na faixa entre R\$ 12 bilhões e R\$ 16 bilhões, que não foram pagos no período de 2017 a abril de 2023. (TRIBUNAL DE CONTAS DA UNIÃO, 2022, itens 213-214)

A isso se soma o fato de a agência contar com pouco pessoal conforme constato nos Anexos B e C, isso limita a sua atuação na fiscalização e acompanhamento do setor. Souza (2023) corrobora tal afirmação ao citar que o deputado Zé Silva, integrante da frente parlamentar da mineração sustentável, afirmou que a sustentabilidade na mineração depende de uma ANM estruturada com profissionais valorizados e utilização de tecnologias modernas.

Souza (2023), transcreve a fala do superintendente substituto de Arrecadação e Fiscalização de Receitas da ANM, Rui Giordani, que afirmou:

“Imagine se a ANM possuísse estrutura, orçamento, remuneração e tivesse acesso à base de dados da Receita Federal. Será que não estaríamos em outro patamar em relação à arrecadação da Cefem?”, questionou.

A fala evidencia que o desempenho arrecadatório não depende apenas do ciclo de preços, mas também da capacidade da instituição, com estrutura e orçamento, adequados para implementação efetiva da fiscalização.

Na sequência, examina-se a arrecadação e a distribuição da CFEM, vinculada à extração de areia em Pindaré-Mirim, observando seu histórico recente e como isso implica as políticas públicas locais.

Com relação aos principais impactos econômicos decorrentes da extração de areia em Pindaré-Mirim/MA, destaca-se que a sonegação de impostos por parte das empresas que exploram a respectiva atividade pode ser considerada como o principal resultado negativo, pois o ente municipal perderá este aporte financeiro importante impossibilitando assim sua conversão em políticas públicas para benefício da comunidade Pindareense.

Essa informação é relevante no contexto da pesquisa porque se configura como o principal impacto econômico negativo causado pela extração ilegal de areia no município. Isso fica evidente quando se analisa os dados da Tabela 6.

Tabela 6 - Dados de arrecadação CFEM em Pindaré-Mirim/MA

	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
AREIA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	R\$ 424,52
ARGILA	R\$ 1.884,83	R\$ 1.133,89	R\$ 1.801,40	R\$ 1.630,54	R\$ 2.045,23	R\$ 2.248,34	R\$ 1.823,76	R\$ 2.228,94	R\$ 1.925,84	R\$ 2122,28

Fonte: Agência Nacional de Mineração, adaptado pelo autor

A baixa arrecadação de CFEM proveniente da areia contrasta com a extensão das áreas degradadas mapeadas, indicando fragilidade na conversão da exploração mineral em benefícios públicos para o município.

A série histórica da arrecadação de CFEM de valores da comercialização de areia em Pindaré-Mirim/MA, permite observar a inexistência de repasses entre os anos de 2015 e 2023, tendo o ano de 2024 um pequeno valor registrado na ordem de R\$ 424,00. Este dado é contrastante com a realidade que abastece o mercado da região com areia para emprego na construção civil, principalmente o município de Santa Inês, onde a construção civil tem forte presença.

A falta de arrecadação denota à irregularidade dos empreendimentos ou a subnotificação, que se configura como sonegação de impostos que tem impacto negativo direto sobre o meio local, pois compromete a arrecadação e inviabiliza um aporte maior de investimentos nas comunidades diretamente afetadas pela extração de areia.

De acordo com Ramadon (2024), entre os anos de 2018 e 2022, aproximadamente 35 bilhões de reais deixaram de ser arrecadados por conta da extração ilegal de areia no Brasil, ou seja, um grande prejuízo para os municípios e demais entes da Federação, que não obtiveram arrecadação com a Compensação Financeira pela Exploração de Recursos Minerais.

Ataíde (2022), cita que, além de ser uma atividade prejudicial ao meio ambiente, a extração ilegal de areia se configura como um tipo de atividade que movimenta o crime organizado, as milícias, a corrupção de alguns agentes públicos que recebem propina para não fazer denúncias e nem fiscalização nas áreas afetadas e na emissão de laudos falsos, envolvendo empresários do setor.

Diante desse cenário desafiador, convém destacar que o Estado tem obrigação legal promover maior proteção aos recursos naturais. Muito embora seja considerado um bem comum, a exploração de areia em grande escala deve acontecer dentro de um contexto de legalidade perpassando pelo licenciamento ambiental. Os órgãos de fiscalização e controle, bem como de investigação, tais como: IBAMA, Polícia Federal, Agência Nacional de Mineração (ANM), as Secretarias Estaduais e Municipais de Meio Ambiente devem sempre estar um passo à frente da criminalidade e em busca de novos mecanismos de combate à extração ilegal.

De modo geral, os resultados evidenciam que a extração de areia em Pindaré-Mirim/MA apresenta impactos ambientais, sociais, econômicos e institucionais interligados. A expansão das áreas degradadas, a percepção negativa dos moradores, a proximidade com o rio Pindaré e a baixa efetividade dos instrumentos de controle reforçam a necessidade de ações integradas de fiscalização, recuperação ambiental e participação comunitária.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente estudo teve como objetivo analisar os impactos socioambientais negativos decorrentes da extração de areia no município de Pindaré-Mirim/MA. Com base na aplicação de 200 questionários, na análise multitemporal das imagens de satélite e na interpretação dos dados ambientais e econômicos, os resultados permitiram confirmar que essa atividade tem provocado alterações na paisagem, ampliação de áreas degradadas, pressão sobre ambientes próximos ao rio Pindaré e percepção negativa dos moradores entrevistados quanto à qualidade ambiental e à efetividade da fiscalização.

Nesse sentido, a pergunta norteadora da pesquisa é respondida ao se constatar que a extração de areia impacta o ambiente e a qualidade de vida dos moradores do entorno das frentes de lavra por meio da supressão vegetal, degradação do solo, abertura de cavas, assoreamento, alteração da paisagem, poeira, ruídos e fragilidade no acompanhamento fiscalizatório. Esses elementos demonstram que os impactos da atividade não se restringem ao meio físico, mas também alcançam as condições de vida da população que convive diretamente com as frentes de exploração.

Do ponto de vista econômico e institucional, os resultados indicam fragilidade na conversão da atividade minerária em benefícios efetivos para o município e para as comunidades afetadas. Essa condição se expressa na baixa absorção da mão de obra local, na limitada arrecadação associada à atividade e na necessidade de maior atuação dos órgãos de fiscalização e controle. Dessa forma, a extração de areia em Pindaré-Mirim/MA revela-se como uma atividade que, embora vinculada à dinâmica econômica da construção civil, tem produzido efeitos negativos que exigem ações integradas de monitoramento, recuperação ambiental, controle institucional e participação comunitária.

O perfil dos moradores entrevistados contribuiu para interpretar a forma como os impactos são percebidos no cotidiano. A predominância de residentes antigos, adultos e idosos, bem como a presença de baixa escolaridade em parcela expressiva da amostra, indica que as percepções registradas estão associadas tanto à vivência prolongada no território quanto às limitações de acesso a informações técnicas sobre licenciamento, fiscalização e medidas mitigadoras. Esse contexto reforça a

necessidade de comunicação ambiental acessível, educação ambiental comunitária e maior participação social no acompanhamento da atividade minerária.

Isso se configura como problema, pois a maior parcela dos moradores relatou, que residem nas respectivas áreas há mais de dez anos e tem acompanhado de perto, os efeitos adversos, como por exemplo, citam-se: a degradação ambiental; a exclusão da comunidade em relação aos empregos gerados, falta de compensações ambientais e danos à saúde dos moradores, sobretudo problemas respiratórios. Por conta desse cenário, a relação entre a comunidade e as empresas está longe de ser ideal e necessita de melhorias substanciais, o que ficou evidente no baixo nível de satisfação dos moradores com as atividades desenvolvidas pelas empresas de extração de areia.

Outro aspecto importante ressaltado na pesquisa foram os principais tipos de degradações ambientais ocasionadas pela retirada de areia por parte das empresas, com destaque para o desmatamento nas margens do rio, a degradação do solo e o assoreamento do rio Pindaré.

Esse cenário de degradação tem afetado a qualidade de vida dos respectivos moradores e no desenvolvimento de atividades relacionadas a sua subsistência como a pesca e a agricultura familiar. Por essas razões, os moradores se veem prejudicados e ao mesmo tempo impotentes diante dessa situação, a omissão dos órgãos de fiscalização e controle contribui para que as empresas continuem atuando fora dos padrões de sustentabilidade ambiental, conforme regulamenta os dispositivos legais do atual ordenamento jurídico brasileiro.

Nessa perspectiva, alguns dos moradores questionados, foram contundentes ao afirmar que desconhecem qualquer ação de mitigação de impactos ambientais, realizada pelas empresas que atuam na região com a exploração de areia.

Registra-se que além de não agirem de forma sustentável as respectivas entidades da iniciativa privada, não possuem nenhuma atividade que viabilize benefícios sociais às comunidades afetadas. Prova disto, é que os moradores nunca participaram de nenhuma discussão ou tiveram conhecimento de resultados baseados no monitoramento das atividades mineradoras na região, ou seja, isto configura-se como exclusão da população diretamente afetada do processo de tomada de decisão e de publicidade dos impactos decorrentes no local.

Diante disso, conclui-se que não se pode falar em sustentabilidade quando não há inclusão da comunidade local e muito menos preocupação com a proteção e a

conservação do meio ambiente, mesmo que, através de ações mitigadoras, bem como o emprego de metodologias que visem minimizar os danos causados aos recursos naturais e à população residente.

Cabe ressaltar, que um dos principais problemas apontados pelos moradores foi a ausência de fiscalização e controle mais rigoroso por parte de órgãos do estado, da administração pública municipal e da união.

Os caminhos a serem apontados, são: o incentivo à realização de denúncias por parte da sociedade civil, junto aos órgãos como, Secretaria Municipal e Estadual de Meio Ambiente, para assim favorecer o conhecimento da situação por parte destes órgãos e facilitar a fiscalização e o licenciamento ambiental da atividade, e se comprovado a degradação ambiental, procedendo-se com a notificação, autuação, podendo esta transformar-se em multa.

Entidades como, o Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio Pindaré (CBH Pindaré) que é um órgão colegiado formado por representantes do poder público, dos usuários de recursos hídricos e da sociedade civil, poderá atuar monitorando a qualidade da água, nas localidades em que estiverem implantadas empresas de extração de areia, o Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais (IBAMA), que é o órgão responsável pela implantação da política nacional de meio ambiente e juntamente com as secretarias de meio ambiente estaduais e municipais, podem atuar em conjunto ou separadamente a fim de conter a degradação ambiental de empreendimentos que estejam operando na ilegalidade e fora dos padrões ambientais, o Ministério Público, que é o órgão cuja atribuição, conforme estabelecido pela Constituição Federal, é a proteção da ordem jurídica, do sistema democrático e dos interesses sociais e individuais que não podem ser renunciados.

Somando-se a todos estes órgãos cabe ainda enfatizar a Agência Nacional de Mineração (ANM), que é ligada ao Ministério de Minas e Energia, que tem como responsabilidade a regulação, a fiscalização e a promoção do setor de mineração no Brasil.

O município enfrenta uma intensa degradação ambiental decorrente da extração de areia. Embora não haja um histórico formal de conflitos, é evidente a insatisfação da comunidade local com os impactos gerados pela atividade. Os impactos da extração de areia em Pindaré-Mirim são multidimensionais, abrangendo questões ambientais, sociais e econômicas.

Do ponto de vista ambiental, observam-se a erosão do solo, a destruição de habitats aquáticos, e a poluição dos corpos d'água. Socialmente, a atividade gera insatisfação entre os moradores e problemas de saúde decorrentes, especialmente aqueles que dependem dos recursos hídricos para a pesca e agricultura. Economicamente, a degradação do ambiente local compromete os meios de subsistência tradicionais.

Um dos maiores desafios comprovados por meio das minhas experiências no licenciamento ambiental é a dificuldade de garantir a implementação efetiva das medidas mitigadoras e compensatórias descritas nos estudos ambientais.

A mensuração dos impactos é complexa, e frequentemente as empresas de extração de areia não executam os planos de recuperação de áreas degradadas (PRAD) que são exigidos durante o processo de licenciamento. Além disso, há uma falha significativa no acompanhamento e fiscalização por parte dos órgãos licenciadores, como a Agência Nacional de Mineração e as Secretarias de Meio Ambiente.

Ressalta-se que, uma das maiores dificuldades encontradas para o desenvolvimento da pesquisa, foi a falta de informações oficiais correlacionada com a extração de areia, não constando nos bancos de dados de órgãos públicos como, a Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Recursos Naturais (SEMA/MA) e a Secretaria Municipal do Meio Ambiente.

Além disso, foi fator limitante da pesquisa, os riscos inerentes às visitas nas propriedades privadas em que estão inseridas as empresas de extração de areia, sem a devida autorização dos proprietários, fato que fora minimizado com a utilização de imagens aéreas.

A metodologia adotada permitiu atender aos objetivos propostos, porque contemplou na íntegra os objetivos traçados no presente trabalho, sobretudo, no que diz respeito: à percepção dos moradores sobre o dano ambiental decorrente pela extração de areia, os impactos ambientais e econômicos que essa atividade tem ocasionado ao município de Pindaré-Mirim, e que foram evidenciados através de mapas e de dados externalizados em forma de gráficos. Dessa forma, considera-se que os objetivos da pesquisa foram alcançados.

É importante destacar que os resultados desta pesquisa estão relacionados principalmente aos moradores residentes no entorno das frentes de lavra analisadas. Assim, as conclusões refletem a realidade observada nas áreas diretamente afetadas

pela extração de areia, sendo necessário que estudos futuros ampliem esse recorte para outras localidades do município de Pindaré-Mirim/MA.

Com base nesses resultados, apresentam-se, a seguir, proposições voltadas à mitigação dos impactos socioambientais identificados.

5.1. Proposições

Diante dos resultados obtidos, são apresentadas proposições voltadas à mitigação dos impactos socioambientais identificados, mediante as problemáticas apontadas a seguir, com ênfase dada aos aspectos relacionados aos impactos ambientais ocasionados pela extração de areia, no município de Pindaré-Mirim/MA.

Devido às atuais limitações na capacidade fiscalizatória do Estado, tornam-se comuns indagações sobre a facilidade com que crimes ambientais são cometidos. Essas atividades ilícitas não apenas agredem a natureza e a população local, mas também geram um impacto econômico negativo ao município. Isso ocorre, principalmente, pelo não pagamento de impostos e contribuições essenciais, como a CFEM, o que reduz a arrecadação proveniente das empresas que exploram tais atividades em seu território.

Entretanto, destaca-se que tais sugestões servem para caracterizar algumas das demandas resultantes da pesquisa, sendo estas:

I) Cooperação Técnica entre Comitê da Bacia do Rio Pindaré e Secretaria Municipal de Meio Ambiente de Pindaré-Mirim:

A colaboração entre o Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio Pindaré e a Secretaria Municipal de Meio Ambiente de Pindaré-Mirim, representará uma ação significativa para fortalecer principalmente as políticas de educação ambiental, além de auxiliar no desenvolvimento de iniciativas para redução dos efeitos da exploração de areia na área.

A cooperação entre essas entidades permite o estabelecimento de sinergias que otimizarão a gestão ambiental da região, com o objetivo de promover o uso sustentável dos recursos naturais.

Dentro desse cenário, o ideal seria a criação de um plano de atividades colaborativas que deveria focar em três pilares essenciais:

Sendo o primeiro pilar, a supervisão das operações de extração: o acompanhamento constante das atividades de extração de areia, por meio de

inspeções regulares e análise de dados relacionados ao licenciamento ambiental, é fundamental para assegurar que a legislação vigente seja respeitada. A combinação das informações da Secretaria com as do comitê possibilitará uma avaliação mais detalhada das operações e a detecção de possíveis irregularidades, como a falta de licenças ou a execução de atividades em regiões protegidas.

O segundo pilar, a criação e implementação de um plano de educação ambiental na comunidade: a promoção da consciência ambiental entre os habitantes da região é essencial para a proteção do meio ambiente e para o avanço da sustentabilidade.

A colaboração entre diferentes entidades pode facilitar a realização de campanhas informativas, oficinas e eventos comunitários que alertem sobre os efeitos da extração de areia no ambiente, além de destacar a importância da preservação da Bacia Hidrográfica do Rio Pindaré. A inclusão de escolas, associações de moradores e outros grupos sociais da área se faz crucial para o êxito dessas ações.

O terceiro pilar, a elaboração de um plano estratégico semestral: por meio da análise dos resultados das atividades de fiscalização e educação ambiental, será viável desenvolver um plano estratégico semestral que guiará as próximas intervenções. A definição de objetivos específicos e a criação de indicadores de desempenho possibilitarão o acompanhamento regular das ações, promovendo uma gestão ambiental mais eficiente e sustentável.

É importante ressaltar que a Secretaria Municipal de Meio Ambiente desempenhará uma função fundamental ao fornecer informações abrangentes sobre o licenciamento ambiental dos projetos de extração de areia. O fornecimento de informações ao Comitê permitirá uma avaliação mais precisa e cuidadosa das ações realizadas na área, promovendo assim a transparência e tornando as decisões fundamentadas e seguras.

II) Melhoria da Fiscalização e Cumprimento Legal:

Propor o fortalecimento da fiscalização por parte dos órgãos ambientais responsáveis, como a Secretaria Municipal de Meio Ambiente e Agência Nacional de Mineração, para garantir que as empresas se regularizem, executem as medidas listadas nos estudos ambientais solicitados, cumpram o Plano de Recuperação de Área Degradadas (PRAD), após encerramento da atividade e as normas ambientais exigidas para a extração de areia

Constatou-se através da pesquisa que, crimes e danos ambientais relacionados à mineração de areia poderiam ser evitados através de uma atuação mais eficaz dos órgãos de fiscalização e controle no exercício de suas funções.

III) Criar um sistema de avaliação e monitoramento:

Essa proposta se implementada facilitará a aquisição de dados e informações concretas sobre os impactos causados pela exploração de areia no município de Pindaré-Mirim/MA, trazendo um melhor direcionamento de políticas públicas e facilitando estratégias de ações mitigadoras de impacto socioambientais, por parte das empresas. Isso permitirá a criação de um banco de dados para acompanhamento facilitado com informações atualizadas, tendo em vista a importância da prevenção e do uso sustentável dos recursos naturais.

As recomendações e sugestões aqui expostas, representam ações de uma agenda muito mais ampla, e que ainda precisa de condução articulada entre os órgãos dos governos, incluindo a parte mais interessada que é a comunidade, para que assim, possamos salvaguardar o meio ambiente dos resultados negativos que são impostos pelas ações criminosas da extração ilegal e desordenada de areia em Pindaré-Mirim e que poderá ser estendida a pesquisas futuras aplicáveis nos demais municípios do Estado do Maranhão e a nível Brasil.

IV) Integração das Secretarias Municipais, ao SIGLA-SEMA

O Sistema Integrado de Gerenciamento de licenciamento Ambiental (SIGLA), é a plataforma virtual que recebe os processos de licenciamento ambiental que são de competência do estado, o acesso se dá mediante o cadastro do empreendedor responsável legal por empresas, podendo este cadastro ser efetuado por qualquer dos sócios com seu CPF, o empreendedor recebe uma senha e através desta senha acessa a plataforma onde irá proceder com o cadastro da empresa ou das empresas que estejam vinculadas ao seu CPF, para assim incluir os documentos do licenciamento ambiental.

O SIGLA abriga também os checklists para que o empreendedor saiba quais documentos serão necessários para entrada no processo de licenciamento ambiental.

Figura 42 - Plataforma SIGLA: Sistema Integrado de Gerenciamento de Licenciamento e Autorização Ambiental



SEMA
LICENCIAMENTO AMBIENTAL

Módulo Empreendedor

Para solicitar e acompanhar os requerimentos de Licenciamento Ambiental é necessário acessar o Módulo Empreendedor. Se você já se cadastrou, por favor, digite abaixo seu CPF e senha, caso ainda não, preencha o formulário de cadastramento e registre-se.

Acesso

CPF:

Senha:

[Acessar](#)

[Esqueci minha senha](#)

Registro

Caso você ainda não esteja cadastrado, digite o seu CPF e clique no botão REGISTRAR. Após preencher o formulário você receberá um e-mail com instruções para acessar o Módulo Empreendedor.

CPF:

[Registrar](#)

Copyright© 2017 SEMA/MA - Todos os direitos reservados. Conteúdo protegido pela Lei 9.610 de 19.02.1998.

Fonte: Maranhão/SEMA-MA (2025).

A Implantação do uso obrigatório do Sistema Integrado de Gerenciamento de Licenciamento Ambiental (SIGLA), pelos municípios do Estado do Maranhão que detém ou irão deter habilitação através do Termo de Capacidade Técnica Institucional da secretaria Estadual de meio ambiente e Recursos Naturais (SEMA), que é o documento que dá poderes às secretarias municipais de meio ambiente para emissão de licenças ambientais.

O Quadro 7, propõe um novo fluxo processual desde o requerimento, checklist de documentos, análise e emissão das licenças deverá ocorrer no ambiente virtual do SIGLA, a Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Recursos Naturais (SEMA), receberá os processos, e gerará número de protocolo, a equipe técnica responsável pela análise dos documentos pertencentes ao procedimento administrativo que é o licenciamento ambiental, será a equipe da secretaria municipal uma vez comprovada a sua habilitação e capacidade técnica.

Isso tornará padronizado os procedimentos, fornecendo checklists atualizados, aumentará a transparência em cada fase do licenciamento, uma vez que os documentos ficarão inseridos no banco de dados da Secretaria Estadual, podendo ser

consultado a qualquer momento pelo órgão municipal, também reduzirá as fraudes e emissão de licenças irregulares, inibindo a liberação de licenças sem estudos ambientais e sem o devido cumprimento do processo legal.

Complementar a isso, a sociedade terá acesso ao módulo público do SIGLA, onde as licenças concedidas pelo município, poderão ser consultadas cumprindo o princípio da publicidade e garantindo controle social, como consta na resolução CONAMA 237/1997.

Quadro 7 - Fluxo operacional proposto

Etapas	Responsável	Descrição resumida
1. Protocolo digital	SEMA (Central de Protocolo)	Recebimento do requerimento e geração do número do protocolo e do processo.
2. Distribuição	SEMA	Vinculação automática ao órgão ambiental municipal
3. Análise técnica	Equipe municipal	Análise técnica dos documentos, incluindo estudos ambientais
4. Parecer jurídico municipal	Procuradoria local	Parecer de regularidade jurídica dos documentos do licenciamento ambiental
5. Emissão de licença	Secretário(a) Municipal	Assinatura digital e envio da licença assinada ao empreendedor ou representante legal
6. Auditoria amostral	SEMA	Realização de auditoria amostral dos processos, especialmente quando houver provocação de órgãos de controle ou indícios de inconsistência documental.

Fonte: Elaborado pelo autor (2025)

Esta proposição, se implementada, tende a melhorar o licenciamento ambiental, eliminando protocolos físicos e utilização de papel, permitirá um melhor controle dos órgãos ambientais, fornecendo uma visão ampla dos licenciamentos nos territórios municipais, isso permitirá que sejam planejadas ações corretivas.

Um outro resultado importante será a facilitação da consulta para que qualquer cidadão possa validar on-line, as licenças ambientais, isso favorece a governança no sentido que os atores envolvidos obterão informações precisas e verdadeiras, uma vez que o próprio portal se define como “Observatório do Licenciamento Ambiental” no Estado do Maranhão.

O uso do Sistema Integrado de Gerenciamento de Licenciamento Ambiental (SIGLA) pode contribuir para tornar os processos de licenciamento mais padronizados, transparentes e fáceis de acompanhar. No caso da extração de areia em Pindaré-Mirim/MA, essa ferramenta pode ajudar no controle das licenças, das condicionantes e dos documentos apresentados pelos empreendedores, fortalecendo o acompanhamento por parte dos órgãos ambientais competentes.

REFERÊNCIAS

- ABREU, B. V. **Estudos hidrológicos da bacia do Rio Pindaré-Mirim**. Rio de Janeiro: UFRJ/Escola Politécnica, 2013. Disponível em: <https://monografias.poli.ufrj.br/monografias/monopoli10008376.pdf>. Acesso em: 28 out. 2024.
- Agência Nacional De Mineração (ANM). **Arrecadação CFEM – Alíquotas por substância**. Brasília, DF: ANM, s.d. Disponível em: https://sistemas.anm.gov.br/arrecadacao/extra/Relatorios/arrecadacao_cfem.aspx. Acesso em: 20 ago. 2023.
- Agência Nacional De Mineração (ANM). **Compensação Financeira pela Exploração Mineral – CFEM (Perguntas frequentes)**. Brasília, DF: ANM, s.d. Disponível em: <https://www.gov.br/anm/pt-br/aceso-a-informacao/perguntas-frequentes/contribuicao-financeira-pela-exploracao-mineral-2013-cfem>. Acesso em: 20 ago. 2023.
- ALVES, Francisco. **Brasil mineral: mineração x comunidades, o que priorizar?** Agência Nacional das Empresas de Comunicação. Rio de Janeiro/RJ, nov./2017.
- ALVES, Murilo S. da. **Mineração: realidades e resistências**. São Paulo/SP: Expressão Popular, 2020.
- ANNIBELLI, M.B.; SOUZA FILHO, C.F.M. **Mineração de Areia e seus Impactos Sócio-Econômico-Ambientais**. In: Congresso Nacional do CONPEDI, 16, 2007, Belo Horizonte. Anais do XVI Congresso Nacional do CONPEDI, 2007.
- ARÁOZ, Horacio Machado. **Mineração, genealogia do desastre: o extrativismo na América como origem da modernidade**. São Paulo, SP: Elefante, 2020.
- ARAÚJO, Eliane R. **Atividade mineradora gera riqueza e impactos negativos nas comunidades e no meio ambiente**. Rio Janeiro/RJ: CTEM, 2015.
- ARAÚJO, Sarah Carneiro. **Competência em matéria de licenciamento ambiental: do conflito à solução?**. *R. Fac. Dir.*, Fortaleza, v. 34, n. 1, p. 499-538, jan./jun. 2013.
- ARCE, A.; CAMPELO, F. M. A. C.; MOURA D. H. L.; RIGOTI, C. A.; SCHUAB, F. B. **Bacia do Parnaíba: Uma Revisão Estratigráfica, Tectônica, Estrutural e Sistemas Petrolíferos. 2006**. 84 f. Trabalho Final de Curso (Curso de Especialização em Projeto de Análise de Bacias: Módulo Geologia do Petróleo). Faculdade de Geologia, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2006.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 6502: rochas e solos: terminologia. Rio de Janeiro: ABNT, 1995.
- ATAÍDE, Pedro. **Direito minerário**. 4. ed. rev., atual. e ampl. Salvador: Editora JusPODIVM, 2022.
- BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. Trad. Luís Antero Reto, Augusto Pinheiro. São Paulo: Edições 70, 2011.
- BATISTA, Diogo Lins. **Quelônios da Formação Itapecuru (Cretáceo Inferior), Bacia do Parnaíba**. 2009. xii, 55 f. Dissertação (Mestrado em Geologia) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Instituto de Geociências, Programa de Pós-graduação em Geologia, Rio de Janeiro, 2009.

BRADFORD, N. **Territory and local development: a place-based perspective.** [S.l.]: Chantier de l'économie sociale, 2011. 28 p. (Working Paper). Disponível em: https://base.socioeco.org/docs/fiess_wp_territory-and-local-development_oct.-201113.pdf. Acesso em: 18 jul. 2024.

BRASIL, Ministério de Minas e Energia. **Relatório da mineração no Brasil.** Brasília/DF, 2022.

BRASIL. AGÊNCIA NACIONAL DE MINERAÇÃO (ANM). **Arrecadação da CFEM por substância a partir de 2004. Sistema Arrecadação** – CFEM. Brasília: ANM, [s.d.]. Disponível em: https://sistemas.anm.gov.br/arrecadacao/extra/relatorios/arrecadacao_cfem_substancia.aspx . Acesso em: 18 jul. 2025

BRASIL. Agência Nacional de Mineração. CFEM - **Compensação Financeira pela Exploração Mineral.** Disponível em: <https://www.gov.br/anm/pt-br/assuntos/arrecadacao/cfem>. Acesso em: 12 out. 2024.

BRASIL. Agência Nacional de Mineração. **Informe Mineral: 3º trimestre de 2023.** Brasília, DF: ANM, 2023. 12 p. Disponível em: https://www.gov.br/anm/pt-br/assuntos/economia-mineral/publicacoes/informe-mineral/publicacoes-nacionais/informe_03tri2023.pdf. Acesso em: 3 maio 2024.

BRASIL. Conselho Nacional de Saúde. Resolução nº 466, de 12 de dezembro de 2012. **Aprova diretrizes e normas regulamentadoras de pesquisas envolvendo seres humanos.** Brasília, DF: Conselho Nacional de Saúde, 2012.

BRASIL. CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE (CONAMA). **Resolução nº 237, de 19 de dezembro de 1997. Dispõe sobre a revisão e complementação dos procedimentos e critérios utilizados para o licenciamento ambiental.** Diário Oficial da União: Seção 1, Brasília, DF, n. 248, p. 30873-30874, 22 dez. 1997.

BRASIL. **Constituição da República Federativa do Brasil de 1988.** Brasília, DF: Senado Federal, 1988.

BRASIL. Decreto n.º 1, de 11 de janeiro de 1991. **Regulamenta o pagamento da compensação financeira instituída pela Lei n.º 7.990, de 28 de dezembro de 1989, e dá outras providências.** Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, 14 jan. 1991. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/1990-1994/d0001.htm legis.senado.leg.br+7planalto.gov.br+7tcm.ba.gov.br+7. Acesso em: 30 jul. 2025.

BRASIL. Decreto nº 11.659, de 23 de agosto de 2023. **Regulamenta o disposto no inciso VII do § 2º, no § 3º e no § 5º do art. 2º da Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990, para estabelecer o percentual de distribuição de Compensação Financeira pela Exploração de Recursos Minerais.** Diário Oficial da União, Brasília, DF, 24 ago. 2023. Seção 1, p. 1-2. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2023-2026/2023/decreto/d11659.htm. Acesso em: 9 ago. 2024.

BRASIL. Decreto nº 9.406, de 12 de junho de 2018. **Regulamenta o Código de Mineração.** Disponível em: Planalto/ANMlegis. Acesso em: 23 ago. 2023

BRASIL. Decreto-Lei nº 227, de 28 de fevereiro de 1967. **Código de Mineração.** Brasília, DF: Presidência da República, 1967. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto-lei/del0227.htm. Acesso em: 22 mai. 2023.

BRASIL. Departamento Nacional de Produção Mineral. **Etapas das principais atividades extrativista de mineração no Brasil**. Brasília/DF, 2018.

BRASIL. Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional (IPHAN). Instrução Normativa nº 1, de 25 de março de 2015. **Estabelece procedimentos administrativos a serem observados pelo IPHAN nos processos de licenciamento ambiental dos quais participe**. Brasília, DF, 2015.

BRASIL. Lei Complementar nº 140, de 8 de dezembro de 2011. **Fixa normas, nos termos do art. 23 da Constituição Federal, para a cooperação entre União, Estados, Distrito Federal e Municípios nas ações administrativas de proteção ambiental e altera a Lei nº 6.938/1981**. Brasília, DF: Presidência da República, 2011. Disponível em: **Planalto**. Acesso em: 17 ago. 2024.

BRASIL. Lei Federal Nº 9.985, de 18 de julho de 2000. **Regulamenta o art. 225, § 1o, incisos I, II, III e VII da Constituição Federal, institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza e dá outras providências**. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9985.htm . Acesso em: 22 set. 2024.

BRASIL. Lei nº 13.540, de 18 de dezembro de 2017. **Altera as Leis nº 7.990/1989 e nº 8.001/1990 (CFEM)**. Brasília, DF: Presidência da República, 2017. Disponível em: Planalto. Acesso em: 27 ago. 2023.

BRASIL. Lei nº 13.575, de 26 de dezembro de 2017. **Cria a Agência Nacional de Mineração – ANM**. Disponível em: Planalto/MME. Acesso em: 27 ago. 2025.

BRASIL. Lei nº 6.567, de 24 de setembro de 1978. **Dispõe sobre regime especial para exploração e o aproveitamento das substâncias minerais que especifica e dá outras providências**. Disponível em: www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/l6567.htm. Acesso em: 27 de maio de 2024

BRASIL. **Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981**. Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências. Brasília, DF: Presidência da República, 1981.

BRASIL. Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989. **Institui, para os Estados, Distrito Federal e Municípios, compensação financeira pelo resultado da exploração de petróleo ou gás natural, de recursos hídricos para fins de geração de energia elétrica, de recursos minerais em seus respectivos territórios, plataforma continental, mar territorial ou zona econômica exclusiva, e dá outras providências**. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, 29 dez. 1989. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l7990.htm. Acesso em: 10 jan. 2025.

BRASIL. **Lei nº 9.314, de 14 de novembro de 1996**. Altera dispositivos do Decreto-Lei nº 227, de 28 de fevereiro de 1967, e dá outras providências. Brasília, DF: Presidência da República, 1996.

BRASIL. **Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997**. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal e altera o art. 1º da Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990. Brasília, DF: Presidência da República, 1997.

BRASIL. Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998. **Dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio**

ambiente, e dá outras providências. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, ano 136, n. 32, p.1, 13 fev. 1998. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9605.htm. Acesso em: 30 jun. 2024.

BRASIL. Ministério de Portos e Aeroportos. **Bacia do Nordeste.** Brasília, DF: Ministério de Portos e Aeroportos, 2014. Atualizado em: 17 jan. 2023. Disponível em: <https://www.gov.br/portos-e-aeroportos/pt-br/assuntos/conteudo/portos-e-transporte-aquaviario/bacia-nordeste>. Acesso em: 22 abr. 2025.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente e Mudança do Clima. **A Convenção de Ramsar.** Brasília, DF: Ministério do Meio Ambiente e Mudança do Clima, [s.d.]. Disponível em: <https://www.gov.br/mma/pt-br/assuntos/biodiversidade-e-biomas/biomas-e-ecossistemas/areas-umidas/a-convencao-de-ramsar-1>. Acesso em: 16 ago. 2024.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente e Mudança do Clima. **Sítios Ramsar brasileiros.** Brasília, DF: Ministério do Meio Ambiente e Mudança do Clima, 2025. Disponível em: <https://www.gov.br/mma/pt-br/assuntos/biodiversidade-e-biomas/biomas-e-ecossistemas/areas-umidas/sitios-ramsar-brasileiros>. Acesso em: 3 dez 2025..

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Sítio Ramsar APA da Baixada Maranhense - MA: planejamento para o sucesso de conservação.** Brasília: Ministério do Meio Ambiente, Secretaria de Biodiversidade e Florestas, 2007. Disponível em: https://www.gov.br/mma/pt-br/assuntos/biodiversidade-e-biomas/ecossistemas/areas-umidas/publicacoes/baixada_maranhense.pdf. Acesso em: 22 set. 2024.

BRASIL. Portaria Interministerial nº 60, de 24 de março de 2015. **Estabelece procedimentos para atuação dos órgãos e entidades da Administração Pública Federal em processos de licenciamento ambiental conduzidos pelo IBAMA.** Diário Oficial da União, Brasília, DF, 25 mar. 2015.

CALDERANO FILHO, Braz. et al. **Caracterização de pedoambientes da mesorregião oeste maranhense, microrregião de Pindaré sob diferentes níveis de pastagens.** São Luís/MA: EMBRAPA Cocais, 2018.

CAMPBELL, O.E. ALMEIDA, LA. e SILVA, S. O. 1949. **Relatório preliminar sobre a geologia da bacia do Maranhão.** Boletim do Conselho Nacional do Petróleo. Rio de Janeiro, 1, 160 p.

CANTO, Eduardo Leite do. **Minerais, minérios, metais: de onde vêm? para onde vão?** Moderna, São Paulo, 1997.

CARVALHO, Carlos. **Métodos e técnicas de pesquisas.** Rio de Janeiro/RJ, Guanabara, Kopgan, 2015.

CASTRO, Eduardo Caetano. **Despesas com pessoal e responsabilidade fiscal nos municípios mineradores de Minas Gerais.** 2022. 74 p. Dissertação (Mestrado Profissional em Administração Pública) – Instituto Brasileiro de Ensino, Desenvolvimento e Pesquisa, Brasília, DF, 2022.

COELHO, Yuri C. M. **Mineração, ambiente e sociedade: a percepção de moradores de Ourém, Pará.** Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de

Pós-graduação em Ciências Ambientais. Universidade Estadual do Pará – UEPA. Belém/PA, 2018. 138p.

CONGALTON, R. G.; GREEN, K. **Assessing the Accuracy of Remotely Sensed Data: Principles and Practices**. 2. ed. Boca Raton: CRC Press, 2009. ISBN 978-1-4200-5512-2. Disponível em: <https://www.geokniga.org/bookfiles/geokniga-assessingtheaccuracyofremotelysenseddata.pdf>. Acesso em: 9 jun. 2025.

CONVENTION ON WETLANDS. **Ramsar Sites Information Service — RSIS**. Gland, Switzerland: Secretariat of the Convention on Wetlands, 2026. Disponível em: <https://rsis.ramsar.org/>. Acesso em: 3 maio 2026.

CORREIA FILHO, Francisco Lages; GOMES, Érico Rodrigues; NUNES, Ossian Otávio; LOPES FILHO, José Barbosa. **Projeto Cadastro de Fontes de Abastecimento por Água Subterrânea, Estado do Maranhão: relatório diagnóstico do município de Pindaré-Mirim**. Teresina: CPRM - Serviço Geológico do Brasil, 2011.

COSTA, Maria Zenaide. **A festa em Pindaré-Mirim: nos trilhos da história a afirmação de uma identidade**. 2008. 274 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Sociais) – Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2008. Disponível em: <https://repositorio.pucsp.br/jspui/handle/handle/3928>. Acesso em: 17 mar. 2024.

CRESWELL J.W, CLARK V.L.P, **Designing and Conducting Mixed Methods Research**. 2. ed. Thousand Oaks: SAGE, 2011.

CUNHA, André. **Metodologia do trabalho científico: teoria e prática**. Curitiba/PR: Juruá, 2018.

DAHAM, A. et al. **Sand mining across the Ganges-Brahmaputra-Meghna Catchment; assessment of activity and implications for sediment delivery**. Environ. Res. Lett., v. 19, n. 084030, 2024

DESTEFENNI, Marcos. **Direito Penal e Licenciamento Ambiental**. São Paulo: Memória Jurídica, 2004.

DOURADO, José Ribamar; BOCLIN, Roberto Guimarães. **A indústria do Maranhão: um novo ciclo**. Brasília: IEL, 2008. 195 p.

DUARTE, D. R. et al. **Conexão entre pessoas e ambiente: uma revisão de literatura sobre topofilia**. Oculum Ensaios, v. 18, e214706, 2021.

FALEIRO, Flávio Fernandes; LOPES, Luciana Maria. **Aspectos da mineração e impactos da exploração de quartzito em Pirenópolis-GO**. Ateliê Geográfico, Goiânia, v. 4, n. 11, p. 148-162, ago. 2010.

FARIAS, Talden. **Licenciamento ambiental: aspectos teóricos e prática**. Belo Horizonte/MG: Fórum, 2018.

FERREIRA, A. P.; CAMPELLO, E. F. C.; FRANCO, A. A.; RESENDE, A. S. de. **Uso de leguminosas arbóreas fixadoras de nitrogênio na recuperação de áreas degradadas pela mineração de areia no Pólo Produtor de Seropédica/Itaguaí**. Seropédica, RJ: Embrapa Agrobiologia, 2007. 31 p. (Documentos, 236). Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/628434/uso-de-leguminosas-arboreas-fixadoras-de-nitrogenio-na-recuperacao-de-areas>

degradadas-pela-mineracao-de-areia-no-polo-produtor-de-seropedicaitaguai. Acesso em: 10 mai. 2025.

FERREIRA, Maria O. P. B. **mineração e sustentabilidade: uma análise dos requisitos necessários para uma mineração sustentável**. Trabalho de Conclusão de Curso apresentado a Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC, Florianópolis/SC, 2022. p. 1 – 14.

FERREIRA, Patrick L, de Castro Rocha. **Impactos ambientais e a possibilidade de implantação do sistema de gestão ambiental (NBR ISO 14001:2004) em uma mineração de agregados**. 2013. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte/MG, 2013. p. 66.

FRANCISCHETT, Mafalda Nesi; BIZ, Ana Claudia. **O mapa hipsométrico no estudo dos continentes**. Signos Geográficos, Goiânia, v. 2, p. 1-25, 2020. Disponível em: www.revistas.ufg.br/signos. Acesso em: 10 maio 2025.

Gallagher Louise. Peduzzi Pascal. **Sand and sustainability: finding new solutions for environmental governance of global sand resources**. 2019. (disponível em: https://unepgrid.ch/storage/app/media/documents/Sand_and_sustainability_UNEP_2019.pdf)

GALVÃO, M. C. B.; PLUYE, P.; RICARTE, I.L.M. **Métodos de pesquisa mistos e revisões de literatura mistas: conceitos, construção e critérios de avaliação**. InCID: R. Ci. Inf. e Doc., Ribeirão Preto, v. 8, n. 2, p. 4-24, 2017. Disponível em: <http://www.revistas.usp.br/incid/article/view/121879>. Acesso em: 9 jun. 2025

GAMA, Marcus F. F. et al. **Diagnóstico da degradação ambiental em áreas de extração de argila em Marabá – PA**. Revista Agrossistemas. Vol 9, nº 1, Belém/PA, 2017. p. 45 – 61

Geolnra USP. **Estudo aponta as relações entre a cobertura vegetal e eventos de instabilidade na região da bacia do rio Pindaré**. São Paulo: Universidade de São Paulo, 2025. Disponível em: sites.usp.br/geoinfrausp. Acesso em: 27 ago. 2025.

GERMANI, Darcy José. **A Mineração no Brasil, Relatório Final**. Rio de Janeiro: Maio, 2002. 79p.

GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 7. ed. São Paulo: Atlas, 2017.

GIL, Antônio C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 5º Ed. São Paulo:/SP Atlas, 2010.

GLOBAL FINANCIAL INTEGRITY. **Transnational Crime and the Developing World**. Washington, DC: Global Financial Integrity, 2017. Disponível em: https://www.gfintegrity.org/wp-content/uploads/2017/03/Transnational_Crime-final.pdf. Acesso em: 3 nov 2024.

GLOBOPLAY. JMTV 1ª Edição. **Moradores do povoado Santa Helena denunciam a retirada de areia na margem do Rio Pindaré**. Globoplay, 2025. Disponível em: <https://globoplay.globo.com/v/2382543/>. Acesso em: 17 jun. 2025.

Góes, A.M.O. e Feijó, F.J. 1994. **Bacia do Parnaíba**. Boletim de Geociências da Petrobras, 8(1): 57-68.

GOMES, David Ferreira. **A degradação ambiental como consequência da ação humana**. Florense, Rio de Janeiro/RJ, 2019.

GOMES, Marco A. F. et al. **Aspectos qualitativos da água do rio Pindaré na Amazônia Maranhense**. Revista Terceira Margem Amazônia. Vol. 8, nº 19. 2023. p. 239 – 255.

GONÇALVES, Lilian D. P. **Alterações socioambientais provocadas pela exploração mineral no garimpo de Caxias, município de Luís Domingues/MA**. Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-graduação em Geografia, Natureza e Dinâmica do Espaço. Universidade Estadual do Maranhão – UEMA. São Luís/MA, 2018. 174p.

GONÇALVES, R. A.; CARVALHO, I. S. **Contribuição ao estudo da sedimentação da Formação Itapecuru - região de Itapecuru-Mirim, bacia do Parnaíba (Cretáceo Inferior) - Maranhão - Brasil**. Revista de Geologia, v. 9, p. 75- 81, 1996.

GOVERNO ESTADUAL DO MARANHÃO. Assembleia Legislativa. **Lei nº 5.405/1992 – Código de Proteção do Meio Ambiente do Estado do Maranhão**. São Luís/MA. 1992.

GUEDES, Narlana A. L. et al. **Desenvolvimento sustentável e barragens e rejeitos de mineração: a possibilidade de tributação ambiental para a sustentabilidade da indústria da mineração**. Revista Ibero-Americana de Humanidade, Ciência e Educação – REASE. Vol. 8, nº 5. São Paulo/SP, 2022. p. 1626 – 1648.

GUIMARÃES, Carolina L; MILANEZ, Bruno. **Mineração, impactos locais e os desafios da diversificação: revisitando Itabira**. Revista Desenvolvimento e Meio Ambiente da UFPR. Vol. 41, nº 1. Curitiba/PR. ago./2017.

HACKNEY, Christopher R. et al. **Sand mining far outpaces natural supply in a large alluvial river**. Earth Surf. Dynam., v. 9, p. 1323-1334, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.5194/esurf-9-1323-2021>. Acesso em: 9 jun 2025

HARVARD UNIVERSITY. Center for International Development. **Atlas of Economic Complexity: Who exported Natural sands in 2023**. 2023. Disponível em: <https://atlas.cid.harvard.edu/explore/treemap?reporter=group-1&product=product-hs92-855>. Acesso em: 15 jul. 2025.

HUMMON, DAVID. 1992. **"Community Attachment: Local Sentiment and Sense of Place."** Pp. 253-278 in Place Attachment, edited by Irwin Altman and Setha Low. New York: Plenum

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística).. **Censo Populacional Brasileiro**. Rio de Janeiro/RJ, 2024.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Bioma predominante por município – 2024 (planilha)**. Rio de Janeiro: IBGE, 2024. Disponível em: geoftp.ibge.gov.br. Acesso em: 27 ago. 2025.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Bioma predominante por município para fins estatísticos (nota explicativa)**. Rio de Janeiro: IBGE, 2024. Disponível em: agenciadenoticias.ibge.gov.br (PDF). Acesso em: 27 ago. 2025.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Enciclopédia dos Municípios Brasileiros**. Rio de Janeiro,. Planejada e orientada por Jurandyr Pires Ferreira. Rio de Janeiro, 1959.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Manual técnico de pedologia**. 2. ed. Rio de Janeiro: IBGE, 2015. Disponível em: PDF aberto / registro bibliográfico. Acesso em: 27 ago. 2025.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Manual técnico de geomorfologia**. 2. ed. Rio de Janeiro: IBGE, 2009. Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/index.php/biblioteca-catalogo?id=281612&view=detalhes>. Acesso em: 10 maio 2025.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Panorama: Pindaré-Mirim (MA)**. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/ma/pindare-mirim/panorama>. Acesso em: 20 dez. 2024.

IBRAM - INSTITUTO BRASILEIRO DE MINERAÇÃO. **Desempenho da mineração 2024**. Brasília, DF, 2024. Disponível em: https://ibram.org.br/noticia/desempenho_da_mineracao_2024/. Acesso em: 7 jun. 2025.

IBRAM – Instituto Brasileiro de Mineração. O que é a CFEM? Brasília, DF: IBRAM, 2018. Disponível em: <https://ibram.org.br/wp-content/uploads/2018/09/cfem-nov2018-1.pdf>. Acesso em: 20 ago. 2023.

INSTITUTO SOCIOAMBIENTAL (ISA). **Área de Proteção Ambiental Baixada Maranhense**. [S.l.]: ISA, [s.d.]. Disponível em: <https://uc.socioambiental.org/arp/785>. Acesso em: 27 ago. 2024.

INTERNATIONAL RIVERS. **Ganges-Brahmaputra-Meghna**. [S. l.]: International Rivers, 2025. Disponível em: <https://www.internationalrivers.org/where-we-work/asia/ganges-brahmaputra-meghna/>. Acesso em: 9 jul. 2025.

JACKSON, JOHN BRINCKERHOFF. **A sense of place, a sense of time**. New Haven: Yale University Press. 1994.

JENSEN, J. R. **Remote Sensing of the Environment: An Earth Resource Perspective**. 2. ed. Upper Saddle River: Prentice Hall, 2007.

JUNK, W. J. et al. **Brazilian wetlands: their definition, delineation, and classification for research, sustainable management, and protection**. Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems, v. 24, n. 1, p. 5-22, fev. 2014.

KLEIN, E. L.; SOUSA, C. S. **Geologia e Recursos Minerais do Estado do Maranhão: Sistema de Informações Geográficas – SIG: texto explicativo dos mapas Geológico e de Recursos Minerais do Estado do Maranhão. Escala 1:750.000**. Belém: Serviço Geológico do Brasil – CPRM, 2012.

KOEHNKEN, L.; RINTOUL, M. **Impacts of Sand Mining on Ecosystem Structure, Process and Biodiversity in Rivers**. [S. l.]: WWF Review, 2018. 159 p.

LAKATOS, Eva. **Técnicas de pesquisa: planejamento e execução, amostragens e técnicas, elaboração, análise e interpretação de dados**. Rio de Janeiro/RJ: Vozes, 2016.

LEAL FILHO, W.; HUNT, J.; LINGOS, A.; PLATJE, J.; VIEIRA, L. W.; WILL, M.; GAVRILETEA, M. D. **The Unsustainable Use of Sand: Reporting on a Global Problem. Sustainability**, [S. l.], v. 13, n. 6, p. 3356, 2021. DOI: 10.3390/su13063356. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2071-1050/13/6/3356>. Acesso em: 15 jun. 2025.

LIMA, V. C. et al. **O solo no meio ambiente: abordagem para professores do ensino fundamental e médio e alunos do ensino médio**. Curitiba: Universidade Federal do Paraná, Departamento de Solos e Engenharia Agrícola. 130 p. 2007.

LIMA, Elisângela M. **Doenças respiratórias associadas à atividade de mineração no município de Parelhas, região do seridó norte-riograndense**. Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-graduação em desenvolvimento e Meio Ambiente, Universidade Federal do Rio Grande do Norte – UFRN. Natal/RN, 2009. 126p.

LISBOA, Miguel Arrojado R. **The Permian Geology of Northern Brazil**. American Journal of Science, v. 37, n. 221, p. 425-434, maio 1914.

LOW, Setha M. **Symbolic Ties that Bind: Place Attachment in the Plaza**. In: ALTMAN, Irwin; LOW, Setha M. (ed.). **Place Attachment**. New York: Plenum Press, 1992. p. 165-186.

LUZ, A. B.; ALMEIDA, S. L. M. de. Capítulo 10: **Operações de lavra de areia**. In: **MANUAL DE AGREGADOS PARA CONSTRUÇÃO CIVIL**. 2. ed. Rio de Janeiro: CETEM/MCTI, 2012. p. 183-193. Disponível em: [manual_de_agregados_para_construcao_civil.pdf](#). Acesso em: 29 abr. 2025.

LUZ, A. B.; SAMPAIO, J. A.; FRANÇA, S. C. (org.). **Tratamento de Minérios**. 5. ed. Rio de Janeiro: CETEM/MCT, 2010. Disponível em: <https://mineralis.cetem.gov.br/handle/cetem/712>. Acesso em: 22 out. 2024.

MAGNO, Lucas. **Espacialidade e identidade política dos atingidos por mineração no Brasil: teorias, escalas e estratégias**. Tese de doutorado apresentado ao Programa de Pós-graduação em Geografia. Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC. Florianópolis/SC, 2017. 382p.

MANZATO, Antonio José; SANTOS, Adriana Barbosa. **A elaboração de questionários na pesquisa quantitativa**. Departamento de Ciência de Computação e Estatística - IBILCE - UNESP, [s.d.]. p. 1-17. Disponível em: https://www.inf.ufsc.br/~vera.carmo/Ensino_2012_1/ELABORACAO_QUESTIONARIOS_PESQUISA_QUANTITATIVA.pdf. Acesso em: 9 jun. 2025.

MARANHÃO. Conselho Estadual de Meio Ambiente (CONSEMA). **Resolução nº 043/2019, de 11 de outubro de 2019**. Define as atividades, obras e empreendimentos que causam ou possam causar impacto ambiental local e dá outras providências. São Luís: Diário Oficial do Estado, p. 17, 17 out. 2019. Disponível em: https://sema.ma.gov.br/uploads/sema/docs/RESOLU%C3%87%C3%83O_N%C2%BA_43_CONSEMA.LICENCIAMENTO_.pdf. Acesso em: 25 jun. 2024.

MARANHÃO. Decreto nº 11.900, de 11 de junho de 1991. **Cria a Área de Proteção Ambiental da Baixada Maranhense**. São Luís: DOE/MA, 1991. Disponível em: <https://uc.socioambiental.org/anexos/303_20100823_145738.pdf>. Acesso em: 25 mar. 2024.

MARANHÃO. Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Recursos Naturais. **SIGLA: Sistema Integrado de Gerenciamento de Licenciamento Ambiental: módulo público**. São Luís: SEMA-MA, [s.d.]. Disponível em: <https://sigla.sema.ma.gov.br/sigla/>. Acesso em: 15 maio 2025.

MARANHÃO. Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Recursos Naturais. **SIGLA: Sistema Integrado de Gerenciamento de Licenciamento e Autorização Ambiental**. São Luís, MA: SEMA/MA, 2025. Disponível em: <https://sigla.sema.ma.gov.br/sigla/>. Acesso em: 3 maio 2025.

MARTINS, Henrique V. **A história da mineração brasileira e a necessidade de mudanças no campo legislativo**. Revista Direito em Foco. Vol. 4, nº 4. São Paulo/SP, 2018, p. 12 – 23.

MECHI, Andréa; SANCHES, Djalma Luiz. **Impactos ambientais da mineração no Estado de São Paulo**. Estudos avançados, v. 24, p. 209-220, 2010.

MEDEIROS, Rafael Brugnolli; SANTOS, Luiz Carlos Araújo dos. **As geoformas como uma primeira aproximação na cartografia dos geossistemas da Bacia Hidrográfica do Rio Pindaré – Amazônia Maranhense/Brasil**. Finisterra, v. 59, n. 125, p. 55-71, 2024. DOI: 10.18055/Finis29307. Disponível em: <https://doi.org/10.18055/Finis29307>. Acesso em: 2 dez. 2024.

MENESES, Barbara M. G. **Inovação e sustentabilidade no setor de mineração: um estudo de caso de uma empresa brasileira**. Revista Gestão e Sustentabilidade Ambiental. Vol. 6, nº 3. Florianópolis/SC. out./dez.2017. p. 679 – 695.

MESQUITA, João L. **Mineração de areia, a maior e mais perigosa indústria**. Publicado em: 09/09/2019, Disponível em: <<https://marsemfim.com.br/mineracao-de-areia-a-maior-e-mais-perigosa-industria/>>. Acesso em: 25 de set./2019.

MILARÉ, Edis. **Direito ambiental; a gestão do meio ambiente sob a ótica da doutrina, jurisprudência**. Revista dos Tribunais, 6º Edição, Porto Alegre/RS, 2016.

MILARÉ, Édis. **Direito do ambiente**. 3. ed. rev. atual. e ampl. São Paulo: RT, 2004. p. 481.

Millennium Ecosystem Assessment. 2005. **Ecosystems and human well-being: wetlands and water**. World Resources Institute: Washington, United States of America

MINAYO, M. C. S.; DESLANDES, S. F.; GOMES, R. (Org.). **Pesquisa social: teoria, método e criatividade**. 21. ed. Petrópolis, RJ: Vozes, 2002. Acesso em: 10 jan. 2023.

MORONI, Alberto Yates. **A sustentabilidade da extração de areia: um estudo de caso sobre a cooperativa Catareia – Dom Pedrito/RS**. Geografia em Questão, Ijuí, v. 8, n. 1, p. 36-60, 2015.

MOTA, Georgina M. V. O. **Mineração e saúde mental: os efeitos do rompimento da barragem de Fundão**. Revista Psicologia Organização e Trabalho. Vol. 21, nº 2, São Paulo/SP, 2021. p. 1502 – 1510.

NOGUEIRA, Geovane R. F. **A extração de areia em curso d'água e seus impactos: proposição de uma matriz de interação**. Trabalho de Conclusão de curso de Engenharia Ambiental e Sanitária. Universidade Federal de Juiz de Fora – UFJF. Juiz de Fora/MG, 2016.

NUNES; Paulo Henrique F. PACHECO, José E. C. de. **Meio ambiente e mineração: o desenvolvimento sustentável**. São Paulo/SP: Saraiva, 2015.

OLIVEIRA, J. B. **Pedologia aplicada**. 3. ed. Piracicaba: FEALQ, 2008.

OLOFSSON, P.; FOODY, G. M.; HEROLD, M.; STEHMAN, S. V.; WOODCOCK, C. E.; WULDER, M. A. **Good practices for estimating area and assessing accuracy of land change. Remote Sensing of Environment**, v. 148, p. 42–57, 2014. DOI: 10.1016/j.rse.2014.02.015. Disponível em: <https://core.ac.uk/download/pdf/84637113.pdf>. Acesso em: 9 jun. 2025

PACHECO, Celso A. F. **Curso de Direito Ambiental Brasileiro**. São Paulo/SP: Ática, 2017.

PEDUZZI, P. **Sand, rarer than one thinks**. Environmental Development, v. 11, p. 208-218, 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.envdev.2014.04.001>. Acesso em: 12 jun. 2025.

PINTO, Maria Ligia Cassol. **Caracterização dos impactos ambientais da extração de areia e argila na sub-bacia do Rio Vacacai, "O Grande", R.S.** Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Filosofia e Ciências Sociais, 1995. Repositório Institucional da UFSC. Disponível em: <http://repositorio.ufsc.br/xmlui/handle/123456789/76367>. Acesso em: 24 maio 2023..

PIRES, Camila A. et al. **Projeto de educação e formação nos municípios da região de São Gonçalo, Minas Gerais, sobre os impactos e benefícios causados pela atividade mineradora**. Revista Brasileira de Desenvolvimento. Vol. 7, nº 3, Curitiba/PR, 2021. P. 25575 – 25593.

RACHWAL, Marcos Fernando Gluck; SOUZA, Rachel Gueller. **Os seis elementos: educação ambiental integrada para multiplicadores**. Curitiba: Embrapa Florestas, 2003. 13 p. (I Semana do Estudante Universitário - Florestas e Meio Ambiente). Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/308607/1/RachwalSouza.pdf>. Acesso em: 20 out. 2024.

RAMADON, Luís Fernando. **A extração ilegal de areia no Brasil e no mundo – 2024**. Rio de Janeiro, 2024. Disponível em: https://www.academia.edu/121781252/A_EXTRA%C3%87%C3%83O_ILEGAL_DE_AREIA_NO_BRASIL_E_NO_MUNDO_2024. Acesso em: 3 nov 2024.

RAMSAR CONVENTION SECRETARIAT. **Baixada Maranhense Environmental Protection Area**. Ramsar Sites Information Service, 2020. Disponível em: <https://rsis.ramsar.org/ris/1020>. Acesso em: 22 set. 2024.

REZENDE, Vanessa L. **A mineração em Minas Gerais: uma análise de sua expansão e os impactos ambientais e sociais causados por décadas de exploração**. Revista de Engenharia da Produção PUC/SP. Vol. 28, nº 3. São Paulo/SP, 2016, p.375 – 384.

RIBEIRO, Carlos Luiz. **Direito Minerário: escrito e aplicado**. Belo Horizonte: Del Rey, 2006.

RIBEIRO, Darcy. **Diários de Índios: Os Urubu-Kaapor**. São Paulo: Companhia das Letras, 1996.

RODRIGUES, Marcelo A. **Direito Ambiental Esquemático**. São Paulo/SP: Saraiva, 2016.

RONQUIM, Carlos Cesar. **Conceitos de fertilidade do solo e manejo adequado para as regiões tropicais**. Campinas, SP: Embrapa Monitoramento por Satélite, 2010. 26 p. (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 8). Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/882598/1/BPD8.pdf>. Acesso em: 5 abril. 2024.

SALGADO-LABOURIAU, Maria Lea. **Critérios e Técnicas para o Quaternário**. São Paulo: Edgard Blucher, 2007.

SALLES, Rodrigo. **Mineração no Brasil: por um debate mais amplo sobre a captura das rendas minerais**. Revista Brasileira de Economia das Empresas. Vol. 10, nº 5, Brasília/DF, 2018. p. 75 – 89.

SÁNCHEZ, Luis Enrique. **Avaliação de impacto ambiental: conceitos e métodos**. 2. ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2013. 583 p. ISBN 978-85-7975-090-8.

SANTOS, H. G. et al. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 5. ed., rev. e ampl. Brasília, DF: Embrapa, 2018. Disponível em: <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/1094003>. Acesso em: 27 ago. 2025.

SANTOS, Humberto Gonçalves dos et al. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 5. ed. rev. e ampl. Brasília, DF: Embrapa, 2018. 356 p. ISBN 978-85-7035-800-4.

SANTOS, M. E. C. M.; CARVALHO, M. S. S. **Paleontologia das bacias do Parnaíba, São Luis e Grajaú. Reconstituições paleobiológicas**. Rio de Janeiro, 2004. v.1. 212 p.

SANTOS, Milton. **Metamorfoses do Espaço Habitado, fundamentos Teórico e metodológico da geografia**. São Paulo /SP: Hucitec.1988.

SEBRAE. **Pindaré-Mirim: emprego, ocupações, empresas, dados demográficos e educação. Observatório Setorial Territorial Brasil, 2025**. Disponível em: <https://observatorio.sebrae.com.br/profile/geo/pindare-mirim>. Acesso em: 3 dez 2025.

SELLEY, Richard C.; SONNENBERG, Stephen A. **Sedimentary Basins and Petroleum Systems. Elements of Petroleum Geology**. 3ª ed. Londres/Reino Unido: Academic Press, 2015. p. 377-426. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780123860316000084>. Acesso em: 24 dez. 2024.

SEPE, Josiê; SALVADOR, Nemésio Neves Batista. **Impactos da mineração e conflitos pelo uso da água com as atividades agrícolas de pequeno porte**. In: _____. Anais... do [Evento ou Periódico de origem]. 2018. p. 1-13. Disponível em: https://www.uniara.com.br/legado/nupedor/nupedor_2018/5/6_Josie_Sepe.pdf. Acesso em: 17 mai. 2025

SERRA, Manoel Duarte. **A degradação ambiental: um estudo sobre a ação do homem nos ecossistemas**. Editora Ática, São Paulo/SP, 2019.

SILVA, José Afonso da. **Direito ambiental constitucional**. 3. ed. rev. atual. e ampl. São Paulo: Malheiros, 2000. p. 243.

SILVA, Maria de Fátima da; FORTES, Mircia Ribeiro; DELGADO, Mônica Barbosa de Castro. **A extração irregular de areia e os impactos ambientais no ramal Água Preta/Areal, zona rural de Manaus-AM**. Ciência Geográfica, Bauru, v. 24, n. 2, p. 684-697, jan./dez. 2020

SILVA, Maria G. V. et al. **Comunidade tradicional inserida no processo inicial de mineração**. Revista Sociedade & e Desenvolvimento. Vol. 11 nº 3, São Paulo/SP, 2022. p. 1- 11.

SILVA, Maria R. (org.). **Degradação ambiental as margens do rio Pindaré**. Monografia apresentada ao curso de Geografia. Universidade Federal do Maranhão – UFMA. São Luís/MA, 2020. 52p.

SILVA, Rosa N. P. **Diagnóstico das vocações agrícolas no território adjacente a estrada de Ferro do Carajás**. Instituto Tecnológico da Vale. Belém/PA, 2020. 78p.

SILVEIRA, M. D.; ARAÚJO, M. A.; SAMPAIO, E. V. S. B. **Distribuição de fósforo em diferentes ordens de solo do semi-árido da Paraíba e de Pernambuco**. Revista Brasileira de Ciência do Solo, Viçosa, MG, v. 30, n. 2, p. 281-291, mar./abr. 2006. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbcs/a/3BYsdHkhNMJVywZRMmXZX4M/>. Acesso em: 16 jul. 2025.

SINGH, A. **Digital change detection techniques using remotely-sensed data**. International Journal of Remote Sensing, v. 10, p. 989–1003, 1989.

SLOAN, Lacey M.; SCHMITZ, Cathryne L. **Environmental degradation: communities forging a path forward**. Journal of Transdisciplinary Peace Praxis, v. 1, n. 1, 2019. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/331636117>. Acesso em: 30 abr. 2025..

SOARES, Ilton Araújo. **Análise da degradação ambiental nas áreas que abrangem os municípios da macrorregião do Vale do Pindaré**. Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente, Universidade Federal do Rio Grande do Norte – UFRN, Natal/RN, 2017, 97p.

SOARES, Inês Virgínia Prado; FARIAS, Talden. **Licenciamento ambiental e proteção dos bens arqueológicos em áreas degradadas**. Cadernos Jurídicos da Escola Paulista da Magistratura, São Paulo, ano 24, n. 65, p. 269–289, jan./mar. 2023.

SOUZA, Murilo. **Servidores da ANM aproveitam seminário da Câmara para cobrar reestruturação da agência**. Agência Câmara de Notícias – Portal da Câmara dos Deputados, Brasília, DF, 28 jun. 2023. Disponível em:

<https://www.camara.leg.br/noticias/975974-servidores-da-anm-aproveitam-seminario-da-camara-para-cobrar-reestruturacao-da-agencia/>. Acesso em: 27 ago. 2024.

STEELE, F. 1981. **The Sense of Place**. Boston: CBI Publishing Company, Inc.

STERN, P. C., YOUNG, O. R., & DRUCKMAN, D. (eds.), **Global Environmental Change: Understanding the Human Dimensions**, Washington DC, National Academy Press, 1992.

THOMÉ, R. **Manual de Direito Ambiental**. 9. ed. Salvador: Juspodivm, 2014

TRIBUNAL DE CONTAS DA UNIÃO. **Relatório de Auditoria de Conformidade: Avaliação da Legalidade e da Legitimidade dos Procedimentos de Arrecadação da Compensação Financeira pela Exploração de Recursos Minerais, e da Taxa Anual por Hectare, Ambas a Cargo da Agência Nacional de Mineração**. TC 005.747/2022-8. Brasília, DF, 2022.

TUAN, YI-FU. **Topophilia: A Study of Environmental Perception, Attitudes, and Values**. New York: Columbia University Press. 1974.

TUBBS, Décio et al. **Impacto da mineração de areia sobre a química das águas subterrâneas, distrito Areeiro da Piranema, municípios de Itaguaí e Seropédica**. Revista Brasileira de Geociências. Vol. 41, nº 3. Rio de Janeiro/RJ, 2021. p. 472 – 485.

TUDISCO, Manoella Guz. **Bem jurídico difuso e crimes ambientais**. Revista Jurídica ESMP-SP, São Paulo, v. 10, p. 41-76, 2016. Disponível em: https://es.mpsp.mp.br/revista_esmp/index.php/RJESMPSP/article/view/300/154. Acesso em: 25 set. 2024.

TV REMANSO. **A POEIRA DE SANTA HELENA**. [Vídeo]. YouTube, 19 jul. 2017. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=1FQAPNgYWuc>. Acesso em: 27 ago. 2024.

VALVERDE, Fernando Mendes. **Agregados para construção civil. Balanço Mineral Brasileiro 2001**. Brasília: DNPM, 2001. 15 p. Disponível em: <https://www.gov.br/anm/pt-br/centrais-de-conteudo/anm/publicacoes-economia-mineral/arquivos/agregados-para-contrucao-civil.pdf>. Acesso em: 17 ago. 2025.

Vaz, P.T.; Rezende, N.G.A.M.; Wanderley Filho, J.R. & Travassos, W.A.S. 2007. **Bacia do Parnaíba**. *Boletim de Geociências da Petrobras*, 15(2): 253-263.

VIEIRA, André G. D. **O mapa da mina: a guerra dos conglomerados globais de mineração pela conquista da Carajás Africana**. Curitiba/PR; Kotter, 2021.

ZHOURI, Andrea. **Mineração na América do Sul: neoextrativismo e lutas ambientais**. São Paulo/SP: Annablume, 2022.

APÊNDICES

Apêndice A – QUESTIONÁRIO

PERCEPÇÃO DOS MORADORES SOBRE A ATIVIDADE DE EXTRAÇÃO DE AREIA NO MUNICÍPIO DE PINDARÉ-MIRIM – MA

1. IDADE *

Marcar apenas uma oval.

- ☐ Menos de 18 anos
- ☐ 18-30 anos
- ☐ 31-45 anos
- ☐ 46-60 anos
- ☐ Mais de 60 anos

2. GÊNERO: *

Marcar apenas uma oval.

- ☐ Masculino
- ☐ Feminino
- ☐ Outro (Especificar): _____

3. NÍVEL DE ESCOLARIDADE: *

Marcar apenas uma oval.

- ☐ Ensino fundamental incompleto
- ☐ Ensino fundamental completo
- ☐ Ensino médio incompleto
- ☐ Ensino médio completo
- ☐ Ensino superior incompleto
- ☐ Ensino superior completo

https://docs.google.com/forms/d/1jzCaprQmIRm_xpOlwC8UPjx7pJQsSiOIEMCXCK5az7E/edit

4. HÁ QUANTO TEMPO VOCÊ RESIDE NESTA LOCALIDADE? *

Marcar apenas uma oval.

- ☐ Menos de 1 ano
- ☐ Entre 1 a 3 anos
- ☐ Entre 3 e 5 anos
- ☐ Entre 5 e 10 anos
- ☐ Mais de 10 anos

5. VOCÊ ESTÁ CIENTE DA PRESENÇA DE JAZIDAS DE EXTRAÇÃO DE AREIA NA COMUNIDADE E ENTORNO?

Marcar apenas uma oval.

- ☐ Sim
- ☐ Não

6. VOCÊ OU ALGUÉM DE SUA FAMÍLIA É FUNCIONÁRIO DE ALGUMA DAS EMPRESAS DE EXTRAÇÃO MINERAL DO MUNICÍPIO DE PINDARÉ-MIRIM? *

Marcar apenas uma oval.

- ☐ Sim
- ☐ Não
- ☐ Algu

7. VOCÊ ACREDITA QUE A EXTRAÇÃO DE AREIA TEM DEGRADADO O MEIO AMBIENTE ? *

Marcar apenas uma oval.

- ☐ Sim
- ☐ Não
- ☐ Não tenho certeza

https://docs.google.com/forms/d/1jzCaprQmIRm_xpOlwC8UPjx7pJQsSiOIEMCXCK5az7E/edit

8. **QUAIS OS TIPOS DE DEGRADAÇÃO AMBIENTAL VOCÊ ACREDITA QUE ESTÃO RELACIONADOS À EXTRAÇÃO DE AREIA EM SUA COMUNIDADE? (MARQUE TODAS AS QUE SE APLICAM)** *

Marque todas que se aplicam.

- ☐ Degradação do solo
☐ Assoreamento de rios
☐ Desmatamento
☐ Ruído e poeira
☐ Impacto na fauna local
☐ Outro (Especificar): _____

9. **VOCÊ ACREDITA QUE A EXTRAÇÃO DE AREIA AFETA NEGATIVAMENTE A QUALIDADE DE VIDA OU A SAÚDE DOS RESIDENTES DA COMUNIDADE?** *

Marcar apenas uma oval.

- ☐ Sim
☐ Não
☐ Não tenho certeza

10. **VOCÊ CONHECE ALGUMA MEDIDA ADOTADA PELAS AUTORIDADES OU PELAS EMPRESAS DE EXTRAÇÃO PARA MINIMIZAR OS PROBLEMAS AMBIENTAIS CAUSADOS PELA RETIRADA DE AREIA?** *

Marcar apenas uma oval.

- ☐ Sim
☐ Não
☐ Não tenho certeza

11. **VOCÊ ACREDITA QUE A COMUNIDADE DEVERIA DESEMPENHAR UM PAPEL MAIS ATIVO NA DISCUSSÃO E MONITORAMENTO DAS ATIVIDADES DE EXTRAÇÃO DE AREIA ?**

Marcar apenas uma oval.

- ☐ Sim
☐ Não
☐ Não tenho certeza

12. **VOCÊ JÁ PARTICIPOU DE ALGUMA INICIATIVA OU GRUPO DE DISCUSSÃO (REUNIÃO) SOBRE A DEGRADAÇÃO AMBIENTAL CAUSADA PELAS JAZIDAS DE EXTRAÇÃO DE AREIA EM SUA COMUNIDADE?**

Marcar apenas uma oval.

- ☐ Sim
☐ Não

13. **COMO VOCÊ AVALIA A MANEIRA COMO AS QUESTÕES AMBIENTAIS RELACIONADAS À EXTRAÇÃO DE AREIA ESTÃO SENDO TRATADAS EM SUA COMUNIDADE?**

Marcar apenas uma oval.

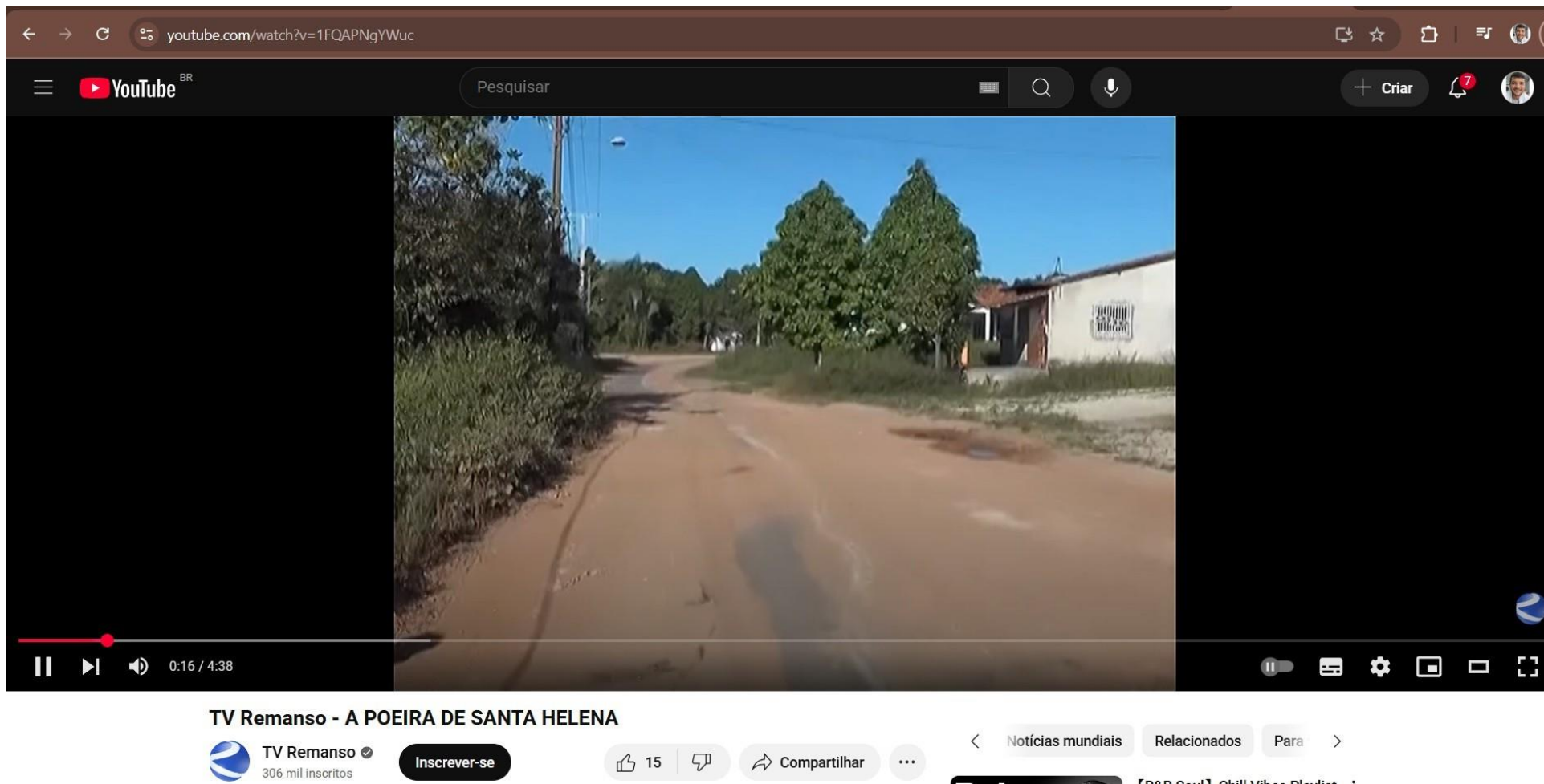
- ☐ Bom
☐ Muito Bom
☐ Regular
☐ Ruim
☐ Muito Ruim

Este conteúdo não foi criado nem aprovado pelo Google.

Google Formulários

ANEXOS

Anexo A - Reportagem: A Poeira de Santa Helena – TV Remanso, Canal do Youtube



The screenshot shows a YouTube video player interface. The video content is a dirt road in Santa Helena, with trees and a building visible in the background. The video is titled "TV Remanso - A POEIRA DE SANTA HELENA". The channel name is "TV Remanso" with 306 mil inscritos. The video has 15 likes and a share button. The video player shows a progress bar at 0:16 / 4:38. The browser address bar shows the URL "youtube.com/watch?v=1FQAPNgYWuc".

youtube.com/watch?v=1FQAPNgYWuc

Pesquisar

YouTube BR

0:16 / 4:38

TV Remanso - A POEIRA DE SANTA HELENA

TV Remanso 306 mil inscritos

Inscriver-se

15

Compartilhar

Notícias mundiais

Relacionados

Para

Anexo B – Servidores da ANM Cobram melhores condições e estrutura na Câmara dos Deputados - Portal Câmara dos Deputados:

27/08/25, 20:46

Servidores da ANM aproveitam seminário da Câmara para cobrar reestruturação da agência - Notícias - Portal da Câmara dos Deputados

TRABALHO, PREVIDÊNCIA E ASSISTÊNCIA

Servidores da ANM aproveitam seminário da Câmara para cobrar reestruturação da agência

Funcionários estão em greve até esta quinta-feira

28/06/2023 - 20:32

Audiência debate futuro de municípios mineradores - 28/06/23



Servidores públicos em greve da Agência Nacional de Mineração (ANM) aproveitaram um seminário promovido pela Comissão de Legislação Participativa da Câmara dos Deputados para reivindicar a reestruturação do órgão, criado em 2017. A paralisação geral termina nesta quinta-feira (29), quando serão retomados apenas os serviços considerados essenciais, como a segurança de barragens.

Durante o debate sobre os impactos da Compensação Financeira pela Exploração Mineral (Cefem) no desenvolvimento dos municípios, o superintendente substituto de Arrecadação e Fiscalização de Receitas da agência, Rui Giordani, pontuou que atualmente 85% da cota parte da Cefem que é direcionada à ANM vem sendo contingenciada.

Ele ressaltou que a contribuição, conhecida como royalties da mineração, é atualmente uma das principais fontes orçamentárias de municípios mineradores, mas acaba subaproveitada por deficiências estruturais da agência.

"Imagine se a ANM possuísse estrutura, orçamento, remuneração e tivesse acesso à base de dados da Receita Federal. Será que não estaríamos em outro patamar em relação à arrecadação da Cefem?", questionou.

Fiscalização

De acordo com Giordani, em 2022, o valor da produção mineral no Brasil alcançou R\$ 250 bilhões, gerando uma arrecadação de R\$ 7 bilhões por meio da Cefem. No entanto, acrescenta ele, a cada 1000 empresas que recolheram a contribuição, apenas uma foi fiscalizada.

Segundo a [Lei 13.540/17](#), que regulamenta a Cefem, 60% dos recursos arrecadados vão para municípios onde ocorreu a exploração mineral, 15% para municípios afetados pela atividade (ferrovia, mineroduto, porto, estrutura de mineração), 15% para o estado produtor e 10% para a União (7% para a ANM; 1% para o Fundo Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (FNDCT); 1,8% para o Centro de Tecnologia Mineral (Cetem); e 0,2% para o Ibama).

Vinícius Loures / Câmara dos Deputados

<https://www.camara.leg.br/noticias/975974-servidores-da-anm-aproveitam-seminario-da-camara-para-cobrar-reestruturacao-da-agencia/>

1/5

27/08/25, 20:46

Servidores da ANM aproveitam seminário da Câmara para cobrar reestruturação da agência - Notícias - Portal da Câmara dos Deputados



Zé Silva: "Sustentabilidade na mineração depende de uma ANM estruturada"

O deputado Zé Silva (Solidariedade-MG), que integra a Frente Parlamentar da Mineração Sustentável e propôs o seminário, afirmou que a sustentabilidade na mineração depende de uma ANM estruturada.

"Nós sabemos que sem uma agência nacional de mineração com profissionais valorizados, tecnologia moderna, não teremos uma mineração forte e sustentável", disse.

Ouvidor da ANM, André Marques destacou que os repasses da Cefem estão prejudicados não porque os servidores estão em greve, mas porque as condições da ANM levaram os servidores a estarem em greve. "Essa Cefem que nunca chegou integralmente no seu 7% para a ANM é o que nos atrapalha sobremaneira para que a gente possa desenvolver os nossos sistemas, capacitar as nossas equipes e estruturar a nossa casa", lamentou Marques.

Dependência de Recursos

Pesquisador do Cetem, do Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações, Fábio Britto apresentou dados de um estudo com os 30 municípios que mais receberam Cefem nos últimos anos.

"Uma amostra com 21 desses 30 municípios estudados revela que 1/3 deles (7 municípios) tem mais de 30% do orçamento vindo da Cefem. Isso pode representar um cenário positivo se convertido em políticas públicas, mas também envolve um risco, que é a dependência desses recursos", disse Britto.

Um dos desafios dos municípios, segundo ele, recai sobre a capacidade de planejamento, dada a dificuldade de previsão da receita originada pela Cefem. Ele afirmou que, em muitos casos, os municípios se planejam para um volume menor de recursos e acabam aproveitando mal o que é de fato repassado.

Base Econômica

Professor de direito financeiro da USP, Fernando Facury defendeu a necessidade de os municípios fazerem um melhor uso da Cefem. "A Cefem deve ser usada estritamente a despesas de capital para modificar a base econômica dos entes federados. Em vez de deixar no caixa único do município, a ideia é vincular os recursos a efetiva modificação da base produtiva dos entes preparando-os para o esgotamento dos recursos", disse.

Prevista na Constituição Federal, a Cefem é paga a estados, Distrito Federal, municípios e a órgãos da administração da União por empresas que exploram recursos minerais em seus respectivos territórios.

Reportagem - Murilo Souza
Edição - Ana Chalub

<https://www.camara.leg.br/noticias/975974-servidores-da-anm-aproveitam-seminario-da-camara-para-cobrar-reestruturacao-da-agencia/>

2/5

27/08/25, 20:46

Servidores da ANM aproveitam seminário da Câmara para cobrar reestruturação da agência - Notícias - Portal da Câmara dos Deputados

A reprodução das notícias é autorizada desde que contenha a assinatura 'Agência Câmara Notícias'.

1 COMENTÁRIOS



Comentar



Sílvia Alves

29/06/2023 06:32

#ANMFORTEJÁ



VEJA TAMBÉM



Anexo C - Greve de 2023 da ANM – Site Metrôpoles

27/08/25, 20:50 Servidores da Agência Nacional de Mineração entram em estado de greve | Metrôpoles

O Metrôpoles utiliza cookies de navegação. [Saiba Mais](#) [ACEITAR](#)

☰  🔍

[Página inicial](#) > [Brasil](#)

[Brasil](#)

Servidores da Agência Nacional de Mineração entram em estado de greve

Servidores da ANM cobram recomposição salarial e declaram que estão com déficit de pessoal para realizar os serviços

Maria Eduarda Portela
18/04/2023 17:13, atualizado 18/04/2023 17:14



Compartilhar notícia

Google News [Seguir](#)

© Bernardo Dias/Câmara Municipal de Belo Horizonte



<https://www.metrosoles.com/brasil/servidores-da-agencia-nacional-de-mineracao-entram-em-estado-de-greve>

1/5

27/08/25, 20:50 Servidores da Agência Nacional de Mineração entram em estado de greve | Metrôpoles

ouvir notícia

 0:00 1.0x

Os **servidores** da **Agência Nacional de Mineração (ANM)** entraram em “estado de greve” nessa segunda-feira (17/4) devido à falta de pessoal necessário para realização dos serviços essenciais ligados à autarquia. A ação foi decidida em assembleia do **Sindicato Nacional dos Servidores das Agências Nacionais de Regulação (Sinagências)**.

Segundo o presidente do Sinagências, Cleber Ferreira, atualmente, a **ANM** funciona apenas com 30% de todo o seu efetivo, desses, 50% já possuem idade suficiente para se aposentar.

CONTINUA DEPOIS DA PUBLICIDADE



“Está com um déficit de 70% dos cargos efetivos, hoje a ANM está como se ela já estivesse de greve por causa do próprio governo. Porque em casos de greves a gente tem que manter no mínimo 30% dos serviços essenciais e hoje a ANM já se encontra nessa situação”, declarou Ferreira ao Metrôpoles.

 **Receba no seu email as notícias do Boletim Metrôpoles**
Frequência de envio: Diário

<https://www.metrosoles.com/brasil/servidores-da-agencia-nacional-de-mineracao-entram-em-estado-de-greve>

2/5

27/08/25, 20:50

Servidores da Agência Nacional de Mineração entram em estado de greve | Metrôpoles

Preencha seu e-mail

Assinar

Ver todas as newsletters ■ **Leia também**

- 1 Governo autoriza contratação de 40 aprovados do concurso da ANM
- 2 Servidores da ANM protestam por igualdade salarial entre reguladoras

Apesar do estado de greve, Cleber Ferreira destaca que não é o momento de paralisação, mas sim de abertura de um diálogo com o atual presidente **Luiz Inácio Lula da Silva (PT)**.

O presidente do sindicato também destaca que desde o governo do presidente **Jair Bolsonaro (PL)** tenta estabelecer um diálogo sobre a **recomposição salarial** das agências regulatórias, mas sem nenhuma medida efetiva.

“O nosso sindicato tenta desde o governo passado dialogar com o governo, chegou a ter um processo aberto no Ministério de Minas e Energia junto com o pessoal da segurança para manter um diálogo, a ANM com outras agências em termos remuneratórios ganham 40 a 50% menos [que outros órgãos do governo]”, ressaltou.

O governo federal deverá ser cobrado sobre ações emergenciais relacionadas à ANM por meio de ofícios para evitar uma paralisação total dos servidores.

Em nota divulgada, o sindicato afirma que desde 2017 os servidores da Agência Nacional de Mineração estão sem recomposição salarial, “totalizando 6 anos de perda de poder de compra, sendo o plano de carreira mais defasado do serviço público federal, considerando a data-base de 2005, quando da criação dos cargos”.

27/08/25, 20:50

Servidores da Agência Nacional de Mineração entram em estado de greve | Metrôpoles

Ministério de Minas e Energia, atualmente comandado por Alexandre Silveira (PSD-MG).

A ANM é responsável por fiscalizar todo o setor de mineração que movimenta cerca de R\$ 340 bilhões por ano. A agência é incumbida pela mitigação dos riscos em barragens de mineração, minas subterrâneas, lavra ilegal, fechamento de mina e recuperação ambiental de minas abandonadas.

“A estrutura atual da agência não é adequada para suportar satisfatoriamente o volume atual de atribuições, que serão ainda somadas com as de regular, fiscalizar a pesquisa e lavra de minérios nucleares. Mesmo com os acidentes de Mariana, Brumadinho e de Alagoas, a autarquia encontra-se com uma estrutura organizacional e quadro de pessoal menor do que possuía como o antigo DNPM”, destaca o sindicato em nota.

O Metrôpoles entrou em contato com a Agência Nacional de Mineração sobre os protocolos adotados, mas não obteve retorno.

Receba notícias de Brasil no seu WhatsApp e fique por dentro de tudo! Basta acessar o **canal de notícias do Metrôpoles no WhatsApp**.

Receba notícias do Metrôpoles no seu Telegram e fique por dentro de tudo! Basta acessar o **canal de notícias no Telegram**.

LULA, GOVERNO FEDERAL, MINERAÇÃO

VER COMENTÁRIOS

■ **Tá bombando**

Igor Gadelha

Plano de Moraes é mandar Bolsonaro cumprir pena na Papuda