



Uema
UNIVERSIDADE ESTADUAL
DO MARANHÃO



Pós-Graduação em
Geografia, Natureza
e Dinâmica do Espaço

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

LUCIANO ARANHA ANDRADE

**IMPACTOS AMBIENTAIS DA INDÚSTRIA DE CERÂMICA
VERMELHA EM ITAPECURU-MIRIM/MA**

Linha de pesquisa: Dinâmica da Natureza e Conservação

São Luís/MA

2024

LUCIANO ARANHA ANDRADE

**IMPACTOS AMBIENTAIS DA INDÚSTRIA DE CERÂMICA
VERMELHA EM ITAPECURU-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 a obtenção do título de Mestre.

Orientador: Prof. Dr. José Fernando Rodrigues Bezerra

São Luís/MA

2024

Andrade, Luciano Aranha

Impactos ambientais da indústria de cerâmica vermelha em Itapecuru-Mirim/MA. / Luciano Aranha Andrade. – São Luís, MA, 2024.

129 f

Dissertação (Mestrado em Geografia, Natureza e Dinâmica do Espaço) – Universidade Estadual do Maranhão, 2024.

Orientador: Prof. Dr. José Fernando Rodrigues Bezerra

1.Argila. 2.Mineração. 3.Degradação. 4.Geossistema. I.Título

CDU: 504

LUCIANO ARANHA ANDRADE

**IMPACTOS AMBIENTAIS DA INDÚSTRIA DE CERÂMICA
VERMELHA EM ITAPECURU-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 a obtenção do título de Mestre.

Orientador: Prof. Dr. José Fernando Rodrigues Bezerra

Aprovado em 23/02/2024

BANCA EXAMINADORA



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



Prof. Dr. Silas Nogueira de Melo
Universidade Estadual do Maranhão-UEMA
(Examinador Interno)

Documento assinado digitalmente



EDUARDO VEDOR DE PAULA

Data: 23/02/2024 15:11:59-0300

Verifique em <https://validar.itl.gov.br>

Prof. Dr. Eduardo Vedor de Paula
Universidade Federal do Paraná-UFPR
(Examinador Externo)

AGRADECIMENTOS

Minha gratidão a todos que contribuíram para a realização desta dissertação. É com imenso prazer que dedico estas palavras de agradecimento.

À minha família, em especial à minha mãe, Bella Sousa, pelo apoio incondicional; e ao Vinícios Arraes, por todo o companheirismo, confiança e suporte ao longo do caminho, por compartilhar o peso das expectativas e multiplicar a alegria das realizações.

Ao meu orientador, Prof. Dr. José Fernando Rodrigues Bezerra, minha sincera gratidão pelo apoio ao longo do caminho acadêmico. Sua competência e paciência foram fundamentais para o desenvolvimento deste trabalho. Sou imensamente grato por ter a oportunidade de ser orientado por alguém tão dedicado e visionário.

Minha profunda gratidão ao Prof. Dr. Silas Nogueira de Melo por ter me ouvido incansavelmente em diversos momentos. Agradeço pelas dúvidas sanadas e recriadas por meio da pesquisa, pelo incentivo constante e pela companhia, e ainda pela oportunidade de participar do *COIL* com a *University of Kansas*.

Ao Prof. Dr. Eduardo Vedor de Paula. Suas análises, questionamentos e valiosas sugestões foram de suma importância para aprimorar este trabalho.

Ao Programa de Pós-Graduação em Geografia, Natureza e Dinâmica do Espaço-PPGeo/UEMA, em especial ao Prof. Dr. Luiz Carlos Araújo dos Santos, pelo suporte através da excelente gestão. E, claro, à Nana Alves, a melhor secretária do Brasil, de acordo com fontes nacionais e internacionais.

Ao Grupo de Pesquisa em Geomorfologia e Mapeamento-GEOMAP/UEMA. A troca de conhecimentos, as discussões construtivas e a colaboração com colegas dedicados foram essenciais. Agradeço principalmente aos colegas presentes no dia a dia, Weslem Rodrigues, Deuzanir Lima, Walefe Cruz, Lucas Carvalho, Marly Morais e Gilbertene Lisboa.

À Universidade Estadual do Maranhão-UEMA pela bolsa de mestrado.

“Nós só podemos ver um pouco do futuro,
mas o suficiente para perceber que há
muito a fazer.”

Alan Turing

RESUMO

Os minerais desempenham um papel essencial à humanidade e a indústria de mineração tem um reconhecimento como impulsionadora do desenvolvimento econômico, pois os minerais são recursos naturais indispensáveis, que fornecem matérias-primas para várias indústrias. A argila, desde antigas civilizações como Mesopotâmia, Egito e Oriente Médio até culturas romanas e islâmicas, é o mineral primordial na produção de cerâmica vermelha. Produtos cerâmicos feitos de argila, como tijolos e telhas, têm uso difundido atualmente devido à sua qualidade e resistência. A extração de argila, frequentemente executada com retroescavadeiras, modifica a paisagem onde ocorre, provocando diversos impactos ambientais. No Brasil, a indústria de cerâmica vermelha é tradicional e produz cerca de 63,6 bilhões de peças anualmente, com um consumo de aproximadamente 140 megatoneladas de argila. No município de Itapecuru-Mirim/MA, 21 empresas se destacam na mineração e produção da cerâmica vermelha, com milhões de peças mensais, sendo um dos maiores produtores do Estado. A pesquisa tem o objetivo de analisar a indústria de cerâmica vermelha no município supracitado, visando o equilíbrio entre o desenvolvimento da atividade econômica com a manutenção dos recursos naturais e propor medidas para mitigar os impactos relacionados, com base na relação estabelecida a partir do Geossistema e no mapeamento realizado, como também as atividades de campo. Foi constatado que os impactos incluem o desmatamento sem reflorestamento, a degradação de nascentes, a degradação da drenagem por lagos artificiais, a degradação de corpos d'água e áreas de preservação permanente, potencial para o desenvolvimento de doenças respiratórias, corrupção e falta de fiscalização. Há ainda o histórico da apropriação das terras públicas, a subnotificação da quantidade produzida visando o pagamento de menos impostos de compensação, o contínuo desmatamento em outras áreas não previamente delimitadas, o desuso de filtros nas chaminés e o uso ilegal de energia elétrica. Foi observado um cenário de degradação que interfere significativamente na dinâmica do ambiente natural da localidade em questão, sendo necessário o fortalecimento dos órgãos públicos de fiscalização e da gestão ambiental nas empresas.

Palavras-chave: Argila. Mineração. Degradação. Geossistema.

ABSTRACT

Minerals play an essential role in humanity, and the mining industry is recognized as a driver of economic development because minerals are indispensable natural resources that provide raw materials for various industries. Clay, since ancient civilizations such as Mesopotamia, Egypt, and the Middle East to Roman and Islamic cultures, is the primary mineral in the production of red ceramics. Ceramic products made from clay, such as bricks and tiles, are widely used today due to their quality and durability. Clay extraction, often carried out with backhoes, alters the landscape where it occurs, causing various environmental impacts. In Brazil, the red ceramic industry is traditional and produces approximately 63.6 billion pieces annually, with a consumption of around 140 megatons of clay. In the municipality of Itapecuru-Mirim/MA, 21 companies stand out in mining and red ceramic production, with millions of monthly pieces, being one of the largest producers in the state. The research aims to analyze the red ceramic industry in the municipality, aiming for a balance between the development of economic activity and the maintenance of natural resources, and to propose measures to mitigate related impacts, based on the relationship established from the Geosystem and the mapping carried out, as well as field activities. It was found that the impacts include deforestation without reforestation, degradation of springs, degradation of drainage by artificial lakes, degradation of water bodies and permanent preservation areas, potential for the development of respiratory diseases, corruption, and lack of oversight. There is also a history of the appropriation of public lands, underreporting of the quantity produced to pay fewer compensation taxes, continuous deforestation in other areas not previously delimited, the disuse of filters in chimneys, and the illegal use of electricity. A scenario of degradation was observed that significantly interferes with the dynamics of the natural environment of the locality in question, requiring the strengthening of public oversight bodies and environmental management in companies.

Keywords: Clay. Mining. Degradation. Geosystem.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	Previsão de produção de alguns minerais e produtos de base mineral.....	33
Tabela 2	Apropriação das terras públicas e valores para as indústrias de cerâmica vermelha em Itapecuru-Mirim.....	65
Tabela 3	Nível educacional dos trabalhadores da indústria de cerâmica vermelha no Brasil.....	73
Tabela 4	Classes de uso da terra no perímetro urbano de Itapecuru-Mirim	84
Tabela 5	Classes de declividade no perímetro urbano de Itapecuru-Mirim.	88
Tabela 6	Compensação Financeira pela Exploração de Recursos Minerais-CFEM da Cerâmica B de 2008 até 2021 (R\$).....	90
Tabela 7	Compensação Financeira pela Exploração de Recursos Minerais-CFEM da Cerâmica B em 2021 (R\$).....	90
Tabela 8	Compensação Financeira pela Exploração de Recursos Minerais-CFEM da Cerâmica G de 2010 a 2021 (R\$).....	91
Tabela 9	Compensação Financeira pela Exploração de Recursos Minerais-CFEM da Cerâmica G em 2021 (R\$).....	91

LISTA DE QUADROS

Quadro 1	Setores da indústria de cerâmica.....	25
Quadro 2	Levantamento das dissertações no Brasil sobre os impactos ambientais da indústria de cerâmica vermelha.....	36
Quadro 3	Impactos causados pela indústria de cerâmica vermelha.....	37
Quadro 4	Exemplos dos benefícios do SGI.....	40
Quadro 5	Principais eventos legislativos relacionados à mineração no Brasil.....	44
Quadro 6	Coleta das amostras de treinamento para a classificação das imagens.....	58
Quadro 7	Informações que integram os dados cartográficos.....	58
Quadro 8	Indústrias analisadas.....	62
Quadro 9	Políticas públicas analisadas.....	96
Quadro 10	Objetivos de Desenvolvimento Sustentável-ODS para a indústria de cerâmica vermelha.....	100

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	Perímetro urbano de Itapecuru-Mirim/MA.....	16
Figura 2	Variedade de peças manuais de cerâmica.....	21
Figura 3	Classificação granulométrica de Udden-Wentworth.....	22
Figura 4	Síntese de conceitos de argila.....	22
Figura 5	Peça de cerâmica dos povos indígenas Aruaques (<i>Arawak</i>) do Peru.....	23
Figura 6	Loja virtual de peças de cerâmica de origem indígena.....	24
Figura 7	Fábricas em Clichy, Paris, França.....	27
Figura 8	Resumo dos principais acontecimentos relacionados ao desenvolvimento sustentável.....	31
Figura 9	11 objetivos estratégicos do Plano Nacional de Mineração 2030.	33
Figura 10	Estrutura conceitual para o desenvolvimento sustentável.....	37
Figura 11	Tipos de licenças ambientais.....	39
Figura 12	Serviços ecossistêmicos e a indústria de cerâmica vermelha.....	43
Figura 13	Exigências legais para a indústria de cerâmica vermelha.....	47
Figura 14	Geossistema.....	51
Figura 15	Bases de consulta virtual de trabalhos científicos.....	53
Figura 16	Exemplo de uso do sistema de correção de valores do Banco Central do Brasil.....	53
Figura 17	Pesquisadores em campo.....	54
Figura 18	Fachada da Secretaria Municipal de Meio Ambiente de Itapecuru-Mirim.....	55
Figura 19	Resumo da geodiversidade de Itapecuru-Mirim/MA.....	61
Figura 20	Recorte da carta topográfica SA.23-Z-C-II-3.....	63
Figura 21	Exemplos de produtos da indústria de cerâmica vermelha.....	63
Figura 22	Histograma do desmembramento do município “mater” São Luís	65
Figura 23	Vista aérea e parte da matéria-prima extraída na Cerâmica G...	67
Figura 24	Parte da matéria-prima extraída na Cerâmica G.....	68
Figura 25	Área da Cerâmica G e adjacências.....	69
Figura 26	Área de processamento industrial (Cerâmica D) no bairro Torre	69
Figura 27	Indústrias de cerâmica vermelha em Itapecuru-Mirim/MA.....	70

Figura 28	Eucalipto em toras e tijolos empilhados na Cerâmica G.....	71
Figura 29	Transporte de madeira de origem irregular na Estrada do Tabuleirão, nas proximidades das indústrias de cerâmica vermelha (24/02/2023).....	71
Figura 30	Resíduos de açaí e de serrarias utilizados na Cerâmica G.....	72
Figura 31	Trabalhadores sem EPIs e fardamento na Cerâmica G.....	74
Figura 32	Forno <i>Hoffman</i> na Cerâmica G.....	75
Figura 33	Forno vagão na Cerâmica G.....	75
Figura 34	Resíduos sólidos diversos e industriais depositados nas vias transversais à Estrada do Tabuleirão.....	76
Figura 35	Trechos de manifestação na Estrada do Tabuleirão em 12/08/2023.....	77
Figura 36	Cerâmica B.....	78
Figura 37	Cerâmica B (em amarelo) e Cerâmica N (em bege).....	79
Figura 38	Alimentação de forno na Cerâmica B.....	80
Figura 39	Resíduos de produtos defeituosos na Cerâmica B.....	80
Figura 40	Trabalhador na etapa de moldagem e produtos defeituosos.....	81
Figura 41	Emissões atmosféricas na etapa de queima.....	81
Figura 42	Mapa de cobertura e uso da terra do perímetro urbano de Itapecuru-Mirim/MA.....	83
Figura 43	Mapa de áreas de preservação permanente e indústrias de cerâmica vermelha em Itapecuru-Mirim.....	85
Figura 44	Mapa de declividade do perímetro urbano de Itapecuru-Mirim/MA.....	87
Figura 45	Balanco dos serviços ecossistêmicos da indústria de cerâmica vermelha.....	93
Figura 46	Resumo.....	94
Figura 47	O Geossistema e a indústria de cerâmica vermelha.....	99
Figura 48	Exemplo de gestão de recursos humanos à mineração.....	104

LISTA DE SIGLAS

ANA - Agência Nacional de Águas
ANFACER - Associação Nacional dos Fabricantes de Cerâmica para Revestimentos, Louças Sanitárias e Congêneres
ANM - Agência Nacional de Mineração
APPs - Áreas de Preservação Permanente
CAGED - Cadastro Geral de Empregados e Desempregados
CBERS - Satélite Sino-Brasileiro de Recursos Terrestres
CETEM - Centro de Tecnologia Mineral
CFEM - Compensação Financeira pela Exploração de Recursos Minerais
CLT - Consolidação das Leis do Trabalho
CONAMA - Conselho Nacional de Meio Ambiente
CPRM - Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais
DSG - Diretoria do Serviço Geográfico do Exército
EIA - Estudo de Impacto Ambiental
EIV - Estudo de Impacto de Vizinhança
EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
EPIs - Equipamentos de Proteção Individual
FAO - Organização das Nações Unidas para a Agricultura e Alimentação
FNDCT - Fundo Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico
GEOMAP - Grupo de Pesquisa Geomorfologia e Mapeamento
HPAs - Hidrocarbonetos Policíclicos Aromáticos
IBAMA - Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis
IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IDH - Índice de Desenvolvimento Humano
IFMA - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Maranhão
INPE - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
MDE - Modelo Digital de Elevação
ODS - Objetivos de Desenvolvimento Sustentável
OHSAS - Série de Avaliação da Segurança e Saúde Ocupacional
ONGs - Organizações Não Governamentais
ONU - Organização das Nações Unidas
PIB - Produto Interno Bruto

PNUD - Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento

PRAD - Plano de Recuperação de Áreas Degradadas

RIMA - Relatório de Impacto Ambiental

SEMA - Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Recursos Naturais

SGI - Sistema de Gestão Integrada

SIG - Sistema de Informação Geográfica

SIGMINE - Sistema de Informação Geográfica da Mineração

SRTM - Shuttle Radar Topography Mission

UEMA - Universidade Estadual do Maranhão

UFMA - Universidade Federal do Maranhão

UNICEUMA - Universidade Ceuma

USGS - Serviço Geológico dos Estados Unidos

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	15
2 A MINERAÇÃO E A INDÚSTRIA DE CERÂMICA VERMELHA.....	19
2.1 Humanidade e mineração associadas no tempo histórico.....	19
2.2 Histórico da indústria de cerâmica vermelha.....	20
2.3 A busca pela preservação ambiental na dinâmica do capitalismo.....	26
3 IMPACTOS AMBIENTAIS, SERVIÇOS ECOSSISTÊMICOS E LEGISLAÇÃO AMBIENTAL.....	34
3.1 Conceituação de impactos ambientais.....	34
3.2 Serviços ecossistêmicos e a indústria de cerâmica vermelha.....	41
3.3 Legislação ambiental e exploração mineral.....	43
4 O GEOSSISTEMA E A PAISAGEM COMO MÉTODO DE INTERPRETAÇÃO.....	49
4.1 Procedimentos operacionais.....	52
4.1.1 Pesquisas bibliográficas.....	52
4.1.2 Atividades de campo.....	53
4.1.3 Mapeamentos temáticos.....	55
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	59
5.1 Apresentação da área de estudo.....	59
5.2 Identificação da indústria de cerâmica vermelha em Itapecuru-Mirim	61
5.2.1 As indústrias de cerâmica vermelha e a apropriação das terras públicas	64
5.3 Impactos ambientais identificados.....	67
5.4 Orientações à ocupação industrial e o futuro da indústria de cerâmica vermelha.....	95
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	105
REFERÊNCIAS.....	108
ANEXOS.....	123

1 INTRODUÇÃO

Os recursos minerais desempenham um papel tão importante na humanidade que fases da história são divididas conforme os diferentes tipos de minerais utilizados, como a Idade da Pedra, Idade do Bronze e Idade do Ferro, por exemplo. A indústria de mineração é reconhecida globalmente como um motor de desenvolvimento, contribuindo para o progresso econômico de muitos países. Os minerais são considerados um dos recursos naturais mais importantes, exercendo um impacto decisivo no desenvolvimento econômico, ao fornecerem matérias-primas para as indústrias primária, secundária e terciária (CONFEA, 2021).

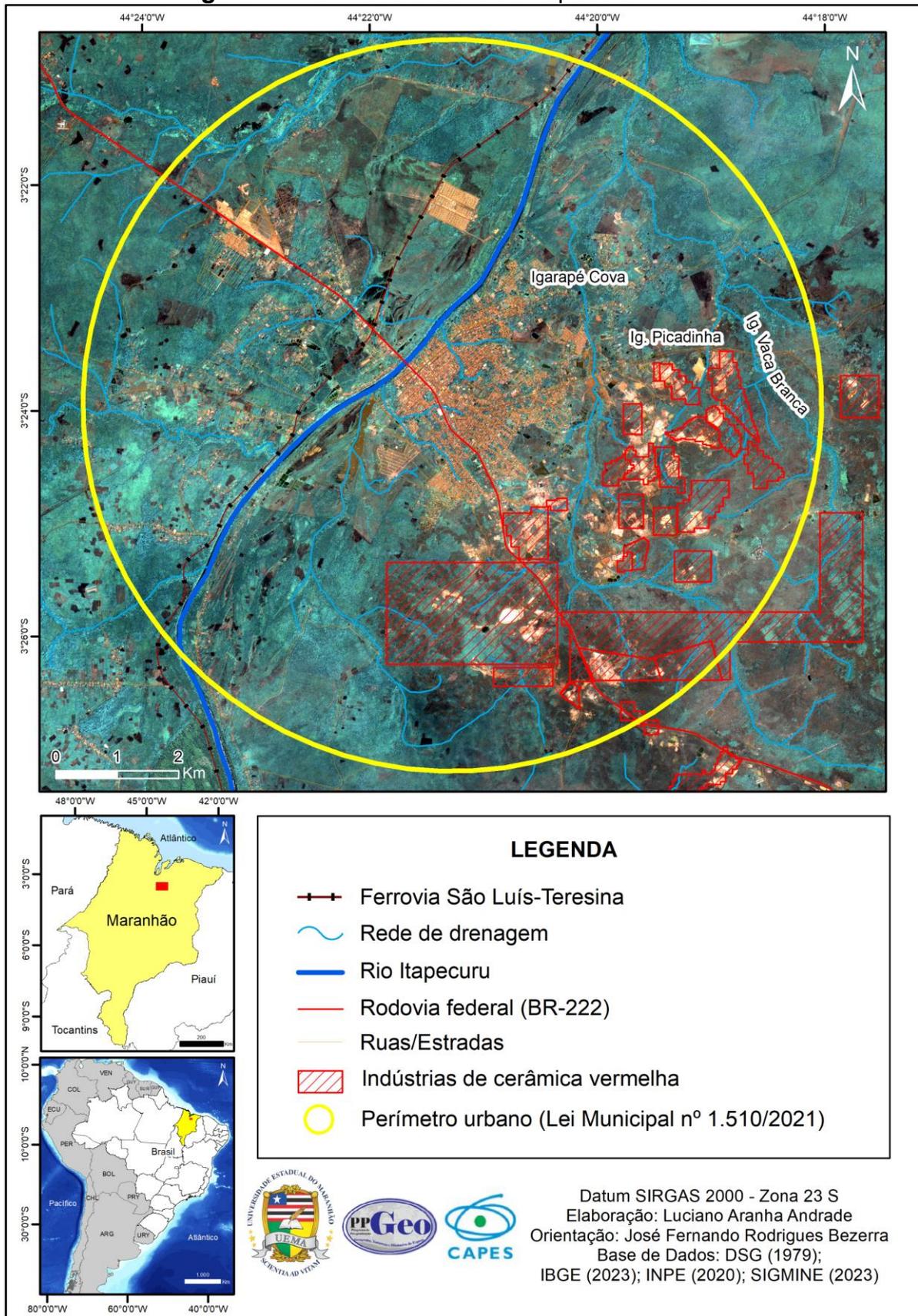
A argila é o principal mineral utilizado na indústria de cerâmica vermelha, sendo usada desde a Antiguidade. Destacaram-se as civilizações da Mesopotâmia, Egito e Oriente Médio; e mais recentemente as romanas e islâmicas na Ásia e na Europa Medieval. Estes povos construíram cidades inteiras com materiais argilosos e atualmente os produtos são utilizados por mais de um terço da população global, devido à alta qualidade e resistência às intempéries. Assim, o material argiloso na arquitetura está presente em muitas nações (Elsafi *et al.*, 2021).

Sendo encontrada nas regiões próximas a cursos d'água, a extração da argila é realizada por meio de retroescavadeiras, que criam escavações no solo, causando a modificação da paisagem e das características do terreno, gerando a modificação do sistema de drenagem e podendo gerar degradação. Isso culmina em um cenário de devastação evidente na região submetida à exploração (CPRH, 2010).

Produtos como tijolos e telhas são materiais de construção amplamente disponíveis, e a argila que os constituem possui propriedades refratárias, como alto ponto de fusão e estabilidade termoquímica (Elsafi *et al.*, 2021). No contexto nacional, o setor de cerâmica vermelha é um dos mais tradicionais. Há uma produção estimada de 63,6 bilhões de peças/ano, com a utilização de aproximadamente 140 megatoneladas de argila. São cerca de seis mil empresas de porte local/regional com importância no desenvolvimento do país (ANICER, 2020; Brasil, 2021).

Conforme a Agência Nacional de Mineração-ANM no município de Itapecuru-Mirim (Figura 1) há 27 empresas de mineração de argila e transformação de produtos cerâmicos, sendo o maior destaque da Região Geográfica Intermediária de São Luís na produção de tijolos, telhas e blocos (ANICER, 2020; Brasil, 2023; Maranhão, 2022).

Figura 1 - Perímetro urbano de Itapecuru-Mirim/MA



Fonte: Elaboração própria (2023)

Através do mapa supracitado, notam-se indústrias de cerâmica vermelha a Leste e Sudeste. Também se observa que as indústrias se concentram próximas aos igarapés Cova, Picadinha e Vaca Branca, ocasionando a supressão vegetal em direção aos cursos d'água e a sua degradação. A maioria das indústrias está no perímetro urbano, conforme representado na Figura 1, e as áreas industriais continuam seguindo em direção à zona rural, a Sudeste da sede do município.

A retirada da cobertura vegetal como etapa inicial para a exploração da argila, conduzida de maneira inadequada, representa um grave impacto ambiental, já que não há o reflorestamento ou recuperação. A lenha como fonte de energia dos fornos para a queima das peças moldadas também provém do desmatamento, inclusive de áreas não delimitadas (Abrahamo; Carvalho, 2017; Lopes, 2015; Lupinacci; Conceição; Paschoal, 2022).

A exemplo da vegetação ciliar, sua eliminação fragiliza as margens dos rios, expondo-as ao processo erosivo. O solo carregado pelas águas para as profundezas dos canais provoca a redução da capacidade volumétrica, resultando em assoreamento, que influencia a diminuição da velocidade das correntes fluviais, podendo ocasionar modificações em seus cursos e no ecossistema aquático (Cunha, 2015).

Tendo em vista a observação da imagem de satélite que mostra a supressão vegetal e o solo exposto, é possível verificar que a atividade mineradora produz impactos no ambiente. De maneira introdutória, apresenta-se o conceito de impacto ambiental da Resolução n.º 1 de 23 de janeiro de 1986 do Conselho Nacional do Meio Ambiente-CONAMA, que diz que é “qualquer alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente, causada por qualquer forma de matéria ou energia resultante das atividades humanas [...]” (Brasil, 2012a, p. 922).

Nesse contexto, uma análise da indústria de cerâmica vermelha é necessária para dimensionar os impactos causados, considerando as etapas da produção, desde a extração da matéria-prima e os demais níveis do processo produtivo. É importante destacar que a área urbana, onde a maioria das indústrias está localizada, pertence ao conceito global de ambiente, portanto, as cidades não se opõem a ele, já que o espaço urbano é composto por elementos construídos e naturais, logo, a organização urbana deve estar alinhada com a proteção ambiental, promovendo a sustentabilidade (Guimarães; Duarte Júnior, 2019; Sánchez, 2020).

Apesar disso, nas palavras da Associação Nacional da Indústria Cerâmica-ANICER, “um dos principais objetivos do segmento de cerâmica vermelha brasileira é oferecer produtos ambientalmente corretos e ser socialmente responsável, atendendo à legislação vigente no país e causando um menor impacto ao ambiente” (2020, p. 33). Entretanto, as atividades de mineração estão diretamente relacionadas à alteração ambiental, gerando significativos impactos (Silva Filho *et al.*, 2020).

Reforça-se que a relação entre o ser humano e a natureza se dá pela forma como a sociedade se organiza para acessar os recursos disponibilizados na paisagem, ou seja, a sua apropriação é realizada através da atividade econômica dominante, que pode ser contemplativa ou materialmente intervencionista. Assim, as ações antrópicas têm o potencial de modificar o equilíbrio da paisagem em várias escalas (Diniz; Oliveira; Medeiros, 2015; Ferreira, 2010; Paula, 2010; Silveira, 2021).

Para a contextualização da pesquisa, apresenta-se um histórico sobre a mineração no geral e posteriormente a indústria de cerâmica vermelha, bem como a sustentabilidade na sociedade capitalista. Em seguida, a conceituação de impactos ambientais, a relação dos serviços ecossistêmicos com a indústria de cerâmica vermelha e a legislação ambiental no que se refere à exploração mineral. Associadamente, interpreta-se a pesquisa com base no Geossistema (Bertrand, 2004) e a categoria geográfica paisagem. Na sequência, apresentam-se os resultados, com a caracterização da área de estudo, a identificação das indústrias e os impactos considerados. Além disso, orientações à sustentabilidade e o planejamento ambiental municipal.

Sob essa perspectiva, o objetivo geral desta pesquisa é:

- Analisar a indústria de cerâmica vermelha em Itapecuru-Mirim/MA, visando o equilíbrio entre o desenvolvimento da atividade econômica com a manutenção dos recursos naturais e propor medidas para mitigar os impactos relacionados.

E, por conseguinte, os objetivos específicos são:

- Identificar indústrias de cerâmica vermelha, observando a estrutura fabril e o perfil produtivo;
- Descrever as alterações ambientais em decorrência das atividades industriais;
- Interpretar legislações acerca do uso dos recursos naturais, correlacionando-as com a realidade investigada;
- Propor sugestões para a redução de impactos relacionados à mineração.

2 A MINERAÇÃO E A INDÚSTRIA DE CERÂMICA VERMELHA

2.1 Humanidade e mineração associadas no tempo histórico

Globalmente, o modelo de sociedade do século XXI é resultado de um aperfeiçoamento acerca do domínio dos minerais. É possível compreender essa evolução através das eras históricas, divididas conforme o recurso predominante, isto é, o de maior controle e interesse. Neste viés, Gregory (2021) menciona como oito as eras do ser humano, sendo o Paleolítico (Pedra Lascada, ± 3 Ma-10.000 a.C.), Neolítico (Pedra Polida, 10.000-6.000 a.C.), Idade do Cobre (6.000-3.500 a.C.), Idade do Bronze (3.500-1.400 a.C.), Idade do Ferro (1.400 a.C.-1.600 d.C.), Idade do Carvão (1600-1850), Idade do Petróleo (1850-1950) e Idade do Urânio (1950-).

Todas as eras mencionadas estão relacionadas às culturas de uso dos minerais, que modificam o comportamento humano em relação à natureza. Na atualidade, conceitua-se mineração como uma atividade econômica extrativa representada pelo uso dos recursos naturais, isto é, os minerais, e indiretamente, o entorno de onde estão localizados, afetando os elementos circundantes, como a água, vegetação, ar, biodiversidade etc. Além disso, a mineração é fundamental à manutenção do padrão de vida da sociedade moderna (Fizaine; Galiègue, 2021; Jowitt; Mudd; Thompson, 2020; Spitz; Trudinger, 2019).

Em relação a tal padrão, a história da mineração é composta por controvérsias, principalmente nas últimas décadas, com a difusão do sistema econômico capitalista em muitos países, ou em outras palavras, a globalização, com a obrigatoriedade de explorar os recursos naturais para uso interno e exportação. Ao mesmo tempo, vêm ocorrendo eventos e acordos da Organização das Nações Unidas-ONU para o controle das atividades minerárias, que degradam o ambiente onde ocorrem, e que também podem atingir outras áreas pela poluição difusa (Jowitt; Mudd; Thompson, 2020; Spitz; Trudinger, 2019).

A mineração é uma indústria presente em todo o globo, com tendência a se localizar em áreas remotas, pouco povoadas e com baixo nível de oferta de serviços públicos, como companhia de polícia estruturada para a fiscalização de crimes ambientais ou instituto de pesquisa e aplicação de legislações. Quando administrada adequadamente pode gerar empregos formais, infraestrutura e desenvolvimento com escalas de mudança a longo prazo, porém, com uma gestão ineficiente ou até mesmo a ausência desta, os resultados serão a degradação do ambiente, possível

deslocamento de populações tradicionais e aumento da violência e desigualdades sociais (PNUD, 2016).

As atividades de mineração ocorrem em estruturas políticas (territórios), que compreendem conjunturas legais e ilegais que as hospedam, sendo assim, não há separação da mineração com a política, como também, a economia, o ecossistema e as comunidades, considerando que tudo isso é política (Aristóteles, 2001; Spitz; Trudinger, 2019).

A maioria dos países em desenvolvimento possui uma fraca estrutura de controle ambiental frente às atividades de mineração. A ausência ou quantidade baixa de recursos financeiros, bem como a de funcionários nos órgãos de fiscalização, resultam em processos minerários distantes das leis. Em relação aos grandes projetos, os governos tendem a exibir inúmeras deficiências, como, por exemplo, a falta de transparência, fiscalização insuficiente e toda a rede complexa formada a partir da corrupção (Spitz; Trudinger, 2019).

2.2 Histórico da indústria de cerâmica vermelha

A cerâmica é o mais antigo material artificial elaborado pelo ser humano, sendo comparável ao domínio do fogo, que, para não apagar, era armazenado no solo que era posteriormente endurecido. Do grego *kéramos* "terra queimada" ou "argila queimada", possui grande resistência e são frequentemente encontradas em escavações arqueológicas, com datações de até 35 mil anos. Ademais, a história do desenvolvimento da cerâmica se alinha também à história da humanidade, pois muitas peças produzidas serviram como documentos/registros das civilizações mais antigas (Cooper, 1993; Garcez, 2011; Spitz; Trudinger, 2019).

A cerâmica também é a mais antiga das indústrias. "Ela nasceu no momento em que o ser humano começou a utilizar-se do barro endurecido pelo fogo. Desse processo de endurecimento, obtido casualmente, multiplicou-se e evoluiu até os dias de hoje" (Garcez, 2011, p. 3). As diversas sociedades ao redor do mundo desenvolveram métodos próprios de produção da cerâmica, a um ponto onde as peças representavam o estado cultural e tecnológico de cada civilização (Figura 2). No Brasil, a cerâmica mais antiga encontrada é datada em cinco mil anos na Região Amazônica (Garcez, 2011).

Figura 2 - Variedade de peças manuais de cerâmica

- A** – Cer. Jomon (Japão) aprox. 12 mil anos;
B – Cer. das Cavernas de Morcegos (Zuheros, Espanha) aprox. quatro mil anos;
C – Cer. Minoica (Grécia) aprox. dois mil anos;
D – Cer. Nazca (Peru) aprox. dois mil anos;
E – Cer. Urna Funerária (Ilha de Marajó, Brasil) aprox. três mil anos



Fonte: Elaboração própria a partir do *Google Imagens* (2023)

Como já mencionado, a argila é o mineral predominante da cerâmica vermelha. É um material de ocorrência natural composto principalmente de minerais de grãos finos, que geralmente é plástico em teores de água apropriados e endurece quando seco ou queimado. Embora a argila geralmente contenha filossilicatos, ela pode conter outros materiais que conferem as características de plasticidade e endurecimento (Fiore; Cuadros; Huertas, 2013).

Para Garcez (2011, p. 81), “a argila é composta de partículas muito finas, cada uma das quais tem uma carga elétrica em sua superfície que faz com que se mantenham unidas.” Conforme Schroeder (2018), a argila se refere a um material muito fino, com a propriedade física de ser plástico quando molhado, endurecido quando seco ou queimado. É composta de uma variedade de minerais, como quartzo, feldspato, óxidos, hidróxidos, carbonatos e matéria orgânica, e que, apesar de estes grupos de minerais terem naturezas e características físico-químicas próprias, o fato de, num contexto argiloso possuírem tamanhos menores que 2 μm , suas caracterizações ficam limitadas. Ressalta-se que unidades isoladas (partículas) de argila não são visíveis a olho nu. Na escala granulométrica a seguir, observa-se a comparação entre as classes de sedimentos (Figura 3).

Figura 3 - Classificação granulométrica de Udden-Wentworth

mm	micron μm	Φ	classe granulométrica	
1,00	1000	0	Arenito grosso	Areia
0,84				
0,71				
0,59				
0,50	500	1	Arenito médio	
0,42				
0,35				
0,30			Arenito fino	
0,25	250	2		
0,210				
0,177				
0,149			Arenito muito fino	
0,125	125	3		
0,105				
0,088				
0,074			Siltito grosso	Siltito
0,0625	62,5	4		
0,053	53	4,25		
0,044	44	4,50		
0,037	37	4,75	Siltito médio	
0,031	3,1	5		
0,0156	15,6	6	Siltito fino	
0,0078	7,8	7	Siltito muito fino	
0,0039	3,9	8	Argila	
0,0020	2,0	9		
0,00098	0,98	10		
0,00049	0,49	11		
0,00024	0,24	12		

Fonte: Christofolletti e Moreno (2017)

Em adição, a palavra “argila” possui ainda os seguintes significados (Figura 4):

Figura 4 - Síntese de conceitos de argila

Fonte: Elaboração própria (2023) com base em Moreno (2012)

A argila se torna muito plástica e fácil de moldar quando umedecida. Depois, passa por um processo de secagem natural para diminuir a quantidade de água necessária para a moldagem, e por fim, há um processo de aquecimento em temperaturas elevadas, que podem chegar a 1.100 °C, que conferem à peça uma alta durabilidade. Essa resistência fez com que, durante milhares de anos, até a

atualidade, a cerâmica fosse amplamente utilizada. Além disso, conforme o desenvolvimento do método produtivo em cada sociedade, foi ocorrendo a substituição de pedras trabalhadas (rochas moldadas) e madeira pela cerâmica, pois, a primeira era de difícil moldagem, considerando a ausência de ferramentas, e a segunda, passava por processos de acúmulo de umidade e degradação (apodrecimento) (Garcez, 2011).

A cerâmica também já foi utilizada como forma de comunicação e registros por povos que não conheciam a escrita. Na América do Sul se encontraram peças antigas e conservadas, como, por exemplo, no sítio arqueológico Tutishcainyo no Peru, com peças de mais de quatro mil anos dos povos indígenas Aruaques. Assim, a manifestação de registros históricos e culturais se dava principalmente pela cerâmica, que era significativamente avançada (Figura 5) (Coomes *et al.*, 2021).

Figura 5 - Peça de cerâmica dos povos indígenas Aruaques (*Arawak*) do Peru



Fonte: Acervo do Museu Regional de Pucallpa, Peru. Foto de Enrique Garcia (2020)

A produção de recipientes pelos povos indígenas permanece na atualidade, bem como, pelas comunidades remanescentes de quilombos, no qual as peças podem ser encontradas inclusive em lojas virtuais, como o exemplo apresentado na Figura 6, que oferta uma peça produzida pelo povo Terena, localizado nos estados de São Paulo, Mato Grosso e Mato Grosso do Sul.

Figura 6 - Loja virtual de peças de cerâmica de origem indígena



Fonte: Recorte de tela da página virtual canoaarteindigena.com (2023)

Em relação à produção de peças para a construção civil, os primeiros tijolos foram utilizados em estado não cozido e com uma variedade de minerais, sobrepostos mutuamente, sem argamassa (ou qualquer material colante). Há 15 mil anos, nas margens do Nilo, já havia fabricação de tijolos argilosos, misturados com palhas e esterco de camelo (*Camelus*). O avanço ocorreu em torno de 4 mil anos atrás, com a queima das peças, que as elevou de nível. Não quebravam se caíssem a uma altura de dois metros, bem como resistiam a chuvas intensas (Almssad; Almusaed; Homod, 2022).

A experiência com tijolos queimados também ocorreu em outras grandes sociedades da Antiguidade, como China, Egito, Grécia e Roma. “Escavações na Babilônia mostram que a parte da cidade a Leste do Eufrates, quatro milhões de m², era protegida por muros de tijolos. Além disso, paredes decorativas de tijolos eram uma visão comum.” (Almssad; Almusaed; Homod, 2022, p. 3, tradução minha).

No Brasil, a partir da colonização, foi implantado o sistema industrial da cerâmica vermelha, com as instalações de olarias portuguesas, onde se produziam tijolos, telhas e louças. As indústrias fixaram-se principalmente na faixa litorânea em engenhos, povoados e fazendas, permanecendo nas regiões interioranas as práticas indígenas. Com a “industrialização” da cultura, foi possível construir peças de melhor qualidade, durabilidade e em menor tempo. A industrialização iniciou para construir as primeiras cidades, e o desejo dos jesuítas de terem suas escolas e conventos. A

cerâmica vermelha, foi, ainda, o primeiro ato de desenvolvimento industrial da que hoje é a maior cidade da América Latina – São Paulo (Sabino, 2016).

No século XX, a produção brasileira alcançou um estágio de produção em massa, com a organização dos conhecimentos e materiais necessários, adquiridos com a evolução das engenharias a partir da Revolução Industrial. Assim, além da variedade de tijolos, o Brasil começou a fabricar os seus próprios azulejos (cerâmica de revestimento) que outrora eram importados principalmente de Portugal, o qual se destacavam, até então, somente nas arquiteturas de igrejas, conventos e prédios da burguesia, principalmente no Estado da Bahia e nas cidades do Rio de Janeiro-RJ, Recife-PE e São Luís-MA (Rocha, 2023; Sabino, 2016).

Atualmente, a indústria de cerâmica possui divisão em setores, como a vermelha (trabalhada neste estudo); a branca; de materiais refratários; abrasivos; vidro, cimento e cal; alta tecnologia/avançada e revestimento. Além do uso tradicional já mencionado, o avanço das Ciências dos Materiais permite que hoje se utilize a cerâmica para produtos espaciais de altíssima tecnologia, devido as suas características que permitem alta durabilidade e resistência (Garcez, 2011). No Quadro 1 observa-se a caracterização de cada setor.

Quadro 1 - Setores da indústria de cerâmica

Setor/Exemplo	Conceito
<p>Vermelha</p> 	Compreende materiais com coloração avermelhada empregados na construção civil (tijolos, blocos, telhas, elementos vazados, lajes, tubos cerâmicos e argilas expandidas) e utensílios de uso doméstico e de adorno. Os azulejos muitas vezes são enquadrados neste grupo, porém, o mais adequado é na categoria Revestimento.
<p>Branca</p> 	Compreende materiais constituídos por um corpo branco e, em geral, recobertos por uma camada vítrea transparente e incolor e que eram assim agrupados pela cor branca da massa, necessária por razões estéticas e/ou técnicas. Este grupo divide-se em: louça sanitária; louça de mesa; isoladores elétricos; cerâmica artística e cerâmica técnica para fins diversos, tais como: químico, elétrico, térmico e mecânico.
<p>Refratários</p> 	Compreende uma diversidade de produtos que têm como finalidade suportar temperaturas elevadas nas condições específicas de processo e de operação dos equipamentos industriais, que, em geral, envolvem esforços mecânicos, ataques químicos, variações bruscas de temperatura e outras solicitações. Podem ser refratários isolantes,

	isolantes térmicos não refratários, fibras e lãs cerâmicas, por exemplo.
<p>Abrasivos</p> 	Parte da indústria de abrasivos, por utilizarem matérias-primas e processos semelhantes aos da cerâmica, constituem-se num segmento cerâmico. Entre os produtos mais conhecidos podemos citar o óxido de alumínio eletrofundido e o carbetto de silício.
<p>Vidro, Cimento e Cal</p> 	São três importantes segmentos cerâmicos e que, por suas particularidades, são muitas vezes considerados à parte da cerâmica.
<p>Cerâmica de Alta Tecnologia/Avançada</p> 	Desenvolvidos a partir de matérias-primas de altíssima pureza e por meio de processos rigorosamente controlados. São classificados, de acordo com suas funções, em: eletroeletrônicos, magnéticos, ópticos, químicos, térmicos, mecânicos, biológicos e nucleares, como, naves espaciais, satélites, usinas nucleares, materiais para implantes em seres humanos, aparelhos de som e de vídeo, suporte de catalisadores para automóveis, sensores (umidade, gases e outros), ferramentas de corte, brinquedos, acendedor de fogão etc.
<p>Revestimento</p> 	Usados na construção civil para revestimento de paredes, pisos, bancadas e piscinas. Recebem designações tais como: azulejo, pastilha, porcelanato, grês, lajota, piso etc. A tecnologia do porcelanato trouxe produtos de qualidade técnica e estética refinada, que em muitos casos se assemelham às rochas naturais.

Fonte: Elaboração própria com base na ANFACER (2023) e *Google Imagens* (2023)

2.3 A busca pela preservação ambiental na dinâmica do capitalismo

A mineração é, antes de tudo, uma atividade econômica, sendo assim, o objetivo principal é o lucro. A esfera organizacional está contemplada pelos empresários e pelo governo onde o empreendimento se localiza. Por vezes, não há separação conceitual entre esses dois agentes, pois a elite econômica é, também, detentora do Estado, onde no caso brasileiro essa realidade se manifesta principalmente nos municípios pouco povoados ou desprovidos de aparelhos de fiscalização (Souza, 2021; Spitz; Trudinger, 2019).

Para Marques (2015) os impactos negativos da industrialização sobre a natureza foram previstos desde a sua concepção com a mudança da produção manual que se tornou automatizada na Revolução Industrial a partir da segunda metade do

século XVIII, sendo este fato comparável à adoção da agricultura pela humanidade (Neolítico), ocasionando imensas transformações ambientais (Figura 7).

Figura 7 - Fábricas em Clichy, Paris, França
(*Fabriken in Asnières, vom Quai de Clichy ausgesehen*)



Fonte: Gogh (1887)

O pintor Vincent van Gogh (1853-1890) retratou uma extensão de fábricas liberando fumaça no subúrbio industrial de Clichy, Noroeste de Paris, na França. A paisagem retratada é dividida em três faixas horizontais: campo, fábricas e céu. Esse foi um dos primeiros registros das mudanças da paisagem, a partir das transformações econômicas, culturais e ambientais geradas pelo capitalismo.

O sistema de produção capitalista é um modo de produção de mercadorias que resultou do intenso desenvolvimento industrial inglês no século XVIII a partir da desestruturação do modo feudal e que transformou a sociedade e as relações de trabalho, direcionando-se à acumulação de capital (recursos). Por modo de produção, entende-se como os recursos naturais e culturais são apropriados, tal qual a forma que as relações humanas são organizadas (Catani, 2011).

A associação entre capitalismo e colapso ambiental já era realizada desde o século XIX pelo naturalista Lamarck, ao prever uma tendência ao colapso desencadeada por crescentes desequilíbrios ambientais antropogênicos. Marques (2015) menciona o desequilíbrio da seguinte forma:

O ser humano [...] por sua inclinação a explorar tudo o que está à sua disposição, em suma, por sua incúria por seu porvir e pelo de seus semelhantes, parece trabalhar para o aniquilamento de seus meios de

conservação e a destruição de sua própria espécie. Destruindo por toda a parte os grandes vegetais que protegem o solo para obter objetos que satisfazem sua avidez momentânea, ele conduz rapidamente à esterilidade o solo que ele habita, causa o esvaimento dos mananciais, [...] faz com que grandes partes do globo, outrora férteis e povoadas em todos os sentidos, tornem-se agora nuas, estéreis, inabitáveis e desertas (Marques, 2015, p. 14).

Na segunda metade do século XX houve encontros com entidades governamentais de todo o globo com a ONU para discutir sobre desafios e possibilidades para um desenvolvimento sustentável. Entretanto, Dias (2017) e Krüger *et al.* (2017) afirmam que tais fóruns são de base contraditória, sendo a principal delas a conciliação do desenvolvimento do capital com uma relação menos predatória da natureza, caracterizando, portanto, uma utopia.

A primeira conferência foi realizada em Estocolmo (Suécia), em 1972, sendo o marco para eventos oficiais que tratam sobre temáticas ecológicas e ambientalistas. Os países identificaram problemas ambientais que ultrapassavam suas fronteiras, sendo necessário, então, uma discussão conjunta da realidade que se encontravam, visando as soluções. Os fóruns foram impulsionados principalmente por desastres ambientais relacionados às atividades econômicas, sendo o marco inicial o desastre de Minamata no Japão (Dias, 2017).

Vários países apresentaram resistência as medidas avaliadas, e o Brasil, na época governado por Emílio Médici, ainda no período da ditadura militar, alegou que uma estratégia sustentável traria limitações no desenvolvimento das nações do Terceiro Mundo (Dias, 2017).

Na ocasião, foi criado o Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente-PNUMA, com sede em Nairóbi (Quênia), sendo a autoridade ambiental global mais importante, responsável pela agenda internacional sobre o meio ambiente, assim como sua conservação no mundo.

A Conferência de Estocolmo também subsidiou, no contexto brasileiro, a elaboração da Lei Federal n.º 6.931 de 1981, que estabeleceu a Política Nacional de Meio Ambiente, como também, o artigo 225 da Constituição Federal de 1988, que se refere a proteção ambiental.

Outras conferências foram realizadas nas décadas seguintes e em 2015 foi elaborado o Acordo de Paris, sendo o substituto do Protocolo de Kyoto que tinha prazo estipulado até 2020. O objetivo do acordo é diminuir o aquecimento global para no

máximo 1,5 °C, com foco à preservação da vegetação. Foi assinado por 195 países e ratificado por 147 destes.

É importante ressaltar que a participação e comprometimento dos países em tais acordos ambientais também influencia as relações internacionais, e atualmente, o Brasil passa por grandes entraves com o desmatamento acelerado do bioma Amazônico, que está atrelado a grandes impactos na biodiversidade e no armazenamento de carbono. Dessa maneira, além do prescrito na Constituição, os acordos internacionais sobre meio ambiente e sustentabilidade também impõem ao Brasil a cumprir os tratados ao nível externo, quando ratificados, e interno, quando incorporados (Menezes; Struchel, 2019; Lapola, 2023).

Durante a Conferência das Nações Unidas sobre Desenvolvimento Sustentável, também chamada de Rio+20, realizada entre 13 e 22 de junho de 2012 no Rio de Janeiro, o ex-presidente do Uruguai, José Mujica, discursou: “A grande crise não é ecológica; é política”. “Sem desconhecer o caráter especificamente ambiental dessas crises, Mujica afirma aqui sem ambages que nenhuma reflexão sobre elas será fecunda sem o reconhecimento de seu caráter político” (Marques, 2015, p. 15).

As legislações de caráter ambiental possuem uma identidade integradora na sociedade, já que passa por quesitos administrativos, civis e penais. São elas que nortearão as medidas a serem seguidas à conservação da natureza, visando a manutenção dos recursos às futuras gerações, como também, a prevenção de impactos ambientais que afetam a sociedade atualmente (Schiavetti; Moraes, 2020).

A responsabilidade ambiental no meio empresarial se estabilizou a partir da década de 1990, devido à mudança de aparência e “sensibilidade” das empresas frente às alterações ambientais cada vez mais notáveis pela população global, em decorrência do avanço dos meios de comunicação, principalmente a internet. Assim, as corporações investiram em imagem e logística para a produção de um mundo mais justo e ambientalmente sustentável, através dos trabalhadores e de outras partes influenciadas pela exploração de recursos naturais (Sales; Cantu, 2021).

Atualmente, o desenvolvimento do capitalismo em países densamente povoados, a exemplo dos constituintes do BRICS+¹, poderá gerar casos de simulação de um apocalipse ecológico, sendo nas maiores cidades devido à urbanização desordenada e nas menores a intensa extração de minerais. Assim sendo, somente

¹ Acrônimo da língua inglesa referente ao acordo de cooperação entre Brasil, Rússia, Índia, China, África do Sul, Etiópia, Egito, Arábia Saudita, Irã e Emirados Árabes Unidos.

uma reorganização ecossocialista da economia global pode proteger o planeta da "barbárie" (Singh, 2023).

Verifica-se um posicionamento mais direto de Singh (2023) em abordar o termo ecossocialismo perante o auge do capital e da globalização, enquanto Sales e Cantu (2021) afirmam que a imagem e logística das empresas devem ser repensadas, numa postura menos preponderante e comprometedora politicamente.

De fato, utilizar "socialista" como sufixo para novas (e melhores) formas de organização da sociedade pode não funcionar, devido à confusão epistemológica pela média da população que não sabe previamente os conceitos-chave do cotidiano político; tem medo do que pensa ser os significados e ainda há a falta da "postura cidadã" ao buscar entendê-los (não são filósofos) (Aristóteles, 2001).

Nas últimas três décadas, desde a Rio 92, a justiça ambiental tornou-se um grito de mobilização para comunidades e movimentos sociais em todo o mundo que lutam para proteger seu ambiente e seus modos de vida contra a apropriação, a formação e a desapropriação da natureza (Álvarez; Coolsaet, 2020). Para Krüger *et al.* (2017), o Estado deve investir de forma estratégica em medidas que regulam o crescimento econômico, visando haver estabilidade em relação à preservação ambiental, como também a justiça social.

Para Marques (2015) o capitalismo no seu modelo atual possui uma irreconciliável incompatibilidade com qualquer sociedade ecologicamente equilibrada. O principal desafio se dá a partir do recuo dos atores capitalistas dos efeitos gerados, ao tenderem operar numa vertente política onde desconsideram o conhecimento científico sobre a natureza, visando exclusivamente o lucro temporário na escala de suas próprias vidas pessoais, caracterizando um seguimento antropocêntrico (Krüger *et al.*, 2017).

Neste modo, o ser humano não considera a vida em todas as suas manifestações, e ainda se esvaziou a união dos seres vivos e naturais em um único sistema. O crescimento econômico influencia no bem-estar da população e para alcançar a sustentabilidade, isto é, o elevado padrão de vida atrelado ao uso racional e a reprodução dos recursos naturais, a proteção ambiental torna-se indispensável para o desenvolvimento de uma região (Bilgaev *et al.*, 2022).

A ruptura destes tradicionais modelos é um processo lento, já que necessita alterar práticas e convencer os grupos dominantes, configurando, dessa forma, um desafio complexo. Também é necessária a adaptação dos mecanismos legais para

serem mais eficientes, incluindo investimentos financeiros. Devido a isso, o desenvolvimento sustentável apresenta ambiguidades, podendo ser considerado a utopia do século XXI (Krüger *et al.*, 2017).

Na Figura 8, observa-se um resumo da história internacional do desenvolvimento sustentável, marcos relevantes e eventos realizados pela ONU.

Figura 8 - Resumo dos principais acontecimentos relacionados ao desenvolvimento sustentável



Fonte: Elaboração própria (2023) com base em Dias (2019)

Segundo o Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento-PNUD (2016), a indústria de mineração se encaixa em todos os 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável-ODS da ONU, em maior ou menor frequência, sendo esta participação podendo ser positiva ou negativa, a depender da gestão de cada empresa.

Em relação a uma ação prática, local e empresarial, a gestão ambiental é um roteiro elaborado para a manutenção, recuperação, monitoramento e controle ambiental. O ambiente em si é todos os objetos e forças, incluindo os seres humanos

e suas ações, que influenciam a sobrevivência e o bem-estar de todos os organismos vivos (Siregar; Zulkarnain, 2021).

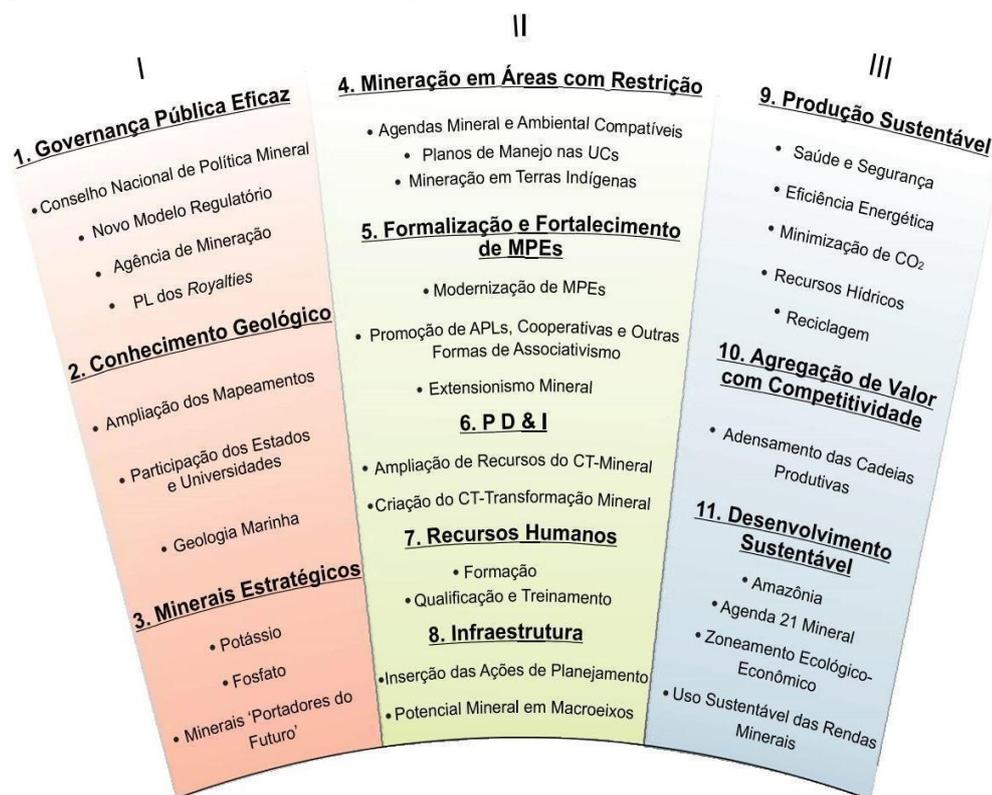
As empresas estabelecidas em um local devem estar atentas ao equilíbrio e à sustentabilidade dos recursos naturais utilizados em seus processos industriais e evitar danos e poluição ao ambiente devido aos negócios e processos industriais realizados. Os impactos negativos podem se manifestar como interrupções e riscos à segurança e à saúde das comunidades vizinhas causadas pela poluição do solo, da água e do ar, incluindo o ruído das atividades industriais (Damasceno *et al.*, 2011; Siregar; Zulkarnain, 2021).

O crescimento da construção civil possui ligação com o aumento populacional, como também do poder aquisitivo. O aumento da renda média da população, a maior facilidade de financiamentos, empréstimos² e os projetos governamentais de incentivo à construção de moradias populares vêm aumentando exponencialmente a utilização das matérias-primas.

Em 2011, o Ministério de Minas e Energia publicou o Plano Nacional de Mineração 2030 (PNM 2030), fundamentado em três diretrizes: governança pública eficaz para promover o uso dos bens minerais extraídos no país, no interesse nacional; agregação de valor e adensamento de conhecimento em todas as etapas do setor mineral; sustentabilidade em todas as etapas da cadeia produtiva mineral (Brasil, 2011).

No PNM 2030 (Figura 9), se observam várias vertentes ecológicas, ambientais e sociais, com atenção ao conhecimento geológico, Unidades de Conservação e planos de manejo, recursos humanos e sustentabilidade.

² Os principais bancos brasileiros possuem programas específicos de empréstimo à construção civil para pessoas físicas, nomeados: Crédito Imobiliário Construção Bradesco, Programa João-de-Barro (Bradesco), BB Crediário Material de Construção (Banco do Brasil), Cartão Construcard (Caixa) e Construção e Reforma Caixa.

Figura 9 - 11 objetivos estratégicos do Plano Nacional de Mineração 2030

Fonte: Brasil (2011)

Conforme Brasil (2011), o segmento da transformação é o elo da cadeia mineral que faz interface com o setor secundário da economia, agregando valor a partir da mineração. A cerâmica vermelha está no segmento dos não-metálicos, com a cerâmica de revestimento, vidro, cal, gesso, fertilizantes e variedades de pigmentos.

Ainda segundo Brasil (2011), a previsão de produção dos minerais não metálicos, de 2015 a 2030, apresenta altas com as seguintes variáveis: o cimento aumentará 206%, a cerâmica vermelha 207% e a cerâmica de revestimento 191%. Ressalta-se que as altas estão em todas as categorias, assim, é fundamental haver planos de manejo sustentável de tais áreas, para que maiores impactos sejam evitados (Tabela 1).

Tabela 1 - Previsão de produção de alguns minerais e produtos de base mineral

Produto	Unidade	2015	2022	2030
Cimento	Mt	76	111	159
Cerâmica vermelha	Bp	103	150	215
Cerâmica de revestimento	Mm ²	1.009	1.458	2.077

Mt = Megatonelada, equivalente a um milhão de toneladas; Bp = Bilhões de peças; Mm² = Milhões de metros quadrados.

Fonte: Adaptado de Brasil (2011)

3 IMPACTOS AMBIENTAIS, SERVIÇOS ECOSSISTÊMICOS E LEGISLAÇÃO AMBIENTAL

3.1 Conceituação de impactos ambientais

Conforme Sánchez (2020), a expressão “impacto ambiental” é comumente ouvida no cotidiano, por meio de noticiários, sendo geralmente associada a danos à natureza, como, por exemplo, vazamento de óleo na exploração do petróleo, grandes queimadas e desmatamento.

Conforme a norma técnica n.º 14001 da Organização Internacional de Normalização-ISO, impacto ambiental é uma “modificação no meio ambiente, tanto adversa como benéfica, total ou parcialmente resultante de aspectos ambientais de uma organização” (ABNT, 2015, p. 3). A legislação brasileira, como mencionada anteriormente, a Resolução CONAMA n.º 1 de 1986, também conceitua impacto ambiental semelhantemente (Brasil, 2012a).

A referida Resolução ainda estabelece, em seu Artigo 2º, que é necessário um Estudo de Impacto Ambiental-EIA, para serem realizadas as atividades de extração, caso se obtenha a aprovação do órgão municipal ou estadual competente para a obtenção da licença sobre atividades que causam alterações no ambiente, dentre elas a “[...] IX - Extração de minério, inclusive os da classe II, definidas no Código de Mineração; [...]” (Brasil, 2012a). Neste caso, os minérios de classe II referem-se aos aplicados na construção civil de modo geral, incluindo argila.

Para Christofolletti (2015), o impacto ambiental é a alteração nas condições de saúde e bem-estar das pessoas e na estabilidade do ecossistema, do qual depende a sobrevivência humana. Tais mudanças podem resultar de ações acidentais ou propositais, provocando alterações direta ou indiretamente. Assim, consideram-se os efeitos e as transformações provocadas pelas ações humanas no ambiente e se refletem, por interação, nas condições ambientais que envolvem a vida.

Na interpretação ambiental, não se isola particularmente a dimensão natural, mas incluem-se as relações sociais nos âmbitos políticos, econômicos e culturais. “O social amplia a compreensão do natural, pelo uso, pela apropriação e pelo valor atribuído ao ambiente” (Suertegaray; Paula, 2019, p. 85). Os impactos ambientais têm origem nas atividades humanas, sendo a indústria a principal responsável através da utilização dos recursos naturais e posterior despejo de resíduos e poluentes na

natureza. Os efeitos desses impactos atingem todo o sistema natural, bem como a humanidade (Santos, 2006).

Em relação à indústria de cerâmica vermelha, apesar de amplamente difundida no Brasil, não são muito comuns as pesquisas de impactos ambientais, se comparadas às pesquisas voltadas às Ciências dos Materiais, que focam em melhorias da produção a partir de novas técnicas ou verificação dos procedimentos executados das técnicas já existentes, ou seja, a maioria das pesquisas foca na qualidade dos produtos elaborados, na inovação e otimização da produção. Além disso, as pesquisas sobre impactos ambientais relativos à mineração são principalmente de minerais metálicos, como, por exemplo, ferro, bauxita (alumínio) e ouro.

Apesar disso, há pelo menos um trabalho de pós-graduação relacionado aos impactos ambientais da indústria de cerâmica vermelha nos estados do Ceará, Mato Grosso do Sul, Pará, Paraná, Pernambuco, Piauí, Rio Grande do Norte, Rio Grande do Sul, Santa Catarina, São Paulo e Sergipe, mas somente duas em Programas de Pós-Graduação em Geografia (Bortolatto, 2018; Costa, 2020; Dantas, 2020; Gama, 2014; Gelenski, 2011; Grigoletti, 2001; Guimarães, 2017; Guimarães, 2018; Jesus, 2013; Linard, 2011; Monteiro, 2007; Oliveira, 2020; Santos, 2021). A única tese encontrada foi produzida no Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente da Universidade Federal de Pernambuco, mas o documento se encontra indisponível (embargado) no repositório online.

Os principais impactos relatados nas pesquisas incluem a retirada de vegetação sem um reflorestamento posterior, adicionado do uso como combustível no processo industrial; aumento de turbidez nos corpos d'água como resultado do transporte de sedimentos pela ação pluvial a partir do solo exposto; a partir da precipitação, lagos artificiais impactam a rede de drenagem, pois o escoamento do rio é desviado devido à escavação, e em dois trabalhos foram relatadas mortes por afogamento, inclusive de crianças, e também criadouros de *Aedes aegypti*, mosquito que transmite dengue, zika e chikungunha (Bortolatto, 2018; Gama, 2014); falta de fiscalização no transporte e retirada da matéria-prima; desuso de Equipamentos de Proteção Individual-EPIs; doenças de origem respiratória por conta da poeira intensa e a falta de fiscalização. No Quadro 2 se observa a frequência de ocorrência dos principais impactos relatados nas dissertações encontradas.

Quadro 2 - Levantamento das dissertações no Brasil sobre os impactos ambientais da indústria de cerâmica vermelha

REFERÊNCIA	IMPACTO						
	Desmatamento sem reflorestamento	Degradação de nascentes	Degradação da drenagem por lagos artificiais	Degradação de corpos d'água e APPs	Desuso de EPIs	Doenças respiratórias	Falta de fiscalização
Alves (2017)	x	x	x	x	x	x	x
Bortolatto (2018)	x	x	x	x	x	x	x
Costa (2020)	x	x	x	x	x	x	x
Dantas (2020)	x			x	x	x	x
Gama (2014)	x		x	x		x	x
Gelenski (2011)	x	x	x	x	x	x	x
Grigoletti (2001)	x				x	x	
Guimarães (2017)	x			x			
Jesus (2013)	x	x	x	x			x
Linard (2011)	x			x	x	x	
Monteiro (2007)	x		x		x	x	
Oliveira (2020)	x			x			
Santos (2021)	x	x	x	x	x	x	x
Frequência	100%	46%	62%	85%	69%	77%	62%

Fonte: Elaboração própria (2023)

Por estar contida em vários processos produtivos, a mineração de argila é de grande importância para a economia brasileira. Os efeitos positivos são relacionados aos aspectos sociais e econômicos, enquanto os negativos são referentes à natureza e conservação, além das condições de trabalho e da população residente nas proximidades. Assim, a mineração deve ser operada em um planejamento de exploração, configurando um gerenciamento dos estoques naturais (Paz *et al.*, 2015).

O gerenciamento ganha ainda mais destaque quando se verifica o processo de formação do solo, que segundo Guerra, Silva e Botelho (2009) depende do material de origem, clima, tempo, relevo e microrganismos. E como o tempo necessário é longo, entende-se, desta forma, o solo como um recurso natural não renovável.

Dentre as etapas produtivas das peças de cerâmica, a extração da matéria-prima e a queima são as mais impactantes na paisagem, pela supressão vegetal ocasionada, escavação do solo, a liberação de gases poluentes e a geração de resíduos carbonizados. A quantidade de rejeitos pode chegar a 10% do total da produção, implicando negativamente quando lançada ao ambiente (Alves, 2017;

Guimarães *et al.*, 2018). Classificando-se entre meio biótico, físico e antrópico, há os impactos relacionados no Quadro 3.

Quadro 3 - Impactos causados pela indústria de cerâmica vermelha

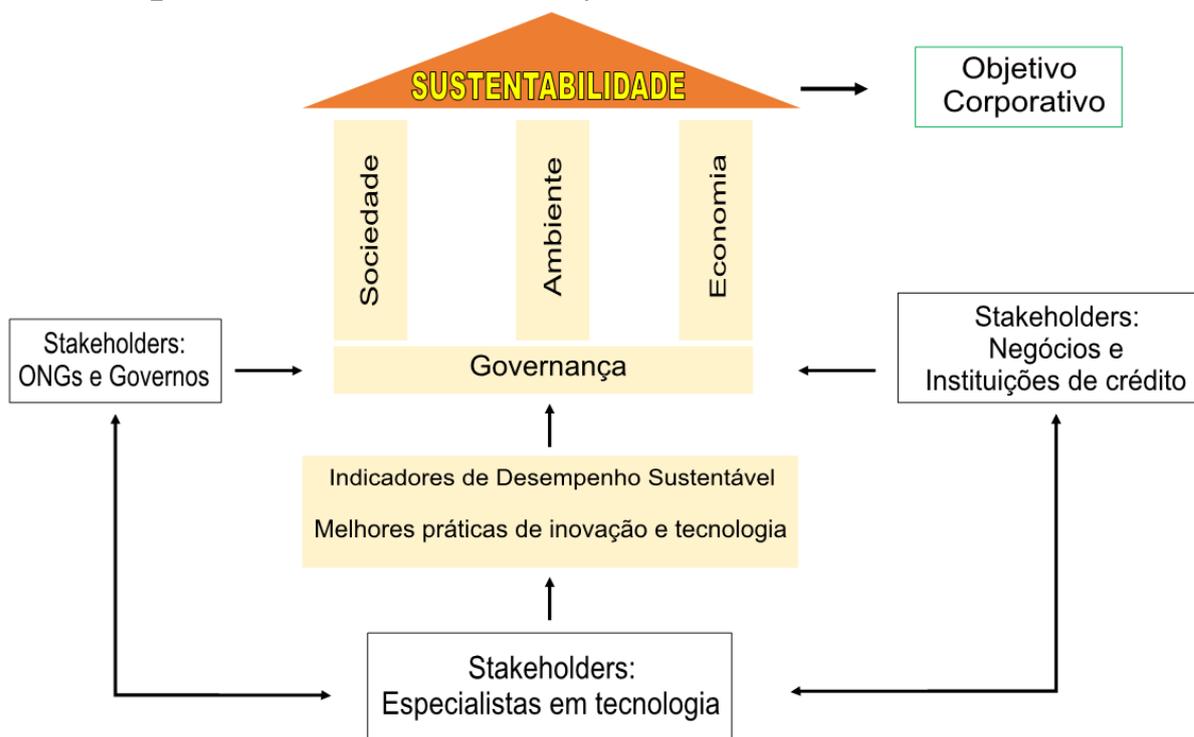
Meio Biótico	Supressão vegetal Desmatamento de APPs Degradação de APPs
Meio Físico	Modificação na estrutura do solo Alteração da superfície topográfica Intensificação de processos erosivos Alteração do sistema de drenagem natural
Meio Antrópico	Empregos precarizados Riscos à saúde Acidentes fatais

Fonte: Elaboração própria (2022) com base em Alves (2017), Bortolatto (2018), Costa (2020), Dantas (2020), Gama (2014), Gelenski (2011), Grigoletti (2001), Guimarães (2017), Jesus (2013), Linard (2011), Monteiro (2007), Oliveira (2020) e Santos (2021)

De modo geral, apesar da industrialização estar avançada e haver diversas legislações que dão suporte à sustentabilidade da natureza, a falta de fiscalização e investimentos do Estado em garantir um uso consciente são problemas que estão cada vez mais em evidência. Segundo Basu e Kumar (2004) para haver sustentabilidade em um projeto, necessita-se do cumprimento de uma meta específica ao nível local, o que, por consequência, contribuiria para a sustentabilidade geral de uma região, até escalas espaciais maiores.

A Figura 10 delinea um diagrama conceitual entre inovação e gestão de desempenho sustentável impulsionada por tecnologia, para promover o desenvolvimento sustentável na mineração. O diagrama é estruturado com três pilares: social, ambiental e econômico, que juntos contribuem para a sustentabilidade (Basu; Kumar, 2004).

Figura 10 - Estrutura conceitual para o desenvolvimento sustentável



Fonte: Adaptação e tradução própria (2023) de Basu e Kumar (2004)

Observa-se um processo multi-stakeholder, que pode assegurar uma governança eficiente. Quando delimitados, os stakeholders desempenham um papel central, fundamental à sustentabilidade. Como exemplo, Organizações Não Governamentais-ONGs e governos locais, cujo foco reside no bem-estar dos funcionários e residentes, figuram como os stakeholders sociais primários. Paralelamente, grupos ambientais e agências governamentais assumem o papel de stakeholders ambientais, contribuindo para a abordagem holística. Essa interconexão entre inovação, tecnologia, stakeholders e processos é essencial para a promoção de práticas sustentáveis em setores-chave da economia (Basu; Kamar, 2004).

Schiavetti e Moraes (2020) afirmam que desde o século XX a sociedade vem avançando na formulação de legislações, expandindo quem seria sujeito de direitos (trabalhadores, mulheres, crianças, minorias sociais...), assim como quais práticas são inadmissíveis na vivência em comunidade. Contudo, em relação ao direito ambiental existente, percebe-se um tratamento inferior se comparado aos direitos humanos supracitados, por exemplo.

Segundo o plano diretor de Itapecuru-Mirim (2006), um dos objetivos dos chamados “padrões desejáveis” está contido no Conceito n.º 2, o qual:

Os efeitos da urbanização sobre o meio ambiente e a natureza finita dos recursos naturais devem ser considerados em todos os projetos dentro do Município. **Ênfase especial deve ser dada na manutenção da saúde do sistema ambiental e na proteção dos aspectos naturais nos primeiros estágios do desenho da urbanização e do desenvolvimento.**

Diretrizes 1. Conservação dos recursos naturais e a preocupação com os efeitos, a longo prazo, das ações sobre o sistema natural, devem ser considerações primárias nas decisões do Município.

2. A cidade deve ser planejada de maneira a assegurar que o seu crescimento, a longo prazo, possa suportar e sustentar o ambiente natural (Itapecuru-Mirim/MA, 2006, p. 155, grifo meu).

Sobre as diretrizes mencionadas, observa-se a ausência de ações que visam à manutenção e ao alcance da conservação prescrita na legislação. Logo, há necessidade de que o município atue mais fortemente no controle das modificações presenciadas na paisagem, principalmente na zona urbana, onde estão os órgãos de fiscalização junto às áreas degradadas.

Para a implantação de uma indústria de cerâmica vermelha, é necessário o licenciamento ambiental, sendo uma obrigação legal para a instalação de qualquer atividade potencialmente poluidora ou degradadora do ambiente, ou que possam causar degradação ambiental, conforme a Resolução CONAMA n.º 237, de 19 de dezembro de 1997, que se refere a revisão e complementação dos procedimentos e critérios utilizados para o licenciamento ambiental. O processo de licenciamento pode ser dividido em três tipos de licenças, conforme a Figura 11.

Figura 11 - Tipos de licenças ambientais



Fonte: Elaboração própria (2023) com base em Brasil (1997)

As principais normas de gestão ambiental se referem às práticas inter-relacionadas que devem atender aos requisitos vigentes no Brasil. São elas:

- NBR ISO 9001:2008 – Sistema de Gestão da Qualidade, cujo objetivo é atender os requisitos para o cliente;
- NBR ISO 14001:2004 – Sistema de Gestão Ambiental, cujo objetivo é atender os requisitos legais e os aspectos e impactos ambientais significativos, permitindo controlar os riscos de acidentes ambientais;

O Sistema de Gestão Integrada-SGI se refere às questões ambientais, ao permitir a criticidade em relação à qualidade do produto e o equilíbrio dos fatores trabalhistas e ambientais.

Os benefícios do SGI vão além de práticas mercadológicas, ao poderem despertar a cidadania de pessoas em geral, com base na noção de direitos e deveres que transcendem os interesses individuais e empresariais e permitem outra visão de mundo, que reflete a responsabilidade de cada pessoa na construção de valores que assegurem o bem-estar humano e o respeito a todas as formas de vida em suas variadas formas (Sousa, 2017). Nesta perspectiva, no Quadro 4 se observam exemplos de tais benefícios.

Quadro 4 - Exemplos dos benefícios do SGI

Dimensão	Benefícios
Produtividade	Melhoria de qualidade e aumento da produtividade em produtos e serviços
	Economia de tempo e custos por meio da otimização dos processos de trabalho
Comunicação	Transparência dos processos internos e redução da burocracia por meio da gestão documental
	Fortalecimento da imagem da empresa e aumento na participação no mercado
	Melhoria do relacionamento com todas as partes interessadas (clientes, colaboradores, fornecedores, sociedade, meio ambiente e acionistas)
Econômica	Satisfação dos critérios dos investidores estratégicos e melhoria do acesso ao capital
	Possibilita a redução dos custos de seguros
Gestão Ambiental	Oportunidades para conservação de recursos ambientais e energia
	Permite a consideração de custos ambientais e de segurança em paralelo com os custos da qualidade

	Prevenção de reclamações, redução dos riscos e impactos ambientais, além dos riscos de acidentes com os colaboradores por meio da adoção e priorização de práticas de prevenção
	Demonstrar, para reguladores e governo, um comprometimento em obter conformidade legal e regulatória

Fonte: Elaboração própria (2023) com base em Sousa (2017)

Há ainda uma norma da Série de Avaliação da Segurança e Saúde Ocupacional-OHSAS n.º 18001:2007, cujo objetivo é controlar os riscos de acidentes e doenças ocupacionais, que deve ser seguida, numa realidade onde em muitas indústrias não há o controle sobre a saúde dos trabalhadores (*vide* Quadro 2, p. 36).

3.2 Serviços ecossistêmicos e a indústria de cerâmica vermelha

Um ecossistema corresponde aos componentes bióticos e abióticos de uma determinada área. É antiga a compreensão acerca dos ecossistemas oferecerem diversos benefícios à humanidade, contudo, é recente a abordagem científica sobre os serviços ecossistêmicos, os quais são os benefícios que as pessoas obtêm dos ecossistemas. Em outras palavras, serviços ecossistêmicos são recursos que podem ser concebidos valores econômicos (matérias-primas) (Taylor; Bennett, 2016; Vezzani, 2015).

Para Constanza *et al.* (1997), os serviços ecossistêmicos também são chamados de estoques de capital natural, fundamentais à vida na Terra, sendo que vários elementos naturais podem ser dotados de valor financeiro. Em valores corrigidos pela inflação em 2023, os autores estimam que a biosfera possua um valor extremamente alto em serviços, mesmo em áreas pequenas, já que o total se situa em média de 63 trilhões de dólares americanos por ano, representando, em certo sentido, um valor infinito.

Ainda para os autores supracitados, os serviços e funções do ecossistema não obrigatoriamente mostram uma correspondência exata de um para um, ou seja, um único serviço é o produto de duas ou mais funções do ecossistema, como também, uma única função pode resultar em dois ou mais serviços.

Explicando a distribuição da “equação” mencionada, Boyd e Banzhaf (2007) afirmam que as avaliações de desempenho ambiental são prejudicadas devido à inexistência de uma escala universal, ou seja, a falta de unidades de serviços ecossistêmicos padronizadas. Isso se deve ao fato de que inúmeros elementos podem

ser considerados serviços ecossistêmicos. No caso de um rio, por exemplo, os serviços podem ser a água para consumo ou geração de energia elétrica, a fauna aquática como possíveis alimentos e produtos comercializáveis, ainda pode servir como meio de transporte para outras áreas, uma forma de uso para turismo e lazer, enfim, inúmeras possibilidades. Para as funções, compreende-se como a manutenção da biodiversidade e da drenagem natural, a ciclagem de nutrientes, a regulação climática e o ciclo hidrológico. Sendo assim, não há exatas padronizações de interpretação, devido à grande abrangência.

Em suma, em concordância com Potschin e Haines-Young (2011) os serviços ecossistêmicos são resultados da ligação entre a Economia e a Ecologia, o qual, por um lado, a Economia visa o aumento de capital e o desenvolvimento relacionado à exploração de materiais naturais, enquanto a Ecologia se preocupa à manutenção da biodiversidade. Assim, objetiva-se com essa interpretação uma maior criticidade em relação à sustentabilidade, ligando o sistema terrestre com a ambição financeira.

No caso da indústria de cerâmica vermelha, é a partir do solo que os serviços ecossistêmicos são possibilitados, tendo em vista que o solo é onde ocorre a predominância da argila, além da estruturação vegetal, sendo base da energia necessária para a produção.

Na perspectiva de Gray (2013), a indústria de cerâmica vermelha utiliza os denominados “serviços de suporte”, que se referem às atividades humanas onde há a dependência de solos, também chamados por Constanza *et al.* (1997) como “bens do ecossistema”. Por outro lado, a utilização dos serviços de suporte afeta diretamente os serviços de regulação, que se referem ao controle natural do ambiente, sendo processos atmosféricos, terrestres e oceânicos. Em adição, há também a interpretação dos serviços de provisão, que se referem à disponibilidade de bens materiais da geodiversidade para as sociedades humanas (Santos; Costa; Cestaro, 2021). Para entendimento da interação mencionada, observa-se o fluxograma na Figura 12.

Figura 12 - Serviços ecossistêmicos e a indústria de cerâmica vermelha



Fonte: Elaboração própria (2023) com base em Gray (2013)

Conforme Evans *et al.* (2022) e a ONU (2018), a expectativa é que, em 2050, 68% da população global viva em cidades, portanto, a urbanização aumentará as pressões sobre os ecossistemas para continuarem fornecendo serviços essenciais de suporte, regulação e provisão às populações crescentes.

Constanza *et al.* (1997) também mencionam o termo “capital natural” para os serviços ecossistêmicos utilizados pelo ser humano, sendo que tal capital pode ser usado para transformar materiais, para melhorar o bem-estar humano, o qual o uso pode ou não preservar o estoque original de capital. Como mencionado anteriormente, 100% das dissertações de mestrado consultadas afirmaram não haver preservação do estoque natural, com base no desmatamento sem reflorestamento.

3.3 Exploração mineral e legislação ambiental

A história da indústria de mineração no Brasil possui vários fatos marcantes, que sempre refletiram as condições econômicas do país e tiveram um impacto significativo no desenvolvimento das atividades. Do final do século XIX até a atualidade, ocorreram eventos legislativos relacionados, sendo os notáveis, apresentados no Quadro 5.

Quadro 5 - Principais eventos legislativos relacionados à mineração no Brasil

Ano	Fato
1891	Promulgada a Constituição republicana, que vinculava a propriedade do subsolo à do solo
1907	Criado e instalado o Serviço Geológico e Mineralógico do Brasil
1931	O Presidente Getúlio Vargas defendeu a necessidade de se nacionalizarem as reservas minerais do Brasil
1937	Pela Constituição outorgada no Estado Novo, o aproveitamento de jazidas minerais passou a ser autorizado somente a brasileiros ou empresas constituídas por brasileiros
1940	Decreto-Lei ³ n.º 1.985, de 29 de março, denominado Código de Minas, define os direitos sobre as jazidas e minas, estabelece o regime do seu aproveitamento e regula a intervenção do Estado na indústria de mineração, bem como a fiscalização das empresas que utilizam matéria prima mineral
1942	Criada a Companhia Vale do Rio Doce-CVRD
1969	Criada a Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais-CPRM
1967	Decreto-Lei n.º 227, de 28 de fevereiro, denominado de Código da Mineração (Dá nova redação ao Decreto-lei n.º 1.985, de 29 de janeiro de 1940, Código de Minas)
1970	Iniciada a implantação do Projeto RADAM, um dos mais importantes projetos de cartografia geológica e de recursos naturais na região amazônica
1989	Criada o regime de permissão de lavra garimpeira, pela Lei n.º 7.805, de 18 de julho de 1989
1989	A Lei n.º 7.990, de 28 de dezembro, definiu que a Compensação Financeira pela Exploração dos Recursos Minerais-CFEM, para fins de aproveitamento econômico, seria de até 3% sobre o valor do faturamento líquido resultante da venda do produto mineral
2008	Aprovado o Estatuto do Garimpeiro, pela Lei n.º 11.685, de 02 de junho
2011	Lançado o Plano Nacional de Mineração 2030-PNM 2030, um planejamento estratégico de longo prazo para o setor
2017	O Código de Mineração sofreu modificações, através das Medidas Provisórias 789, 790 e 791, que alteraram a alíquota da CFEM, criaram a Agência Nacional de Mineração-ANM, além de novas regras e tributos, visando modernizar a base normativa da mineração brasileira

Fonte: Elaboração própria (2023)

As discussões sobre o estado de conservação da natureza estão cada vez mais frequentes, com as interações moldadas principalmente pelos padrões de utilização da terra, tanto industriais quanto relacionados às práticas sociais de

³ Significado jurídico: Decreto com força de lei emanado do poder executivo, quando este acumula anormalmente as funções do legislativo. No Brasil, utilizou-se o modelo até a chegada da Constituição Federal de 1988, entretanto, em caso de ausência de manifestação do Congresso Nacional, os decretos anteriores à Constituição continuam ativos.

ocupação. Tais eventos derivam do contínuo avanço do capital, que tem um impacto direto sobre a natureza, seus recursos e o espaço em geral (Berbert; Luciano, 2021).

Em relação à legislação ambiental, a partir da publicação da Resolução CONAMA n.º 1 de 1986, constata-se a necessidade de melhorias na administração dos recursos naturais, assim como o uso racional para a manutenção de disponibilidade. Nesse contexto, uma legislação ativa que envolva aspectos ambientais se faz necessária, através das normas técnicas, leis e demais dispositivos legais relativos à exploração da natureza pelo ser humano.

Teoricamente, as normas existentes estão bem fundamentadas, e outro exemplo a ser citado é o que consta na Constituição Federal de 1988, em “[...] Art. 225. Todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, 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). Bem como

[...] Para assegurar a efetividade desse direito, incumbe ao poder público:
I – preservar e restaurar os processos ecológicos essenciais e prover o manejo ecológico das espécies e ecossistemas;
[...] III - definir, em todas as unidades da Federação, espaços territoriais e seus componentes a serem especialmente protegidos, sendo a alteração e a supressão permitidas somente através de lei, vedada qualquer utilização que comprometa a integridade dos atributos que justifiquem sua proteção;
[...] V - **exigir, na forma da lei, para instalação de obra ou atividade potencialmente causadora de significativa degradação do meio ambiente, estudo prévio de impacto ambiental, a que se dará publicidade;** [...] (Brasil, 1988, grifo meu).

Constata-se a necessidade de um planejamento ambiental para qualquer atividade exploratória de recursos naturais. Entretanto, a ausência de fiscalização, resultado da postergação do Estado, assim como a insuficiência de investimentos mantenedores, deixam tais incisos distantes da realidade. Esta situação foi afirmada, também, nas dissertações consultadas, as quais 62% apresentaram a falta de fiscalização como uma das principais problemáticas.

Em relação à indústria de cerâmica vermelha, é possível destacar leis que versam sobre as etapas de produção, em situações em que há ou não o licenciamento. O parágrafo 2º do Artigo 225 da Constituição Federal Brasileira de 1988 obriga a recuperação de áreas degradadas pela mineração, estabelecendo que “aquele que explorar recursos minerais fica obrigado a recuperar o meio ambiente

degradado de acordo com a solução técnica exigida pelo órgão público competente, na forma de lei” (Brasil, 1988).

A Lei Federal n.º 9.605, de 12 de fevereiro de 1998, que dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente, e dá outras providências, estabelece no Artigo 55 que “Executar pesquisa, lavra ou extração de recursos minerais sem a competente autorização, permissão, concessão ou licença, ou em desacordo com a obtida: Pena - detenção, de seis meses a um ano, e multa. [...] Nas mesmas penas incorre quem deixa de recuperar a área pesquisada ou explorada, nos termos da autorização, permissão, licença, concessão ou determinação do órgão competente” (Brasil, 1998). Há inúmeros exemplos onde os aludidos trechos sobre recuperação das áreas exploradas permanecem sem real aplicabilidade, como as dissertações citadas anteriormente e outros trabalhos, principalmente em localidades sem órgãos públicos estruturados.

A referida lei ainda estabelece no Artigo 44 que “Extrair de florestas de domínio público ou consideradas de preservação permanente, sem prévia autorização, pedra, areia, cal ou qualquer espécie de minerais: Pena - detenção, de seis meses a um ano, e multa” (Brasil, 1998). Apesar de muitas indústrias possuírem licenças, as áreas adjacentes a elas também são influenciadas pela produção, tendo a utilização ilegal e/ou extraoficial.

Ainda conforme a lei supracitada, o Artigo 45 versa que “Cortar ou transformar em carvão madeira de lei, assim classificada por ato do Poder Público, para fins industriais, energéticos ou para qualquer outra exploração, econômica ou não, em desacordo com as determinações legais: Pena - reclusão, de um a dois anos, e multa.” (Brasil, 1998). A mesma situação apresentada no parágrafo anterior, com as áreas adjacentes sendo afetadas.

Para a instalação da indústria de cerâmica vermelha, as legislações adotadas devem ser as apresentadas na Figura 13.

Figura 13 - Exigências legais para a indústria de cerâmica vermelha

Licença Prévia (LP)	As emissões de chaminés devem obedecer as resoluções CONAMA nº 382/2006 e nº 03/1990
Licença de Instalação (LI)	A utilização de coque verde de petróleo como combustível deve ser aprovada pelo órgão ambiental competente (municipal ou estadual)
Licença de Operação (LO)	A destinação final de resíduos sólidos produzidos deverá atender a Política Nacional de Resíduos Sólidos e as legislações estaduais e municipais
O descarte de efluentes líquidos deve atender aos parâmetros estabelecidos na Resolução CONAMA nº 375/2005, PNRS e legislações municipais e estaduais relacionadas	

Fonte: Elaboração própria (2023) com base em CPRH (2010)

Como contraprestação pelo uso econômico dos recursos minerais, há a Compensação Financeira pela Exploração de Recursos Minerais-CFEM, prevista na Constituição Federal de 1988, sendo regida pelas Leis Federais n.º 7.990/1989⁴ e 8.001/1990⁵. Segundo a ANM (Brasil, 1989), toda e qualquer pessoa física ou jurídica que possa extrair substâncias minerais para fins econômicos deve pagar a CFEM mensalmente. Ademais, caso não ocorra a venda, mas o minério é consumido, transformado ou utilizado pelo minerador, esse valor é baseado na soma de despesas diretas e indiretas até o momento do uso do produto mineral.

Referente à indústria de cerâmica vermelha, o valor da CFEM é a alíquota de 2%, a partir do cálculo do faturamento líquido, isto é, o valor da venda do produto mineral, deduzindo-se os tributos (ICMS, PIS, COFINS) que incidem na comercialização, como também as despesas com transporte e seguro.

Segundo a ANM, em 2023, o valor arrecadado pelo Estado do Maranhão através da CFEM foi R\$ 23.107.002,84, e pelo Brasil, R\$ 6.857.999.470,89. Dentre os 183 minerais contabilizados pela ANM para a categoria de cobrança, a argila está na 23º posição, com uma arrecadação de R\$ 17.964.628,32 no território nacional. No

⁴ Lei Federal 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.

⁵ Lei Federal nº 8.001, de 13 de março de 1990 - Define os percentuais da distribuição da compensação financeira de que trata a Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989, e dá outras providências.

contexto maranhense, a argila se posiciona na 8ª posição, com R\$ 110.433,40 de arrecadação.

A distribuição da CFEM, chamada também de royalties da mineração, ocorre da seguinte forma:

- 60% para o Distrito Federal e os Municípios onde ocorrer a produção;
- 15% para o Distrito Federal e os Estados onde ocorrer a produção;
- 15% para o Distrito Federal e os Municípios, quando afetados pela atividade de mineração e a produção não ocorrer em seus territórios;
- 7% para a entidade reguladora do setor de mineração;
- 1,8% para o Centro de Tecnologia Mineral-CETEM, vinculado ao Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações, para a realização de pesquisas, estudos e projetos de tratamento, beneficiamento e industrialização de bens minerais;
- 1% para o Fundo Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico-FNDCT, destinado ao desenvolvimento científico e tecnológico do setor mineral;
- 0,2% para o Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis-IBAMA, para atividades de proteção ambiental em regiões impactadas pela mineração.

Caso a atividade ocorrer em mais de um município produtor, deverá ser preenchida uma CFEM para cada um dos municípios e a divisão ocorre proporcionalmente à produção que acontece em cada um deles. Todos esses recursos devem ser utilizados a favor da sociedade.

4 O GEOSSISTEMA E A PAISAGEM COMO MÉTODO DE INTERPRETAÇÃO

Pelo senso comum, entende-se que os impactos negativos da mineração tenderiam a se restringir à mudança da paisagem e ao local onde a atividade está ocorrendo, ou seja, a mineração causaria impactos, porém eles seriam contidos espacialmente à mina. Essa informação é muitas vezes enfatizada pelas próprias empresas e agências de mineração, em uma tentativa de minimizar uma possível imagem negativa (Milanez, 2017).

Em contraponto a isso, numa perspectiva integradora, a indústria de cerâmica vermelha pode ser analisada com base no Geossistema (Bertrand, 2004). Mensurar os impactos ambientais nessa corrente epistemológica auxilia a compreensão do conjunto de elementos integrados pelo fenômeno representado pelas atividades industriais extrativistas.

Devido à complexidade de elementos que constituem a paisagem, a análise sistêmica é pertinente para compreender a totalidade por meio da interpretação dos elementos e a interação entre eles, completando, assim, uma visão integrada (Silva; Leite, 2020). Logo, o sistema pode ser definido como “[...] uma construção mental de uma organização contendo uma coleção de objetos inter-relacionados em uma dada estrutura perfazendo um todo (uma unidade) com alguma funcionalidade que o identifica como tal” (Alves, 2012, p. 96), bem como “[...] um complexo de elementos que interagem entre si” (Bertalanffy, 1968, p. 55, tradução minha).

Sobre o Geossistema, Bertrand (2004) menciona que é uma pertinente base para os projetos de ordenamento espacial, por ser compatível com a proporção humana. A maioria dos fenômenos de ação e transformação entre os elementos da paisagem, na escala do Geossistema, compreendem alguns quilômetros quadrados.

Um exemplo de como os elementos se dialogam dialeticamente é “a destruição de uma floresta pode contribuir para a elevação do lençol freático ou desencadear erosões susceptíveis de transformar radicalmente as condições ecológicas” (Bertrand, 2004, p. 147). Essa dialética é vivenciada constantemente através da socialização da natureza (Beroutchachvili; Bertrand, 1978).

Neste viés, aplica-se também a concepção da categoria geográfica paisagem, que segundo Bertrand (2004) não é somente a adição de partes, e sim uma determinada porção do espaço que resultou/resulta da combinação dinâmica. A

instabilidade dos elementos físicos, biológicos e antrópicos concebem à paisagem um conjunto particular e indissociável em constante transformação.

A categoria geográfica “paisagem” é bastante importante nos estudos ambientais, ao ser uma expressão visual e sensorial da complexa interação entre elementos naturais e atividades humanas, sendo composta de cenários únicos e dinâmicos, ou seja, a paisagem representa a história, a cultura e a ecologia de uma determinada parte do espaço. “As paisagens de nível local (ou topológico) não só são menores, porque também [...] consideram os resultados do autodesenvolvimento interno próprio dos Geossistemas, ou seja, a interação complexa entre os diversos geocomponentes” (Rodriguez; Silva; Cavalcanti, 2022, p. 67).

No contexto dos estudos ambientais, a paisagem desempenha um papel essencial. É um elemento chave na compreensão da interação entre sistemas naturais e sociais, sendo considerada uma unidade fundamental de análise. A observação e análise das características da paisagem podem fornecer informações valiosas sobre o estado do sistema, sobretudo os efeitos das atividades humanas (Ferreira, 2010).

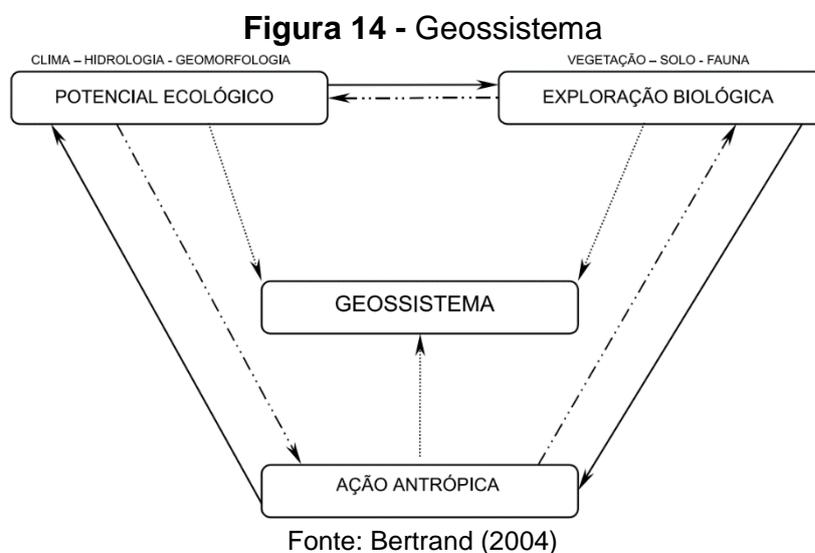
Ainda acerca dos estudos ambientais, se consideram como elementos da paisagem as formações geológicas, os solos, os cursos d'água, a vegetação e até as áreas urbanas e industriais. Cada elemento é considerado parte de um sistema interconectado, e as mudanças em um componente podem ter efeitos em cascata em toda a paisagem (Bertrand, 2004).

A análise da paisagem também pode avaliar os efeitos das atividades humanas, como expansão urbana, agricultura intensiva, exploração de recursos naturais e poluição. Ao identificar pontos críticos e vulneráveis na paisagem, é possível adquirir informações importantes para elaboração de opções sustentáveis e de políticas ambientais. Assim, a preservação e recuperação da paisagem têm um impacto positivo na qualidade de vida em geral (Dias; Mazetto, 2014).

Em resumo, a paisagem é um elemento-chave que pode fornecer um contexto complexo para a compreensão da relação entre sociedade e natureza. Ressalta-se também que os fatores estéticos da paisagem estão relacionados ao nível de percepção do sujeito, onde cada um produzirá sentido (significação) a partir da sua subjetividade (Maximiano, 2004; Ferreira, 2010). Sendo assim, “[...] a passagem de um Geossistema ao outro é marcada por uma descontinuidade de ordem ecológica” (Bertrand, 2004, p. 147).

Nesta pesquisa, por ordem ecológica, entende-se como a relação do meio abiótico com o biótico, protagonizado pelo ser humano, e será interpretado como a área de influência antrópica, representada pela indústria de cerâmica vermelha na paisagem, formando, portanto, um Geossistema, sendo a área industrial um limite para descontinuidade, apesar dos impactos se estenderem a outras continuidades (Geossistemas) (Cruz, 2015).

No planejamento ambiental, a concepção de paisagem se mostra uma grande aliada à resolução de problemas, ao ser da interação entre os elementos naturais e a ocupação humana que surgem as modificações nos fluxos materiais e energéticos, gerando danos ambientais (Ferreira, 2010). Para entendimento da interação mencionada, observa-se o fluxograma na Figura 14.



A partir da ótica bertrandiana, Ferreira e Neves (2023, p. 17) mencionam o “Geossistema como a principal fonte dos fenômenos geográficos e não apresenta uma forma fisionômica homogênea pelo fato de englobar várias paisagens distintas/complementares”, ou seja, a transformação dos Geossistemas se dá a partir dos elementos bióticos, abióticos e antropogênicos que se conectam conjuntamente. Em consonância à categoria paisagem, entende-se que o Geossistema “é formado por várias paisagens que representem os variados estágios de evolução” (Ferreira; Neves, 2023, p. 20). Em relação às indústrias de cerâmica vermelha, a evolução pode ser entendida a partir do avanço da exploração mineral e a consequente transformação da paisagem apropriada pelas empresas.

Portanto, ao passar por intervenções no seu uso e ocupação, um novo arranjo da paisagem é estruturado, como também novas relações sociais. Temporalmente, a descoberta de novos recursos naturais direcionou as transformações ocorridas, influenciando a cultura de um povo e os modelos econômicos nos quais estão inseridos (Soares, 2005).

Após a apresentação dos resultados, será apresentado um fluxograma sobre como os elementos da área de estudo se relacionam com os elementos basilares propostos por Bertrand (2004), para uma visualização sintetizada do Geossistema da indústria de cerâmica vermelha em Itapecuru-Mirim/MA.

Com base no apresentado, o trabalho foi constituído de alguns procedimentos operacionais que serão apresentados a seguir.

4.1 Procedimentos operacionais

4.1.1 Pesquisas bibliográficas

Conforme Batista e Kumada (2021), a pesquisa bibliográfica abrange dados de estudos anteriores que servem como base para a sequência das pesquisas, auxiliando na compreensão dos conceitos preexistentes. Para Marconi e Lakatos (2010), na pesquisa bibliográfica, o pesquisador tem contato direto com o que foi registrado sobre determinado assunto, em textos, vídeos e debates. Os autores ainda apontam este tipo de pesquisa como um conjunto de oito etapas: a escolha do tema, a elaboração do plano de trabalho, a identificação dos documentos, a localização dos documentos, a compilação dos dados, o fichamento, a análise e interpretação dos dados e, finalmente, a redação.

Com base em tais definições, a pesquisa bibliográfica foi realizada nas bibliotecas da Universidade Estadual do Maranhão-UEMA, Universidade Federal do Maranhão-UFMA, Universidade Ceuma-UNICEUMA e do Instituto Maranhense de Estudos Socioeconômicos e Cartográficos-IMESC. Também foram realizadas consultas em periódicos nacionais e anglófonos através dos portais eletrônicos de busca exibidos na Figura 15.

Figura 15 - Bases de consulta virtual de trabalhos científicos

Fonte: Adaptação própria (2023)

As legislações referentes aos temas abordados na pesquisa foram buscadas nos portais eletrônicos dos órgãos governamentais ao nível federal, estadual e municipal.

Em relação aos valores monetários das terras públicas apropriadas, conforme as leis municipais, a correção foi realizada através do conversor online do Banco Central do Brasil (Figura 16). No cálculo, a data inicial considerada foi relativa à publicação da lei municipal de cada caso, e a data final atualizada até janeiro de 2023.

Figura 16 - Exemplo de uso do sistema de correção de valores do Banco Central do Brasil

Dados básicos da correção pelo IGP-M (FGV)	
Dados informados	
Data inicial	09/2010
Data final	01/2023
Valor nominal	R\$ 37.000,00 (REAL)
Dados calculados	
Índice de correção no período	2,69667050
Valor percentual correspondente	169,667050 %
Valor corrigido na data final	R\$ 99.776,81 (REAL)

Fonte: Banco Central do Brasil (2023)

4.1.2 Atividades de campo

As atividades de campo foram realizadas com o objetivo da observação *in loco* da influência da ação antrópica sobre a paisagem em decorrência da instalação das indústrias de cerâmica vermelha. Foi utilizado um drone (marca *DJI* modelo *Mavic Air 2*) para capturar imagens aéreas em pontos previamente delimitados por meio da análise das imagens de satélite, como, por exemplo, áreas das indústrias, matas ciliares, processos erosivos e outras.

Foram realizadas duas visitas técnicas nos dias 24 e 25 de fevereiro de 2023, sendo uma na indústria do processo mineral da ANM n.º 806084/2007, a qual será referida ao longo da discussão como Cerâmica B; e a indústria do processo n.º

806121/2010, sendo a Cerâmica G. As atividades visaram conhecer as etapas de produção e comercialização, desde a manipulação das matérias-primas até o produto final, além de descobrir os mercados consumidores, pois se estimava que a maioria das peças era comercializada para outros municípios ou estados da federação, considerando a quantidade mensal de 3,5 milhões de peças produzidas no município, como informado pela Secretaria de Estado de Indústria e Comércio-SEINC em 2022 (Maranhão, 2022).

Além disso, estimava-se a Cerâmica B como a maior do município e a Cerâmica G como uma das secundárias, mas ainda muito significativa, por isso a escolha das duas empresas, para observar os processos produtivos e os impactos relacionados. Houve tentativa de contato com outras indústrias, mas não responderam ou mencionaram indisponibilidade. Nas duas ocasiões houve apresentações dialogadas, além de registros fotográficos (Figura 17).

Figura 17 - Pesquisadores em campo



Fonte: Acervo da pesquisa (2023)

Também foi realizada uma visita na Secretaria Municipal de Meio Ambiente no dia 31 de julho de 2023 para entender o funcionamento e a estrutura do órgão público. Um funcionário respondeu às perguntas abertas sobre a cartografia do município, dados de geodiversidade, as indústrias de cerâmica vermelha e a estrutura da secretaria em relação às demandas (Figura 18).

Figura 18 - Fachada da Secretaria Municipal de Meio Ambiente de Itapecuru-Mirim



Fonte: Acervo da pesquisa (2023)

4.1.3 Mapeamentos temáticos

Para compor a análise dos impactos relacionados à indústria de cerâmica vermelha, os mapeamentos foram elaborados a partir de Sistema de Informação Geográfica-SIG, sendo utilizado o ArcGIS 10.5, licença EFL999703439. Os estudos de impactos ambientais podem se basear no sensoriamento remoto e geoprocessamento para mapear e monitorar mudanças na paisagem ao longo do tempo. Tais ferramentas permitem análises mais precisas e abrangentes, facilitando o planejamento e a gestão sustentável dos recursos naturais (Santos *et al.*, 2022).

Inicialmente foi realizada uma busca por carta topográfica no banco de dados da Diretoria do Serviço Geográfico-DSG do exército brasileiro, onde se obteve a folha SA.23-Z-C-II-3, publicada em 1979 na escala de 1:50.000. Assim, foi produzido um *shapefile* da rede hidrográfica a partir da vetorização dos canais fluviais, adaptadas junto a imagens mais recentes do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais-INPE.

Posteriormente, foi gerado o *shapefile* das áreas das indústrias de cerâmica vermelha a partir do Sistema de Informação Geográfica da Mineração-SIGMINE mantido pela Agência Nacional de Mineração-ANM, sendo a plataforma oficial dos processos minerários ativos no país. Através do SIGMINE foram identificadas as indústrias de cerâmica vermelha presentes no município, bem como a situação legal, tamanho registrado e outras informações contidas no sistema. Juntamente com as fotografias capturadas no uso do drone, os mapas resultantes do uso dos SIGs possuem a finalidade de propor sugestões para a redução de impactos ambientais relacionados à mineração no município.

O *shapefile* do raio da zona urbana do município foi elaborado conforme a lei municipal n.º 1.510/2021, que menciona como área urbana um diâmetro de 6 km a partir da sede. Ainda foram adicionados *shapefiles* complementares, como rodovia, ferrovia, ruas e estradas adquiridas em bases de dados como IMESC (2021) e IBGE Downloads (ibge.gov.br/geociencias/downloads-geociencias).

Foi elaborado um mapa de Áreas de Preservação Permanente-APPs, a partir da ferramenta *buffer*, sendo consideradas, no foco deste estudo, as nascentes e “as faixas marginais de qualquer curso d’água natural perene e intermitente [...] (Brasil, 2012b)” em conformidade à Lei Federal n.º 12.651/2012. Dada a relevância ecológica e ambiental dessas áreas, é importante fiscalizar e monitorá-las. Para isso, a utilização de SIGs é essencial, por permitir uma análise por meio de técnicas especializadas (Fochi *et al.*, 2015; Santos; Bueno; Sampaio, 2015).

Para o mapa de declividade do terreno, que possui importância ao demonstrar as aptidões e limitações do uso da terra, foi utilizado Modelo Digital de Elevação-MDE do *Shuttle Radar Topography Mission-SRTM*, imagem s04 w045 1arc v3, do ano 2000 e resolução de 30 m, obtida na base eletrônica do Serviço Geológico dos Estados Unidos-USGS. A classificação foi realizada com base na Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária-EMBRAPA (Casseti, 2005; Fernandes *et al.*, 2013; Jenks, 1977; Pinto; Nunes; Figueiredo, 2023; Sallun; Suguio; Sallun Filho, 2007; Santos *et al.*, 2018).

O uso da terra é geralmente considerado dentro de várias definições como estando ligado a atividades humanas relacionadas com áreas ou ecossistemas específicos. É visto como uma série de ações realizadas pelo ser humano com o intuito de obter produtos e benefícios por meio da utilização dos recursos do planeta (IBGE, 2013). O mapa de cobertura e uso da terra poderá subsidiar a sustentabilidade diante das questões ambientais e econômicas relacionadas à área estudada, a partir do reconhecimento dos diferentes tipos de uso (Das; Angadi, 2021).

A técnica eficiente de classificação do uso do solo utiliza imagens de satélite para atribuir classes específicas a cada píxel da imagem, seguindo critérios definidos. Este método permite rápida identificação, diferenciação e categorização das áreas analisadas. O objetivo da classificação foi criar uma representação visual e categorizada da paisagem para apoiar a gestão ambiental e as decisões relacionadas ao uso da terra (Ribeiro; Centeno, 2001; Souza, 2023).

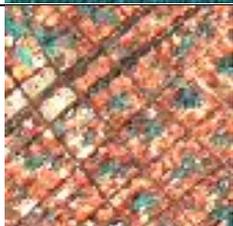
Assim, o mapa de cobertura e uso da terra foi elaborado com base em imagens do Satélite Sino-Brasileiro de Recursos Terrestres-CBERS 4A (Câmera *Wide Scan Multispectral and Panchromatic-WPM*), de 20/11/2020, com oito metros de resolução espacial, disponibilizadas pelo INPE. Foram utilizadas as bandas 3 (R), 2 (G) e 1 (B), que foram recortadas a partir do polígono da zona urbana do município (Itapecuru-Mirim, 2021).

Com base no IBGE (2013), no recorte obtido, observou-se quatro áreas de interesse para a classificação, sendo elas a mineração, residencial/comercial⁶, campestre e florestal (vegetação secundária mista). Tal classificação foi realizada a partir da ferramenta “classificação supervisionada interativa-*interactive supervised classification*”, exceto a classe de mineração, que foi vetorizada manualmente, devido à coloração similar entre as áreas de lavra e os telhados da classe residencial/comercial, pela predominância evidente de telhas de cerâmica vermelha. A classificação foi realizada através da imagem com oito metros de resolução, mas foi utilizada para comparação, uma imagem fusionada para dois metros, pela função *pansharpening*, a partir da banda 0 (pancromática).

Sendo a classificação de imagens o processo de organização dos píxeis de uma imagem em diferentes categorias ou classes, formando a representação de um ou mais temas, ela requer conhecimentos prévios da área pesquisada, portanto, neste estudo optou-se por adotar tal procedimento (Canada Centre for Remote Sensing, 2019; Mamun; Mahmood; Rahman, 2013; Mubako *et al.*, 2018). As amostras de treinamento para o estabelecimento dos píxeis foram realizadas conforme o Quadro 6.

⁶ No qual o IBGE (2013) menciona como área urbanizada, tendo a nomenclatura aqui substituída, pois o recorte realizado na pesquisa já representa o perímetro urbano no geral.

Quadro 6 - Coleta das amostras de treinamento para a classificação das imagens

Classe	Interpretação
Campestre	
Florestal (vegetação secundária mista)	
Residencial/Comercial	

Fonte: Elaboração própria (2023)

Posteriormente, obteve-se as porcentagens de cada classe da área estudada, a partir da classificação. A classe residencial/comercial, especificamente, teve como resultado a diferença com a classe de mineração vetorizada manualmente, a partir de uma subtração, onde a classe residencial/comercial representa o minuendo, e a mineração, o subtraendo. Para as demais classes, foram realizados recortes de acordo com os polígonos dos processos minerários, sendo calculados por subtração com base na presença das classes nos polígonos. Observa-se no Quadro 7 as informações que integram os dados cartográficos.

Quadro 7 - Informações que integram os dados cartográficos

Informação	Imagem	Escala/ Resolução	Fonte	Ano
Declividade	s04 w045 1arc v3	30 m	SRTM	2000
Drenagem	SA.23-Z-C-II-3	1:50.000	DSG	1979
	CBERS 4A WPM 20201120 205 117 L2	2 m	INPE	2020
Cobertura e uso da terra	CBERS 4A WPM 20201120 205 117 L2	8 m; 2 m	INPE	2020

Fonte: Elaboração própria (2023) com base em Paula (2010)

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Apresentação da área de estudo

O município de Itapecuru-Mirim se localiza no estado do Maranhão. Em relação à divisão regional, está inserido na Região Geográfica Intermediária de São Luís. Possui 1.480,641 km² de área, com uma população de 60.440 habitantes, sendo o 17º mais populoso do Maranhão. Limita-se ao Norte com os municípios de Santa Rita e Presidente Juscelino, ao Sul com Cantanhede, a Leste com Presidente Vargas e Vargem Grande e a Oeste com Miranda do Norte e Anajatuba. A sede municipal tem as seguintes coordenadas geográficas: 3°23'34.79" de Latitude Sul e 44°21'28.79" de Longitude Oeste de Greenwich. O trajeto para a capital São Luís se dá através da BR-222 até o Entroncamento, seguindo pela BR-135, em um percurso de aproximadamente 115 km (IBGE, 2022).

A povoação no município se iniciou na margem direita do rio Itapecuru em data anterior a 1768, ano em que a população pediu ao rei de Portugal um alvará de confirmação da vila, e se espalhou ao longo do tempo no sentido Leste, onde também estão as indústrias de cerâmica vermelha. Tal vila foi elevada à categoria de cidade pela Lei Provincial n.º 919 de 21/07/1870. Atualmente, o perímetro urbano do município corresponde a um raio de seis quilômetros a partir da sede, correspondendo a uma área 113,47 km², onde cerca de 60% da população reside. O Índice de Desenvolvimento Humano-IDH é 0,599 (baixo) (Itapecuru-Mirim, 2021).

Acerca da geodiversidade, o município faz parte da Bacia Sedimentar do Parnaíba. Também chamada de Bacia do Maranhão e Bacia do Meio Norte, tem origem no Paleozoico (aproximadamente 542 milhões - 251 milhões de anos atrás) e este importante sítio natural possui 600 mil km² distribuídos entre o Maranhão e o Piauí. Em relação a essa característica, o município foi tombado pelo Estado do Maranhão como Sítio Paleontológico devido ao seu valor histórico pelos decretos estaduais n.º 0215/1991 e n.º 12.955/1993. Fósseis como o do dinossauro *Amazonsaurus maranhensis* e de outras formas de vida animal e vegetal foram encontrados nas margens do rio Itapecuru, em uma área aproximada ao atual perímetro urbano do município (Carvalho; Avilla; Salgado, 2003).

A geologia do município também é constituída pelo Grupo Itapecuru⁷, composto por arenitos de granulação fina, argilitos, siltitos e conglomerados e pela Formação Barreiras, que se caracteriza por sedimentos areno-argilosos e ocasionalmente conglomeráticos de coloração róseoavermelhados, ferruginizados, parcialmente consolidados. A geomorfologia é constituída pela Superfície Maranhense com Testemunhos, caracterizada por área aplainada e os solos predominantes são Argissolos e Plintossolos. Estes três fatores subsidiam o alto número de indústrias de cerâmica vermelha na área (Itapecuru-Mirim, 2006; Klein; Sousa, 2012; IMESC, 2014).

Em relação aos Argissolos, são solos com evidente teor de argila, de cores avermelhadas ou amareladas e mais raramente brunadas ou acinzentadas, possuem acidez elevada a moderada e são medianamente profundos a profundos. Os Plintossolos compreendem solos minerais formados sob condições de restrição à percolação da água sujeitos ao efeito temporário de excesso de umidade, sendo este um fator que o caracteriza também como apto à produção de cerâmica vermelha. Predominantemente são ácidos e possuem alto teor de argila.

Quanto a hidrografia, o perímetro urbano do município é cortado pelo rio Itapecuru, além de muitos igarapés, inclusive na área onde se concentram as mineradoras, sendo os que mais sofrem impactos da produção os igarapés Cova, Picadinha e Vaca Branca, onde há décadas se observa a supressão vegetal e a instalação de novas localidades industriais.

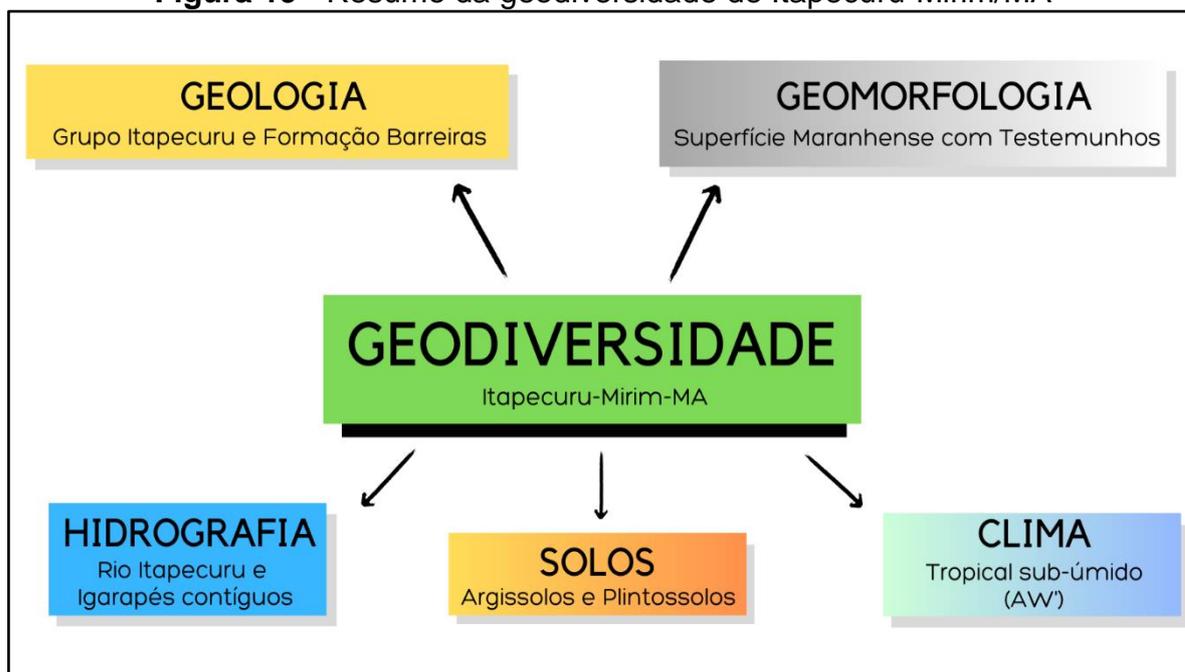
A cobertura vegetal e seu sistema radicular desempenham um importante papel na paisagem, protegendo o solo dos agentes meteorológicos (principalmente chuva e vento). Além disso, sua estrutura facilita o processo de infiltração, garante o abastecimento de água ao nível do lençol freático e fornece matéria orgânica ao solo, elemento importante para a sua estabilidade. A mata ciliar, no que lhe concerne, conserva os canais fluviais ao evitar o assoreamento quando retém os sedimentos, por exemplo. Ainda, o desenvolvimento de atividades econômicas em APPs é o

⁷ Segundo Klein e Sousa (2012, p. 71-72), a partir da descrição detalhada de depósitos do Cretáceo e Paleógeno localizados nas regiões de Alcântara-MA e Bacia de São Luís, a Formação Itapecuru foi elevada à categoria de Grupo, entretanto, ainda hoje há divergências em publicações de estudos, que tendem usar as duas nomenclaturas. Devido à utilização da categoria "Grupo" por Barros e Bandeira (2020) que organizaram um trabalho conjunto entre pesquisadores do Instituto Maranhense de Estudos Socioeconômicos e Cartográficos, Universidade Estadual do Maranhão, Universidade Federal do Maranhão, além da própria CPRM, optou-se por manter Grupo Itapecuru.

grande responsável por desequilíbrios na dinâmica geoambiental (Bezerra, 2013; Kleina *et al.*, 2017).

Conforme a classificação de Köppen, o clima é tropical sub-úmido (AW'), com dois períodos bem definidos, sendo um chuvoso (dezembro a maio) com pluviosidade média de 1.600 mm, e outro de estiagem (junho a novembro). As temperaturas variam durante o ano entre 23 e 36 °C. Em relação aos biomas, o município de Itapecuru-Mirim compreende um ecótono entre a Amazônia e o Cerrado (IMESC, 2021). Observa-se um resumo das características geoambientais na Figura 19.

Figura 19 - Resumo da geodiversidade de Itapecuru-Mirim/MA



Fonte: Elaboração própria (2023) com base em Itapecuru-Mirim (2006), IMESC (2014; 2021) e Klein e Sousa (2012)

Sendo a geodiversidade a “multiplicidade de arranjos paisagísticos em determinada área” (Anh; Simon, 2019, p. 119), para Barros e Bandeira (2020), compreender a geodiversidade auxilia determinar as características naturais, bem como, fundamentalmente, a indicar a adequação e as limitações do uso da terra.

5.2 Identificação da indústria de cerâmica vermelha em Itapecuru-Mirim/MA

O município de Itapecuru-Mirim possui 45 empresas de exploração mineral, sendo a maioria de argila (cerâmica vermelha) com 27 indústrias, localizadas

principalmente no perímetro urbano, além de 15 mineradoras de areia (principalmente no rio Itapecuru, também no perímetro urbano) e três de laterita (SIGMINE, 2023).

Nesta pesquisa serão majoritariamente citadas as indústrias que pertencem ao perímetro urbano e as que estão próximas ao limite, totalizando 21, para um mapeamento com maior detalhe, além de que estão mais próximas da (possível) atuação do poder público, sendo elas (Quadro 8):

Quadro 8 - Indústrias analisadas

Nome fictício*	Processo de licenciamento/ano**	Área (ha)***
A	806137/2006	15
B	806084/2007	49,06
C	806116/2007	15,64
D	806273/2007	3
E	806233/2007	22,19
F	806131/2009	15,31
G	806121/2010	23,27
H	806019/2010	48,74
I	806740/2010	43,01
J	806020/2010	24,37
K	806681/2011	24,05
L	806333/2012	29,56
M	806180/2013	48,09
N	806206/2013	5,59
O	806226/2013	17,09
P	806214/2014	5,66
Q	806097/2018	38,31
R	806001/2018	49,16
S	806002/2018	49,87
T	806082/2020	412,29
U	806015/2022	21,79
V	806031/2022	7,74
W	806194/2022	460,79
X	806082/2023	30
Y	806009/2023	13,14
Z	806094/2023	49,25
Total		1.521,97

* Três indústrias de mesmo nome possuem duas áreas distintas cada, e outra indústria possui três áreas distintas. Cada área é um processo de licenciamento na ANM.

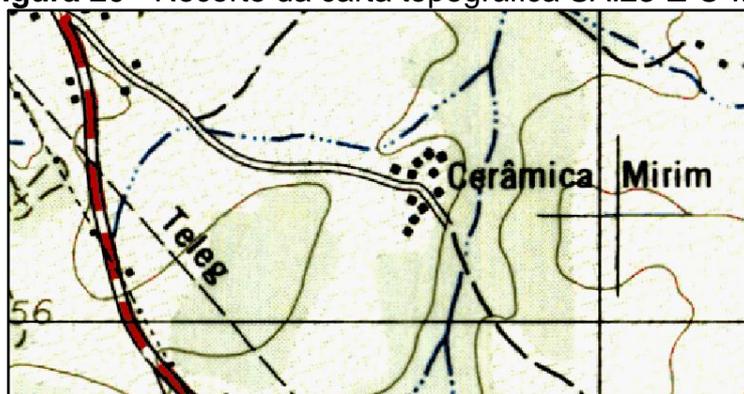
** Refere-se a data de protocolo na ANM.

*** Área mencionada do processo contido no SIGMINE, contudo, a área de atuação (impacto) das indústrias é maior.

Fonte: Elaboração própria com base no SIGMINE (2024)

Conforme observado no Quadro 8, a mais antiga indústria de cerâmica vermelha do município, segundo o número do processo do SIGMINE, é do ano de 2006, contudo, na carta topográfica da DSG anteriormente mencionada, já estava ilustrado o funcionamento desse tipo de indústria. Apresenta-se um recorte da carta para visualização (Figura 20), onde o termo “Cerâmica Mirim” se localiza onde atualmente está instalada a Cerâmica N (2013), mas, também, próximo à Cerâmica B (2007), a maior do município.

Figura 20 - Recorte da carta topográfica SA.23-Z-C-II-3



Fonte: Adaptado da DSG (1979)

Em relação aos produtos da indústria de cerâmica vermelha no município, há variedades de tijolos e telhas, conforme a Figura 21.

Figura 21 - Exemplos de produtos da indústria de cerâmica vermelha





Fonte: Elaboração própria a partir do *Google Imagens* (2023)

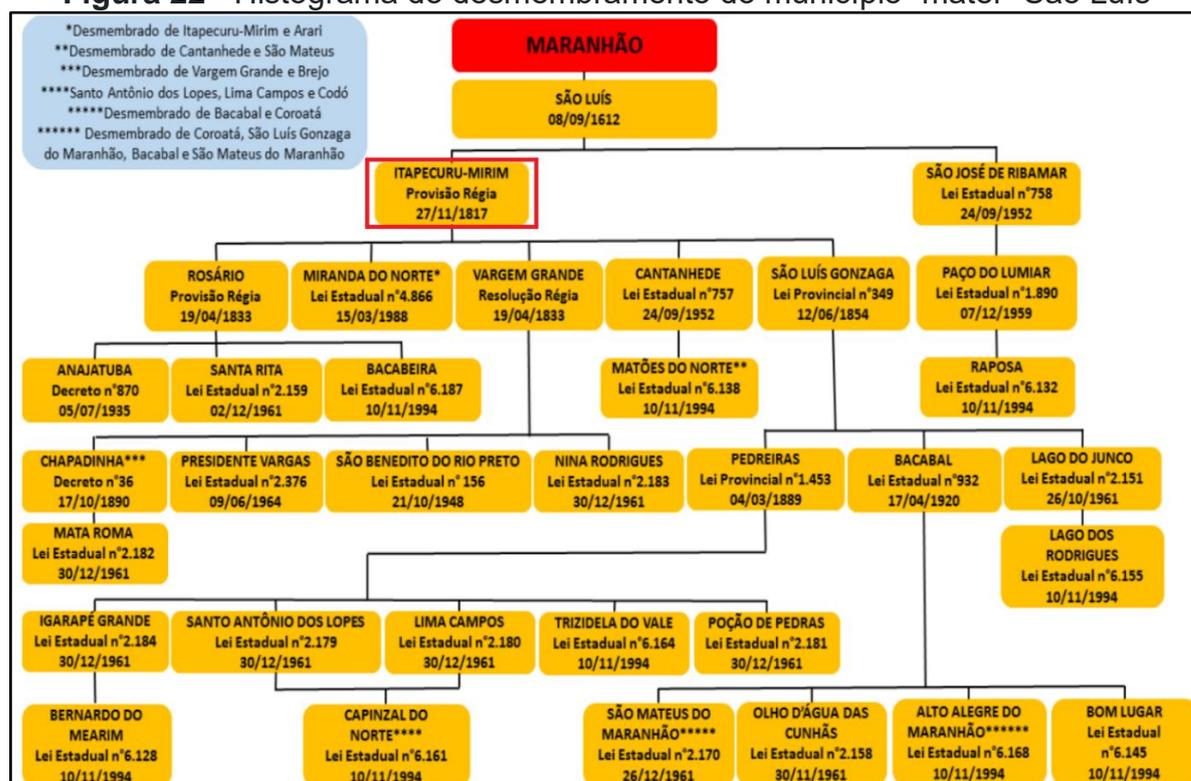
5.2.1 As indústrias de cerâmica vermelha e a apropriação das terras públicas

A política de terras no Brasil está associada ao contexto colonial e a expansão comercial europeia do século XV. Ainda hoje, o sistema de apropriação baseado no capital determina a forma de estruturação fundiária no Brasil (Guedes, 2006).

Posterior aos eventos relacionados à divisão de terras do início da colonização (Tratado de Tordesilhas e capitânicas hereditárias, por exemplo) o primeiro período de destaque da política de terras no Brasil foi em 1822 e 1850. O primeiro ano é referente à Proclamação da Independência por Dom Pedro I; e o segundo, referente à Lei de Terras de 1850, sancionada no Segundo Reinado, onde o Brasil tomou uma medida que seria determinante para a sua histórica concentração fundiária. A partir da Lei, o país optou oficialmente por ter as áreas rurais divididas em latifúndios, substituindo as pequenas propriedades.

Itapecuru-Mirim já foi parte do município “mater” São Luís, fundado em 8 de setembro de 1612 pelos franceses Daniel de La Touche e François de Rasily, na condição de França Equinocial. Três anos depois foi conquistada pelos portugueses, posteriormente pelos holandeses e em 1645 voltou ao domínio português, ano em que de fato se deu início a colonização no território (IMESC, 2021).

O município “mater” São Luís corresponde a atualmente 34 municípios, incluindo a capital do estado do Maranhão que permanece com o mesmo nome, bem como Itapecuru-Mirim, área deste estudo (Figura 22).

Figura 22 - Histograma do desmembramento do município “mater” São Luís

Fonte: Adaptado do IMESC (2021)

Com base na contextualização acima, percebe-se que o sistema de apropriação a partir do capital ainda é presente. Segundo a legislação municipal de Itapecuru-Mirim (Exemplos nos Anexos A e B), foram doados no total 239,23 hectares para as indústrias. Corrigidos pela inflação, os valores das terras totalizam R\$ 586.898,72 (Tabela 2).

Tabela 2 - Apropriação das terras públicas e valores para a indústria de cerâmica vermelha em Itapecuru-Mirim

Cerâmica	Tamanho (ha)	Valor Registrado (R\$)	Valor Corrigido (R\$)
B	3	37.000,00	99.776,81
E	32,30	29.465,91	91.465,27
H/M *	66	12.800,37 + 13.268,69 = 26.069,06	37.196,43 + 41.187,40 = 78.383,83
J	30	30.000,00	86.555,96
P	25,26	12.800,00	39.732,54
Z	85,67	86.850,00	190.984,31
Total	239,23	Não se aplica	586.898,72

* Mesma indústria, que recebeu doação em dois anos distintos

Fonte: Elaboração própria (2023) com base em Itapecuru-Mirim (2008a, 2008b, 2008c, 2008d, 2009, 2010 e 2013)

Em uma pesquisa realizada em janeiro de 2024 na OLX Brasil (olx.com.br), plataforma virtual de comércio em geral, encontraram-se terrenos no município, com o preço por hectare variando entre 20 mil e 60 mil reais. Considerando uma média de preço em 40 mil reais, multiplicados pelos números de hectares doados às indústrias de cerâmica vermelha, obtém-se um resultado muito distante do valor que se obteve após correção pela inflação (mais de nove milhões de reais), o que representa uma valorização das áreas ao longo dos últimos anos, onde, numa situação hipotética, o governo gastará mais para ter acesso a terrenos para a construção de equipamentos públicos, uma vez que foram doados a pessoas jurídicas.

Observa-se que os valores doados para a Cerâmica H/M e para a Cerâmica Z são maiores que o disponibilizado para mineração pela ANM (*vide* Quadro 8, p. 62). Neste caso, a ANM não autoriza a totalidade do terreno da indústria para exploração, mas que, por falta de fiscalização, tanto a área total, como as circunvizinhas, sofre impactos que são visíveis na paisagem.

Destaca-se o caso da Cerâmica Z, a qual a legislação menciona como contrapartida à doação, a construção de “[...] uma escola com 01 sala de aula com capacidade para 36 alunos, visando atender as demandas municipais com relação à educação” (Itapecuru-Mirim, 2013, n. p.), o que não representa equilíbrio financeiro equivalente, tendo em vista que o potencial de faturamento da área doada é de milhões de reais anuais, frente à construção de uma única escola com uma sala de aula, que não configura um padrão de escola pública (Brasil, 2014).

As doações se concentraram no período da gestão Júnior Marreca (Antônio da Cruz Filgueira Júnior), que governou o município por dois mandatos consecutivos, entre 2005 e 2012. Posteriormente, se elegeu deputado federal com a maioria dos votos originários de Itapecuru-Mirim, onde mostrou ter apoio empresarial e popular. Na atualidade, empresários do setor de cerâmica vermelha ou familiares têm sido eleitos a vereador municipal, o que mantém a associação entre políticos e empresários, como supracitado (Domingues, 2022; Guedes, 2006; Reginatto, 2015).

A apropriação das terras públicas se conecta à obra de Constanza *et al.* (1997) e Gray (2013) quando os autores mencionam a falta de consideração dos serviços ecossistêmicos de regulação nos locais, afetando a sustentabilidade dos seres humanos em relação à natureza, já que os usos que estão sendo feitos a partir das apropriações são de finalidade comercial, sem retribuição equivalente.

Além disso, considerando a reflexão de Ferreira e Neves (2023), o fenômeno político supracitado compreende a dinâmica sociocultural que se expressa na paisagem do município, sendo o reflexo da sociedade itapecuruense, isto é, a identidade em ênfase no espaço, com lógicas consolidadas.

5.3 Impactos ambientais identificados

Para a avaliação dos impactos ambientais, foram realizados trabalhos de campo em forma de visita técnica em duas indústrias, como mencionado, as Cerâmicas B e G. Tanto nestas, como nas demais, a exploração é em lavra ao ar livre, provocando grande quantidade de material particulado no ar, tornando o solo susceptível a processos de erosão, perda de minerais e de características naturais na estrutura e textura. O processo de produção é realizado geralmente com as etapas de supressão vegetal, extração, moldagem, secagem, queima, produto acabado e destinação aos consumidores.

Segundo Lopes (2015), após a supressão vegetal para se iniciar a extração, é retirada uma camada superficial de aproximadamente 20 centímetros, composta por matéria orgânica, que é reservada para usos diversos ou depositadas nas margens das estradas circunvizinhas. A partir da apresentação da Cerâmica G (Figura 23), observou-se que a matéria-prima extraída fica na área próxima aos maquinários por aproximadamente 6 meses em “descanso” antes de ir para a etapa da produção das peças.

Figura 23 - Vista aérea e parte da matéria-prima extraída na Cerâmica G



Fonte: Acervo da pesquisa (2023)

Com a exposição prolongada da argila em “descanso”, o material fica exposto à ação eólica e pluvial, implicando em escoamento superficial e transporte de sedimentos (Figura 24). Na área da indústria há um igarapé com reduzida vegetação ciliar, mas que ainda assim não impede a alteração hidrológica, ao ser observado elevadíssimo índice de turbidez na água.

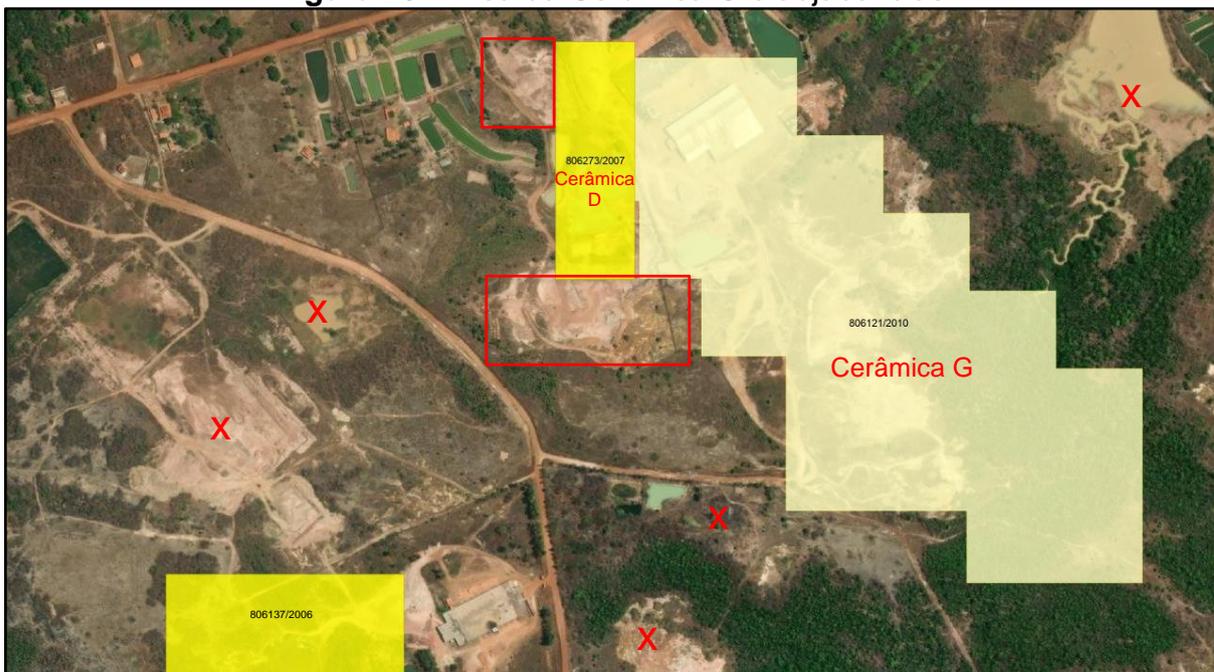
Figura 24 - Parte da matéria-prima extraída na Cerâmica G



Fonte: Acervo da pesquisa (2023)

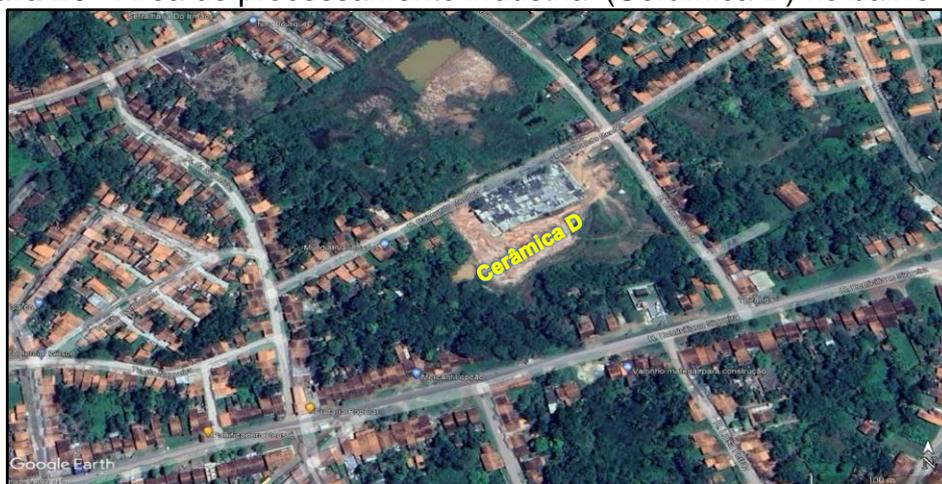
Segundo o funcionário que guiou a visita, há dois tipos de argilas para a produção dos tijolos, sendo uma branca e outra vermelha. Como relatado, a branca é mais plástica e a vermelha tem um papel de coloração e de diluição, para equilibrar a plasticidade da branca. Apesar disso, considera-se que sejam variações dos solos entre Argissolos e Plintossolos.

Através da visualização por satélite do SIGMINE (2023), observa-se que a empresa tem influência nas áreas circunvizinhas, destacadas na Figura 25 com as formas quadradas em vermelho e os “X”.

Figura 25 - Área da Cerâmica G e adjacências

Fonte: SIGMINE (2023)

Apesar da Cerâmica D possuir área para a extração, o processamento industrial é realizado em outra localidade, no bairro Torre, área residencial (Figura 26), ocasionando impactos para a população pela movimentação de caçambas e tratores, além da difusão de poeira em considerável quantidade.

Figura 26 - Área de processamento industrial (Cerâmica D) no bairro Torre

Fonte: Google Earth (2023)

O impacto da área de influência também ocorre em outras empresas, conforme a Figura 27, onde as áreas utilizadas são maiores que as áreas delimitadas pela ANM.

Figura 27 - Indústrias de cerâmica vermelha em Itapecuru-Mirim/MA



Fonte: Acervo da pesquisa (2023)

Voltando à Cerâmica G, ainda segundo o funcionário, é produzida uma quantidade de um milhão de peças mensais, sendo os tijolos de seis e oito furos e o tipo laje. Há variação no período chuvoso, onde a quantidade diminui aproximadamente 30%, pois o tempo da etapa de secagem aumenta de quatro para oito dias. Foi informado haver vendas para vários municípios do Maranhão e em algumas vezes outros estados, por meio de encomendas.

Dentre as etapas de produção está a queima da argila moldada pelas máquinas, onde o material utilizado nos fornos é o eucalipto (*Eucalyptus*) comprado da empresa Suzano Papel e Celulose S/A⁸ (Figura 28). A monocultura de eucalipto no Maranhão causa grandes impactos ambientais, como a drástica redução da biodiversidade, afeta corpos hídricos através da eutrofização, polui o solo e a água por meio do uso de fertilizantes, entre outros (Marques, 2016; Oliveira; Paz; Silveira, 2020; Wells *et al.*, 2023).

⁸ A empresa brasileira Suzano Papel e Celulose S/A é a principal fabricante mundial de celulose de eucalipto, estando dentre as maiores fabricantes de celulose em geral ao nível global. Possui operações em cerca de 60 países. No contexto maranhense, diversos trabalhos mostram os impactos relacionados à monocultura no estado (Marques, 2016; Oliveira; Paz; Silveira, 2020, entre outros.)

Figura 28 - Eucalipto em toras e tijolos empilhados na Cerâmica G



Fonte: Acervo da pesquisa (2023)

Também são utilizadas toras de madeiras de espécies diversas retiradas das áreas delimitadas à extração mineral e as circunvizinhas, conforme foi relatado e observado durante a atividade de campo, um grupo de trabalhadores com roupas informais e equipamentos simples, como facão, abastecendo uma caçamba que posteriormente foi encontrada carregada e em transporte (Figura 29).

Figura 29 - Transporte de madeira de origem irregular na Estrada do Tabuleirão, nas proximidades das indústrias de cerâmica vermelha (24/02/2023)



Fonte: Acervo da pesquisa (2023)

Em relação aos resíduos do forno, foi relatado que são praticamente inexistentes, pois o eucalipto queima completamente. Foi relatado que também se

utiliza, em menor frequência, resíduos de açai (*Euterpe oleracea*) e resíduos de serrarias (Figura 30). Sendo assim, a indústria citada utiliza três formas de combustível: as sustentáveis, como os resíduos das serrarias e do fruto mencionado, apesar da pouca quantidade, o eucalipto em maior quantidade, sendo a madeira comercial e as madeiras ilegais.

Figura 30 - Resíduos de açai e de serrarias utilizados na Cerâmica G



Fonte: Acervo da pesquisa (2023)

Em relação à quantidade de funcionários, foi relatado que há oito forneiros e 11 queimadores, mas no momento da apresentação não foi possível detalhamento, apenas o total de aproximadamente 80. Foi identificado também funcionários responsáveis pela segurança do trabalho, mas estavam em outro setor, fora dos galpões.

Nos galpões foram identificados trabalhadores sem EPIs, o que pode gerar uma diversidade de acidentes, doenças respiratórias e até câncer, pois “a sílica cristalina respirável – componente químico da argila – pode causar silicose, câncer de pulmão e insuficiência renal.” (Cocco, 2001; Doney *et al.*, 2020, p. 1, tradução minha). No caso dos forneiros, há exposição a Hidrocarbonetos Policíclicos Aromáticos-HPAs e asbesto que apresentam toxicidade elevada e podem levar a doenças respiratórias, e posteriormente o câncer de pulmão (Allen *et al.*, 2015; Peng; Mi; Jiang, 2016).

Os HPAs são um grupo de mais de 100 substâncias químicas que ocorrem naturalmente no carvão, petróleo bruto, gasolina e também são gerados durante a combustão incompleta ou pirólise de matéria orgânica e em vários processos industriais. A inalação ou contato dérmico por longos períodos pode causar câncer de pulmão e de pele (CETESB, 2018). Já o asbesto, em decomposição, provoca danos

nos alvéolos pulmonares, reduzindo a capacidade de realizar trocas gasosas, além de promover a perda da elasticidade pulmonar e da capacidade respiratória (INCA, 2023).

Como a rotina de trabalho é longa e contínua, havendo somente trocas de turnos entre os funcionários, há grande exposição a altíssimas temperaturas, pois as peças são queimadas em temperaturas próximas de 1.000 °C, sendo indispensável a utilização de EPIs para minimizar os impactos (Salicio *et al.*, 2013).

Conforme o Cadastro Geral de Empregados e Desempregados-CAGED do Ministério do Trabalho e Emprego do Brasil (2009), os trabalhadores da indústria de cerâmica vermelha possuem baixo nível de educação escolar, com a maioria estando somente na faixa do Ensino Fundamental (Tabela 3). Somado à insuficiente atuação do setor responsável pelos EPIs, os trabalhadores ficam sujeitos a mais impactos, já que há dificuldades de conseguirem empregos melhores devido à baixa qualificação profissional.

Tabela 3 - Nível educacional dos trabalhadores da indústria de cerâmica vermelha no Brasil

Nível educacional	Quantitativo	%
Analfabeto	1.794	1,8
Ensino Fundamental Incompleto	40.795	41,7
Ensino Fundamental Completo	23.149	23,7
Ensino Médio Incompleto	9.543	9,8
Ensino Médio Completo	20.682	21,1
Educação Superior Incompleta	906	0,9
Educação Superior Completa	973	1
Mestrado e Doutorado	0	0
Total	97.842	100

Fonte: CAGED (2009)

Segundo Gelenski (2011), após uma exposição de aproximadamente dez anos de trabalho na indústria de cerâmica vermelha sem o uso de máscaras, independente da função exercida, há alta probabilidade de desenvolver silicose, sendo uma condição tipicamente originada no ambiente de trabalho. Trata-se de uma doença pulmonar crônica de natureza fibrosa, de evolução progressiva e caráter irreversível. É desencadeada pela inalação de partículas de poeira contendo sílica (cristais de dióxido de silício), que está presente na argila.

A silicose é frequentemente observada em trabalhadores que lidam com matérias-primas extraídas do solo, as quais são submetidas a processos de

fracionamento. Assim, é indispensável a utilização dos EPIs, porém, constataram-se também trabalhadores com uso de roupas inapropriadas ao ambiente, tais como bermudas, camisas pessoais, inclusive modelos sem mangas e bonés (Figura 31).

Figura 31 - Trabalhadores sem EPIs e fardamento na Cerâmica G



Fonte: Acervo da pesquisa (2023)

Nas dissertações mencionadas no Quadro 2 (*vide* p. 36) nota-se que 69% dos trabalhos mencionam o desuso de EPIs, portanto, é um impacto recorrente em muitas localidades. Em relação às doenças respiratórias, a menção de 77% também é relacionada. A importância de haver o fardamento atrelado aos EPIs está pela longa exposição ao calor dos fornos, a poeira (argila em suspensão) e riscos de acidentes diversos. Observa-se o forno *Hoffman* na Figura 32 que após o processo de queima das peças, há necessidade de adentrar nos espaços internos para a retirada manual, o que requer tolerância ao calor extremo, força física e resistência elevada.

Figura 32 - Forno *Hoffman* na Cerâmica G

Fonte: Acervo da pesquisa (2023)

Por outro lado, estava em implantação o sistema de forno vagão (Figura 33), que possui tecnologia de automatização, com entrada e saída de peças de forma mais rápida e alimentação energética automatizada. Na Cerâmica B esta tecnologia já existe há algum tempo, havendo uma mescla de diferentes tipos de fornos, rudimentares e tecnológicos.

Figura 33 - Forno vagão na Cerâmica G

Fonte: Acervo da pesquisa (2023)

Próximo à Cerâmica G, há outras indústrias, e nas vias de ligação entre elas, foram observados resíduos sólidos industriais e diversos (Figura 34), ou seja, nem todos os produtos defeituosos são reaproveitados no processo de reciclagem.

Figura 34 - Resíduos sólidos diversos e industriais depositados nas vias transversais à Estrada do Tabuleirão



Fonte: Acervo da pesquisa (2023)

Em agosto de 2023, o jornal local Itapecuru Notícias divulgou um vídeo em uma rede social, exibindo uma manifestação mediante interdição da Estrada do Tabuleirão, que dá acesso às indústrias, devido à intensa poeira em suspensão, que impacta diretamente as residências nas proximidades. Foi relatado que, pelo movimento das caçambas carregadas com a matéria-prima, há o espalhamento de poeira que afeta os moradores. Ressalta-se que este problema aparece, também, em 77% das dissertações encontradas, como mencionado.

No vídeo foi possível observar a urgência nas palavras enunciadas pelo morador: “Uma reivindicação, porque, os caçambeiros vão buscar barro lá em cima e aqui *mora* muitas pessoas *oh...* (apontando) *aqui bem aqui* no canto da cerâmica *aqui oh mora mãe de família* e quando a poeira bate, invade a casa da mulher, entendeu, então a gente só pede *pra* vocês, que, vocês senhores, donos de cerâmicas, empresários, *entendeu como é as coisas*, caçambeiros, a gente pede *pra* vocês, todo

mundo, até *pelo amor de Deus*, que vocês *mande* por gentileza *aguar* (jogar água) *daqui entendeu* (apontando) do canto da cerâmica até *ali ali ali* perto do matadouro ou então até ali onde vão buscar *barro*, porque aqui também mora gente, mora *mãe de família*, *mora crianças*, *mora idosos* e a gente não aguenta mais, já basta a gente, entendeu, reivindicar por água e agora [fim do vídeo]”. Observa-se na Figura 35 a argila depositada nas margens da Estrada do Tabuleirão, além de uma residência ao lado da indústria, e a interdição realizada, devido à falta de água e à intensa poeira em suspensão.

Figura 35 – Trechos de manifestação na Estrada do Tabuleirão em 12/08/2023



Fonte: Adaptado de Itapecuru Notícias <[instagram.com/itapecurunoticias](https://www.instagram.com/itapecurunoticias)> (2023)

Em relação à Cerâmica B, a partir da apresentação pelo funcionário, foi possível perceber logo de início outra configuração de gestão de segurança do trabalho. Já na recepção, foram distribuídos capacetes para adentrar no galpão com as máquinas. A apresentação da logística da cerâmica foi semelhante, já que também produz tijolos, contudo, o principal produto é a telha canal.

A partir do relato, foi confirmada a quantidade diferente do informado pela SEINC, que, como supramencionado, previa uma quantidade de 3,5 milhões de peças mensais, entretanto, no trabalho de campo constatou-se três milhões somente em um produto (telha canal) da Cerâmica B, destoando dos dados oficiais, e mesmo no período chuvoso, a quantidade ainda fica significativa. Outros produtos correspondem a aproximadamente 100 mil/mês cada, sendo o tijolo rústico, tijolo de nove furos, laje,

bloco estrutural e canaleta, e o tijolo de seis furos representa 500 mil/mês. Em relação aos mercados consumidores, os produtos são exportados para outros municípios e estados. Especificamente, há um ponto de distribuição na capital São Luís, próximo à UEMA.

Com a maior produção e influência no município, foi observada mais tecnologia em relação a algumas etapas, com menos exposição ao trabalhador, e a utilização mensal de 2.800 m³/mês de toras de eucalipto. Observável na Figura 36, foi informado haver uma quantidade armazenada de aproximadamente 6.000 m³.

Figura 36 - Cerâmica B



Fonte: Acervo da pesquisa (2023)

Quando questionado sobre o local de extração da argila, o funcionário informou ser distante da fábrica, onde se percebeu um recuo da pergunta. Contudo, a partir do SIGMINE, foi observado que a indústria também utiliza áreas fora da delimitação oficial e próximas a ela, conforme a Figura 37.

Figura 37 - Cerâmica B (em amarelo) e Cerâmica N (em bege)



Fonte: SIGMINE (2023)

Em relação aos trabalhadores, foi verificado o uso de EPIs quase completo, faltando o uso de máscaras, mas todos estavam com fardamento da empresa e capacete (Figura 38). Foi observado o uso de madeira irregular em pequena quantidade se comparada com o eucalipto. Não foi apresentada serragem ou frutos secos. Assim como na Cerâmica G, a produção é contínua.

Figura 38 - Alimentação de forno na Cerâmica B



Fonte: Acervo da pesquisa (2023)

Foi observada uma grande quantidade de resíduos de produtos defeituosos (Figura 39), que podem ser reciclados, mas conforme o que se viu na Estrada do Tabuleirão (*vide* p. 76) não há como saber o destino exato.

Figura 39 - Resíduos de produtos defeituosos na Cerâmica B



Fonte: Acervo da pesquisa (2023)

No trabalho de Lopes (2015) também foi observada uma expressiva quantidade de produtos defeituosos em uma cerâmica no município⁹. Observa-se também a total informalidade (sem fardamento e EPIs) a qual o operário está realizando a atividade (Figura 40).

Figura 40 - Trabalhador na etapa de moldagem e produtos defeituosos



Fonte: Adaptado de Lopes (2015)

Na mesma empresa foi identificado por Lopes (2015) o excesso de fuligem através das emissões atmosféricas sem devido tratamento (chaminés sem filtros) (Figura 41).

Figura 41 - Emissões atmosféricas na etapa de queima



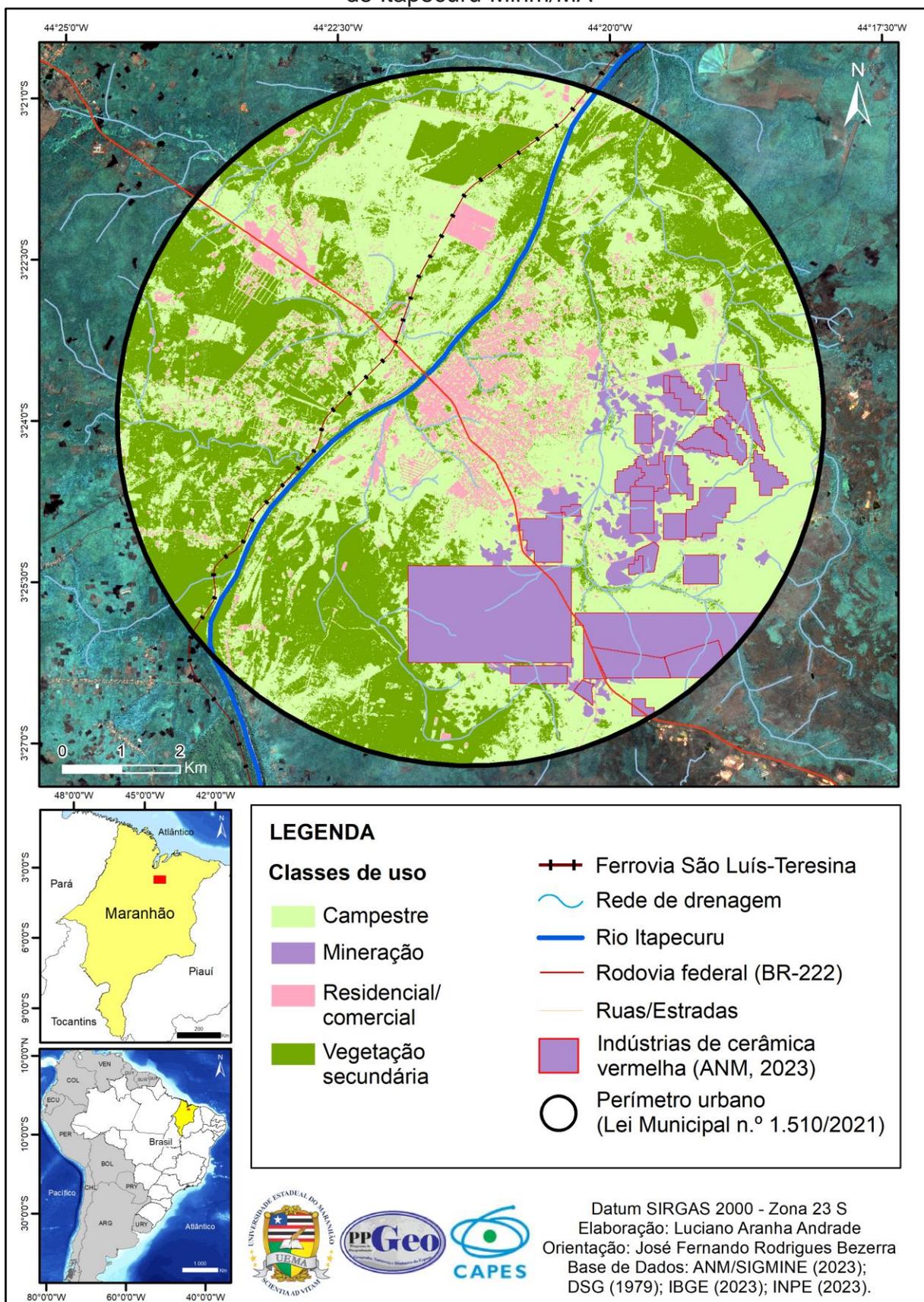
Fonte: Adaptado de Lopes (2015)

⁹ Lopes (2015) utilizou um nome fictício para a cerâmica pesquisada, mas em diálogo com o autor, foi informado que não se trata das cerâmicas visitadas neste estudo.

Acerca de outras indústrias, houve tentativa de contato via aplicativo de mensagens com o sócio-administrador da Cerâmica H/M, mas não se obteve resposta. A Cerâmica C informou que a produção estava parada devido às máquinas estarem em manutenção, inviabilizando a visita técnica, mas foi informado não haver extração de argila, sendo comprada de terceiros e ocorrendo somente a transformação na indústria, contudo, segundo o SIGMINE, a área delimitada está impactada, com os lagos em padrão desorganizado, bem como a cobertura vegetal, mas o galpão industrial não foi localizado no perímetro urbano ou nas proximidades.

Para a gestão dos recursos naturais, é importante haver o monitoramento do uso da terra. No perímetro urbano de Itapecuru-Mirim, a partir da classificação supervisionada e conforme os objetivos deste trabalho, foram identificadas quatro classes de uso da terra, sendo: mineração, residencial/comercial, campestre e florestal (vegetação secundária mista). Verifica-se a distribuição espacial das classes na Figura 42.

Figura 42 - Mapa de cobertura e uso da terra do perímetro urbano de Itapecuru-Mirim/MA



Fonte: Elaboração própria (2024)

A partir da Tabela 4, nota-se os valores de distribuição entre as classes. Verifica-se que a classe mineração apresenta valor maior que a classe residencial/comercial, o que exprime a grandiosidade da indústria de cerâmica vermelha no município.

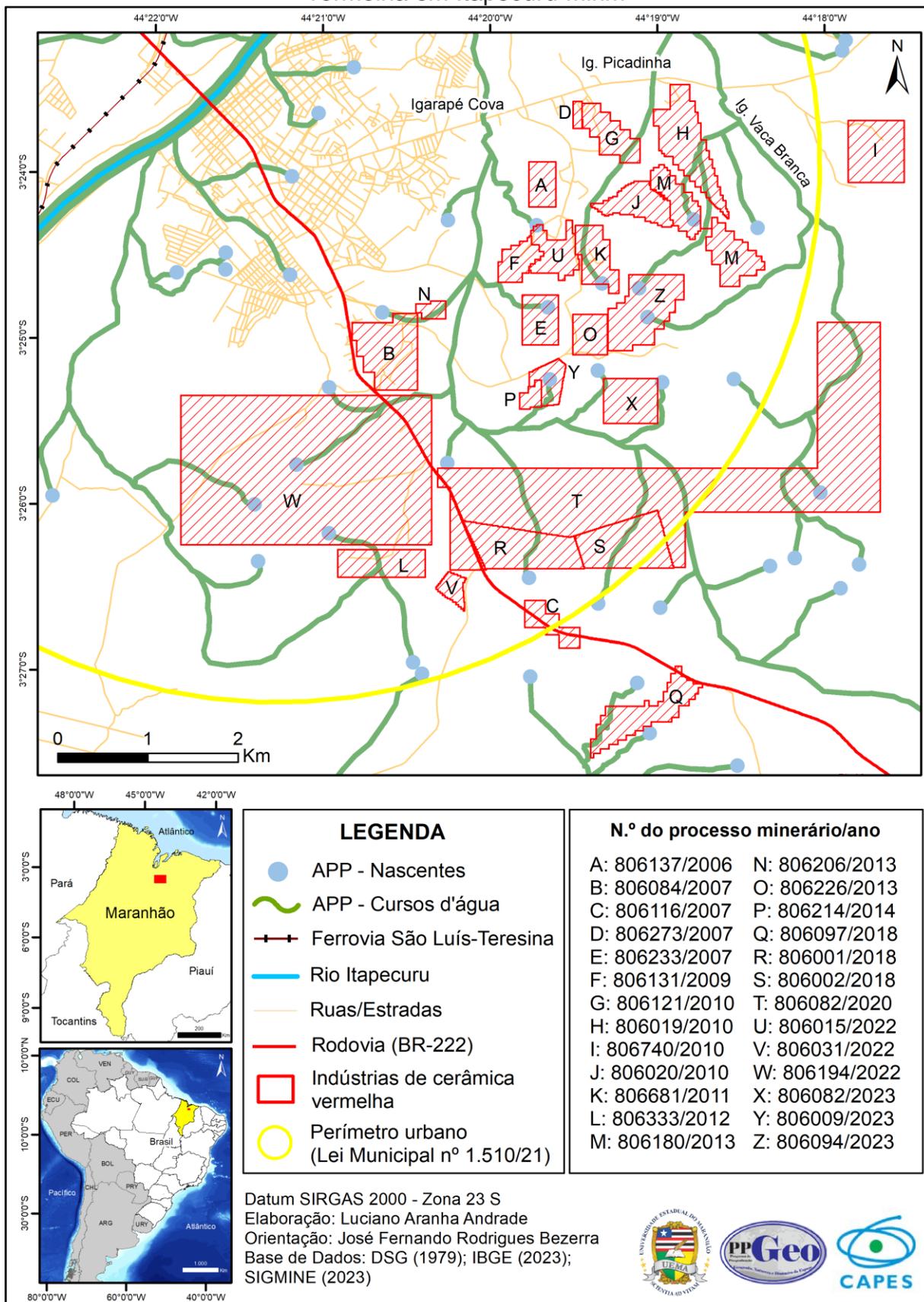
Tabela 4 - Classes de uso da terra no perímetro urbano de Itapecuru-Mirim

Classe	Área	
	Valor relativo (%)	Valor absoluto (ha)
Mineração	13	1.472
Campestre	45	5.110
Residencial/Comercial	8	914
Florestal (vegetação secundária mista)	34	3.851
Total	100	11.347

Fonte: Elaboração própria (2024)

Em relação às áreas de preservação permanente, referentes aos igarapés que compõem a área de atuação da indústria de cerâmica vermelha na área pesquisada, considerando a Lei Federal n.º 12.651 de 25 de maio de 2012, que dispõe sobre a proteção da vegetação nativa, devem ser preservados “[...] 30 (trinta) metros, para os cursos d’água de menos de 10 (dez) metros de largura [...]” (Brasil, 2012b). Essa característica engloba os igarapés presentes na área de estudo, que, portanto, são afetados pelas indústrias. Na Figura 43 se apresenta a sobreposição das indústrias em relação aos canais fluviais, e conseqüentemente, às APPs.

Figura 43 - Mapa de áreas de preservação permanente e indústrias de cerâmica vermelha em Itapecuru-Mirim



Fonte: Elaboração própria (2023)

Observa-se que grande parte das áreas de extração estão sobrepostas aos igarapés. Algumas indústrias foram licenciadas com base na Lei Federal n.º 4.771 de 15 de setembro de 1965, que designa para o caso estudado uma APP de cinco metros, enquanto a legislação de 2012 determina 30 metros, contudo, não há diferença prática, tendo em vista que há indústrias interseccionadas pelas APPs, o que torna ambas as leis aplicáveis na análise.

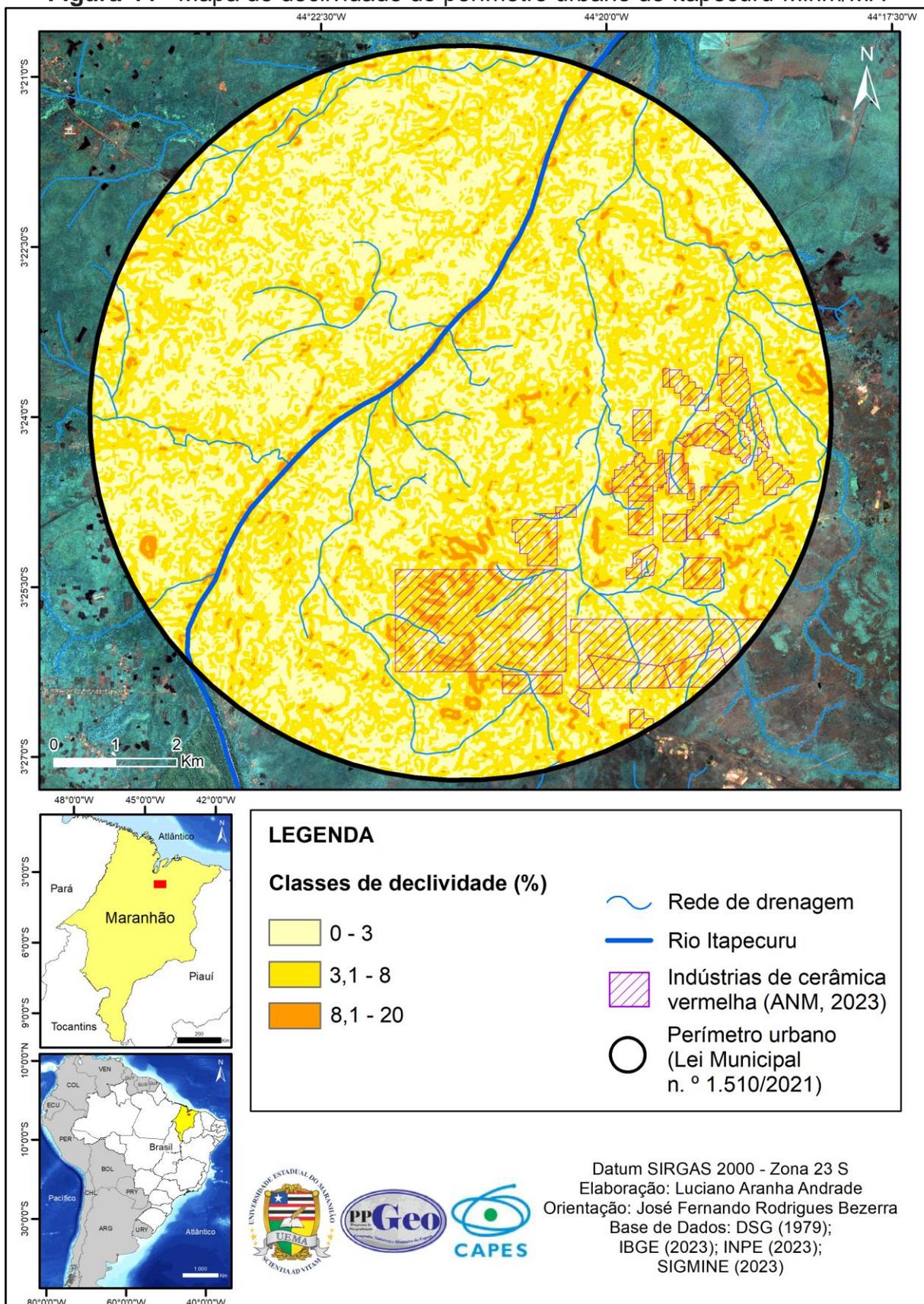
Indubitavelmente, as indústrias “T” e “W” são as que mais apresentam sobreposição fluvial, logo, são as que mais têm potencial para degradar a rede hidrográfica. Ressalta-se também a quantidade de indústrias na área próxima ao igarapé Picadinha. Apesar do resultado da indústria “D”, a fábrica de processamento se localiza em área residencial (*vide* Figura 26).

Outra característica a ser considerada é a declividade do terreno, tendo importância na manutenção das bacias hidrográficas e na análise da paisagem. Quanto maior a declividade, mais rápido ocorrerá o escoamento superficial, onde há o transporte de sedimentos das áreas mais elevadas para as mais baixas, podendo atingir a rede hidrográfica e ocasionar assoreamento (Cassetti, 2005; Colavite; Passos, 2012).

Observa-se na Figura 44, que as áreas de mineração estão localizadas nas partes mais inclinadas do perímetro urbano, o que acarreta os fenômenos supramencionados. Esse aumento na declividade potencializa a velocidade com que a água percorre o terreno, arrastando consigo partículas do solo e outros materiais, que, ao atingirem os corpos d'água, podem comprometer o equilíbrio ecossistêmico (Cassetti, 2005; Correia *et al.*, 2019).

Além do assoreamento, o impacto da mineração em áreas de declividade acentuada também ocasiona o aumento da turbidez da água devido à presença de sedimentos em suspensão, o que impacta na biodiversidade local dos igarapés e rios. Sendo assim, ao considerar a inclinação do terreno em áreas de mineração, é importante implementar práticas de gestão e planejamento do uso do solo que minimizem os impactos nas bacias hidrográficas. Há necessidade de técnicas de contenção de sedimentos, para preservar a integridade dos ecossistemas aquáticos e subsidiar a sustentabilidade das operações extrativistas, por exemplo, a partir da restauração e/ou manutenção das matas ciliares (Borges, 2018; Oliveira, 2021).

Figura 44 - Mapa de declividade do perímetro urbano de Itapecuru-Mirim/MA



A partir da Tabela 5, nota-se os valores de distribuição entre as classes de declividade para o perímetro urbano, com o predomínio evidente das duas primeiras classes, mas a presença da terceira classe nas áreas de mineração. Conforme a EMBRAPA (Santos *et al.*, 2018), predominam as formas de relevo plana e suave ondulada, contudo, as áreas de mineração apresentam formas de relevo ondulada, sendo suficientes para aumentar significativamente a intensidade do escoamento superficial (Guerra *et al.*, 2017).

Tabela 5 - Classes de declividade no perímetro urbano de Itapecuru-Mirim

Declividade (%)	Área	
	Valor relativo (%)	Valor absoluto (ha)
0 - 3	46	5220
3,1 - 8	49	5560
8,1 - 20	5	567
Total	100	11.347

Fonte: Elaboração própria (2023)

A partir das análises supracitadas, percebe-se que a atuação da gestão pública responsável pelos licenciamentos é ineficiente, devido à sobreposição de áreas de mineração em APPs. Nessa perspectiva, foi realizada uma visita à Secretaria Municipal de Meio Ambiente, para entender o seu funcionamento e organização. Inicialmente, o objetivo era conhecer a estrutura e verificar as bases de dados disponíveis e utilizadas na rotina da secretaria.

Com base no relatado, a secretaria estava composta por um gestor ambiental, o qual é um dos responsáveis pelo licenciamento, um engenheiro ambiental, um biólogo, duas estagiárias do curso técnico em Meio Ambiente do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Maranhão-IFMA, uma recepcionista e o secretário é professor, com mestrado em Letras. Em relação ao licenciamento, o município voltou a ser responsável em 2023, pois havia perdido a capacidade de realizar devido ao desmonte da secretaria em gestões anteriores, sendo realizado no período anterior a 2023 pela Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Recursos Naturais-SEMA.

O diálogo foi realizado com dois funcionários. Foi relatado que a secretaria não possui um banco de dados próprio, devido à instabilidade dos cargos e profissionais, pois, como efetivo, somente o gestor ambiental e o secretário de meio ambiente se enquadram, sendo o restante do quadro de funcionários formado por comissionados. Além disso, mesmo os dois profissionais efetivos não possuem estabilidade na

secretaria, pois em gestões anteriores estavam alocados em outros setores no universo da administração pública municipal.

Desta forma, a rotatividade de funcionários dificulta a manutenção de bases de dados e de planos de trabalhos a médio e longo prazo. Além disso, a ausência de políticas municipais também corrobora para esse cenário, a exemplo do plano diretor municipal que não foi atualizado. O plano diretor é “o instrumento básico da política de desenvolvimento e expansão urbana” sendo “parte integrante do processo de planejamento municipal”, e deve “ser revisto, pelo menos, a cada dez anos” (Brasil, 2001, n. p.).

Foi constatado que a secretaria não possui um acervo cartográfico próprio e detalhado do município para subsidiar os licenciamentos, sendo o *Google Earth* a principal fonte de informação cartográfica utilizada, o que é insuficiente. Também foi observado que os computadores são poucos e de baixa potência de uso. Na ocasião, foi apresentada brevemente aos dois funcionários a estrutura do SIGMINE e um modelo de carta topográfica, imagens de satélite e as potencialidades do geoprocessamento através do QGIS e do ArcGIS e como poderiam subsidiar melhor os licenciamentos em relação ao uso exclusivo e superficial do *Google Earth*.

Sendo assim, o município não possui um mapeamento de APPs e rede hidrográfica, bem como de solos ou qualquer outro elemento da geodiversidade. Houve o questionamento sobre a possibilidade de a secretaria estar envolvida no zoneamento urbano realizado em 2021 (Anexo C), tendo sido relatado que o raio de 6 km delimitado foi devido à quantidade de indústrias de cerâmica vermelha e como forma de prever o crescimento residencial à Noroeste e Oeste, onde se encontram conjuntos habitacionais de programas de habitação construídos recentemente.

Ainda na visita à secretaria, quando questionado sobre a Compensação Financeira pela Exploração de Recursos Minerais-CFEM, foi informado que a responsável pela cobrança é a SEMA. Em relação à quantidade de peças, o funcionário informou que a quantidade média de 3,5 milhões da SEINC está evidentemente errada, reiterando a relevância da Cerâmica B para um cenário de relevância nacional. Nas Tabelas 6 e 7, se observam os valores da CFEM das indústrias pesquisadas nas atividades de campo, sendo os valores ao longo do tempo e do ano mais recente disponível (2021) que contém a quantidade de peças. Notam-se inconsistências nos valores dos faturamentos em relação ao observado nos

campos. Há, portanto, taxas muito abaixo dos valores reais para a CFEM, configurando um grande impacto negativo das indústrias.

Tabela 6 - Compensação Financeira pela Exploração de Recursos Minerais-CFEM da Cerâmica B de 2008 até 2021 (R\$)

Ano	Jan.	Fev.	Mar.	Abr.	Mai.	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Out.	Nov.	Dez.	Total
2008	354,47	331,00	335,69	228,76	222,16	317,22	396,07	380,84	169,03	0,00	0,00	23,83	2.759,07
2009	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	39,00	36,40	37,27	37,00	3.300,00	600,00	40,00	4.089,67
2010	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	33,50	78,68	0,00	37,23	1.246,02	1.003,80	551,79	2.951,02
2011	401,08	301,87	400,42	387,31	321,82	408,54	404,50	428,95	353,85	323,89	299,46	317,06	4.348,75
2012	504,72	502,06	41,78	43,93	41,89	43,92	1.337,48	1.008,62	1.203,80	0,00	0,00	0,00	4.728,20
2013	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	46,60	42,04	44,40	2.188,65	42,37	36,08	30,08	2.430,22
2014	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2.352,66	1.336,35	561,76	87,11	0,00	4.337,88
2015	370,24	338,66	244,52	261,82	320,92	375,64	379,26	418,40	422,05	453,38	381,43	358,08	4.324,40
2016	316,49	311,91	269,01	225,20	251,10	274,00	240,40	229,72	204,02	216,40	253,83	254,20	3.046,28
2017	222,47	180,12	106,69	137,35	135,89	189,28	198,96	222,12	169,82	241,60	267,41	304,17	2.375,88
2018	391,86	255,83	259,53	188,47	171,28	188,22	279,46	369,30	368,69	402,81	375,55	413,84	3.664,84
2019	484,35	343,30	232,31	190,89	177,12	201,48	241,42	280,14	337,61	361,84	358,66	360,72	3.569,84
2020	413,77	272,19	204,24	155,94	159,03	310,65	366,03	397,57	391,52	368,95	368,22	346,80	3.754,91
2021	853,38	371,06	420,45	246,10	290,22	359,98	477,66	432,60	389,17	399,36	333,58	355,95	4.929,51

Fonte: Elaboração própria com base na ANM (2023)

Tabela 7 - Compensação Financeira pela Exploração de Recursos Minerais-CFEM da Cerâmica B em 2021 (R\$)

Período de Apuração	Quantidade de Produtos	Preço Médio	Faturamento Líquido	Valor CFEM
Jan	13.400	5,00	33.498,60	853,38
Fev	5.829	2,50	14.572,60	371,06
Mar	6.651	2,50	16.628,40	420,45
Abr	3.894	2,50	9.735,00	246,10
Mai	4.593	2,50	11.481,63	290,22
Jun	5.713	2,50	14.282,25	359,98
Jul	7.576	2,50	18.939,45	477,66
Ago	6.867	2,50	17.168,58	432,60
Set	6.206	2,50	15.514,50	389,17
Out	6.701	2,50	16.751,63	399,36
Nov	6.212	2,50	15.530,25	333,58
Dez	7.078	2,50	17.694,80	355,95
Totais	80.720	-	201.797,69	4.929,51

Fonte: Elaboração própria com base na ANM (2023)

Para maior entendimento, considerando um exemplo onde três milhões do produto tenha canal seja comercializado por mês (conforme citado pelo funcionário), no valor de 50 centavos cada, o resultado é 1,5 milhão de reais, sendo a porcentagem aproximada da CFEM em 2%, resultando no valor de 30 mil reais a ser repassado para as instituições governamentais, o que pode totalizar 360 mil reais por ano. Mesmo que o valor do exemplo seja diminuído para a metade, ou ainda outra metade além, os valores registrados na ANM são insuficientemente distantes. Observa-se nas Tabelas 8 e 9 a mesma realidade em relação à outra indústria visitada.

Tabela 8 - Compensação Financeira pela Exploração de Recursos Minerais-CFEM da Cerâmica G de 2010 a 2021 (R\$)

Ano	Jan.	Fev.	Mar.	Abr.	Mai.	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Out.	Nov.	Dez.	Total
2010	0,00	0,00	0,00	103,07	95,80	108,75	138,64	143,13	137,86	125,86	118,39	79,72	1.051,22
2011	250,55	205,35	221,53	205,77	156,75	246,75	302,21	323,67	298,57	280,19	216,03	216,69	2.924,06
2012	187,80	127,21	103,10	117,39	136,03	87,67	110,16	131,47	127,37	133,74	252,90	176,08	1.690,92
2013	118,55	74,60	62,69	72,53	61,39	91,63	97,72	97,72	89,89	90,87	79,76	91,73	1.029,08
2014	75,29	46,62	43,30	50,86	53,10	58,39	64,72	64,07	61,81	71,22	65,31	66,04	720,73
2015	108,37	76,25	81,73	66,40	70,78	97,38	112,39	86,72	81,93	84,79	73,34	72,51	1.012,59
2016	101,15	69,56	59,72	63,98	60,57	82,85	90,89	100,96	82,64	85,35	86,10	80,14	963,91
2017	82,19	63,76	70,86	77,83	78,58	72,16	69,18	111,92	100,25	111,16	105,15	89,33	1.032,37
2018	52,73	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	53,85	0,00	0,00	0,00	42,50	149,08
2019	40,94	28,14	18,91	18,56	20,42	15,71	15,26	22,44	23,26	26,27	29,10	29,73	288,74
2020	36,54	29,65	28,97	18,96	29,59	61,67	76,69	77,92	116,80	106,56	157,95	85,39	826,69
2021	79,25	51,22	62,65	72,03	50,13	49,49	170,58	55,48	57,02	58,73	49,95	46,35	802,88

Fonte: Elaboração própria com base na ANM (2023)

Tabela 9 - Compensação Financeira pela Exploração de Recursos Minerais-CFEM da Cerâmica G em 2021 (R\$)

Período Apuração	Quantidade	Preço Médio	Faturamento Líquido	Valor CFEM
Jan	1.540	4,50	6.930,00	79,25
Fev	1.092	4,50	4.914,00	51,22
Mar	1.384	4,50	6.228,00	62,65
Abr	1.404	4,50	6.318,00	72,03
Mai	1.072	4,50	4.824,00	50,13
Jun	1.092	4,50	4.914,00	49,49
Jul	1.170	4,50	5.265,00	56,92
Ago	1.219	4,50	5.485,50	55,48

Set	1.267	4,50	5.701,50	57,02
Out	1.290	4,50	5.805,00	58,73
Nov	1.110	4,50	4.995,00	49,95
Dez	1.030	4,50	4.635,00	46,35
Totais	14.670	-	66.015,00	689,22

Fonte: Elaboração própria com base na ANM (2023)

Os baixos valores refletem também quando constatado todo o contexto municipal, com R\$ 10.797,93 arrecadados em 2023, sendo R\$ 9.149,26 da argila e o restante da mineração de areia (ANM, 2023; Anexo D).

Complementando a subnotificação histórica da CFEM, a partir de observações da concessionária de energia elétrica Equatorial Maranhão Distribuidora de Energia S/A, em março de 2023 uma operação da Polícia Civil do Maranhão encontrou usos irregulares de eletricidade em indústrias de cerâmica vermelha em Itapecuru-Mirim e nos municípios de Pindaré-Mirim, Rosário e Santa Rita, com um prejuízo estimado de aproximadamente oito milhões de reais (G1 Maranhão, 2023).

Nomeada de "Operação AT" (Alta Tensão), focada em intervenções nas empresas atuantes no setor cerâmico, o desdobramento envolveu a execução de oito ordens de busca e apreensão, resultando na detenção em flagrante de cinco proprietários. Os peritos identificaram a manipulação do sistema de medição de energia por meio da conexão conhecida como "Jumper", a qual permitia o desvio total de 100% da energia consumida pelas indústrias, que resultou num prejuízo de oito milhões de reais para a concessionária de energia elétrica (G1 Maranhão, 2023; Maranhão, 2023).

Em relação aos serviços ecossistêmicos, o balanço realizado com base nos conceitos de Constanza *et al.* (1997) e Gray (2013) mostra que são muitos os desserviços prestados pela indústria de cerâmica vermelha, principalmente se considerada a insignificante taxa da CFEM repassada, como supracitado. Observa-se na Figura 45 a relação entre os serviços.

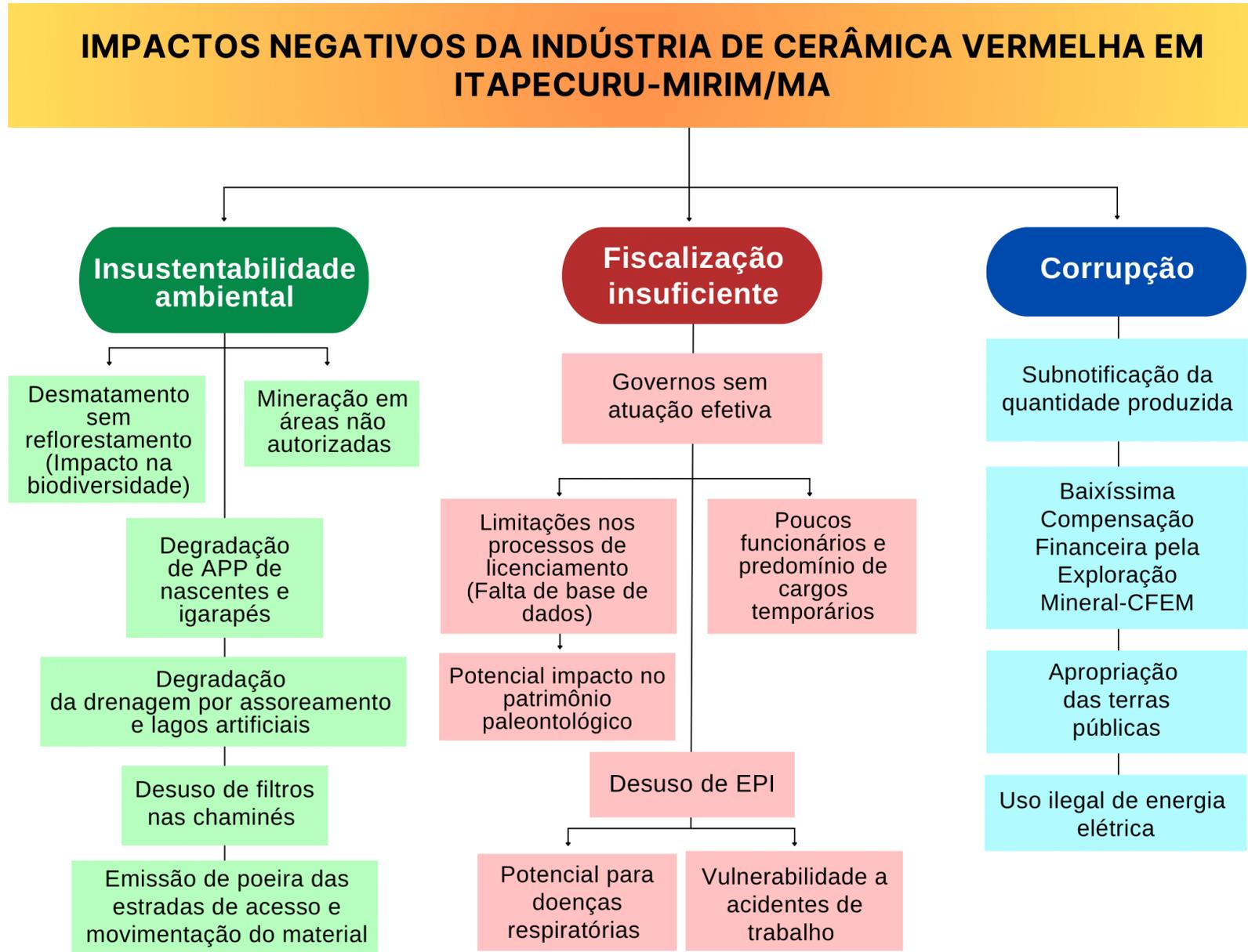
Figura 45 - Balanço dos serviços ecossistêmicos da indústria de cerâmica vermelha



Fonte: Elaboração própria (2023) com base em Constanza *et al.* (1997) e Gray (2013)

Conforme o levantamento bibliográfico apresentado no Quadro 2 (*vide* p. 36), todos os impactos mencionados são encontrados em Itapecuru-Mirim, ou seja, além do desmatamento sem reflorestamento, degradação de nascentes, degradação da drenagem por lagos artificiais, degradação de corpos d'água e APPs, desuso de EPIs, doenças respiratórias e falta de fiscalização, há ainda o histórico da apropriação das terras públicas, a subnotificação da quantidade produzida resultando no pagamento de menos impostos de compensação, o contínuo desmatamento em outras áreas não previamente delimitadas, o desuso de filtros nas chaminés, o uso ilegal de energia elétrica e a destinação inadequada de rejeitos oriundos do processo de produção. Observa-se na Figura 46 a distribuição dos impactos mencionados.

Figura 46 - Resumo



Fonte: Elaboração própria (2024)

5.4 Orientações à ocupação industrial e o futuro da indústria de cerâmica vermelha

Após mais de uma década do lançamento do Plano Nacional de Mineração 2030, pouco se avançou na elaboração de estratégias eficazes a uma produção mineral sustentável.¹⁰ No contexto maranhense, não há mapeamentos representativos, baixa participação do Estado na monitoração das áreas utilizadas e ausência de ações de planejamento e controle sobre as atividades.

Para fins de licenciamento ambiental, devem ser consideradas todas as legislações pré-existentes em relação ao empreendimento a ser instalado. Além disso, os EIAs devem ser avaliados por uma equipe multidisciplinar e, sobretudo, sólida, com disponibilidade de base de dados detalhada e atualizada, contudo, percebeu-se que o modelo de administração baseado na rotatividade e instabilidade dos funcionários é prejudicial à relação sociedade e natureza, ao impedir a realização de trabalhos que exijam considerável tempo para serem realizados.

Todavia, esta não é uma realidade exclusiva ao município de Itapecuru-Mirim, pois, mesmo na capital, a similar problemática ocorre, por exemplo, com o alto número de profissionais comissionados nas autarquias e nas secretarias de gestão e planejamento, e que não conseguem atender a quantidade de demandas da própria capital, e menos ainda do estado.

Sendo assim, o estabelecimento de uma regionalização da mineração no estado pode ser uma possibilidade de gestão, com implementação de equipes multidisciplinares e em órgão público separado das secretarias, para haver autonomia, como, por exemplo, uma autarquia¹¹. Do mesmo modo, é necessário que a SEMA seja fortalecida para que os impactos relatados sejam minimizados.

Observa-se que não há necessidade de criação de novas leis ambientais, considerando que as existentes carecem de atenção do poder público e da sociedade. No Quadro 9 relacionam-se as leis que atendem a dimensão da indústria de cerâmica vermelha, e necessitam de maiores investimentos para a aplicabilidade.

¹⁰ A falta de estratégias eficazes é evidente principalmente quando observado os desastres ambientais da mineração de metálicos nos últimos anos, como, por exemplo, os desastres de Mariana-MG (2015) e Brumadinho-MG (2019), por indústrias multibilionárias que, em tese, têm mais recursos e equipamentos disponíveis para a vigilância ambiental sobre os potenciais impactos a serem causados.

¹¹ Entidade jurídica de natureza pública, instituída por meio de legislação específica (conforme o artigo 37, XIX, da Constituição Federal). Possui patrimônio próprio e desempenham atividades características do Estado, porém de maneira descentralizada.

Quadro 9 - Políticas públicas analisadas

Política pública	Órgão responsável	Objetivo	Abrangência	Escopo de atuação/Tema prioritário
Política Nacional do Meio Ambiente (Lei Federal n.º 6.938/1981)	Congresso Nacional	A preservação, melhoria e recuperação da qualidade ambiental propícia à vida, visando assegurar, no País, condições ao desenvolvimento socioeconômico à proteção da dignidade da vida humana	Brasil	Assegurar a efetividade do direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado
Constituição Federal de 1988	Congresso Nacional	Dentre os vários, proteger o meio ambiente e a biodiversidade	Brasil	Dentre os vários, assegurar a efetividade do direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado
Constituição do Estado do Maranhão de 1989	Assembleia Legislativa do Estado do Maranhão	Dentre os vários, proteger o meio ambiente e a biodiversidade	Estado do Maranhão	Dentre os vários, assegurar a efetividade do direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado
Código de Proteção de Meio Ambiente do Estado do Maranhão (Lei Estadual n.º 5.405/1992)	Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Recursos Naturais-SEMA	A preservação, conservação, defesa, recuperação e melhoria do meio ambiente, como bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida	Estado do Maranhão	Assegurar a efetividade do direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado
Plano Diretor do Município de Itapecuru-Mirim (Lei Municipal n.º 1.026 de 29/12/2006)	Prefeitura Municipal de Itapecuru-Mirim/MA	Orientar a política de desenvolvimento urbano e rural com sustentabilidade ambiental	Município de Itapecuru-Mirim/MA	Âmbitos gerais acerca do desenvolvimento do município
Política Nacional de Resíduos Sólidos (Lei Federal n.º 12.305 de 02/08/2010)	Congresso Nacional	A gestão integrada e o gerenciamento ambientalmente adequado dos resíduos sólidos	Brasil	Pessoas físicas ou jurídicas, de direito público ou privado, responsáveis, direta ou indiretamente, pela geração de resíduos sólidos e as que desenvolvam ações relacionadas à gestão integrada ou ao gerenciamento de resíduos
Política Nacional de Educação Ambiental (Lei Federal n.º 9.795/1999)	Congresso Nacional	Promover a educação ambiental em todos os níveis de ensino e o engajamento da sociedade na conservação, recuperação e melhoria do meio ambiente	Brasil	Secretarias de meio ambiente, empresas, meios de comunicação de massa e sociedade
Lei de gestão de florestas públicas para a produção sustentável (Lei Federal n.º 11.284/2006)	Congresso Nacional	Dispõe sobre a gestão de florestas públicas para a produção sustentável; institui, na estrutura do Ministério do Meio Ambiente, o Serviço Florestal Brasileiro; cria o Fundo Nacional de Desenvolvimento Florestal e dá outras providências	Brasil	Criação do Serviço Florestal Brasileiro e delimitação de ações à gestão de florestas
Lei de sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente (Lei Federal n.º 9.605/1998)	Congresso Nacional	Dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente, e dá outras providências.	Brasil	Designar penalidades a responsáveis por atividades lesivas ao meio ambiente
Lei de proteção da vegetação nativa (Lei Federal n.º 12.651/2012)	Congresso Nacional	Proteção da vegetação nativa, principalmente áreas de proteção permanente	Brasil	Assegurar a efetividade do direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado

Fonte: Elaboração própria (2023) com base em Krüger *et al.* (2017) e informações de Brasil (1981, 1988, 1998, 1999, 2006, 2010, 2012b), Maranhão (1989, 1992) e Itapecuru-Mirim (2006)

A Constituição do Estado do Maranhão de 1989 designa alguns pontos referentes ao “meio ambiente”, sendo o Artigo 12, inciso II, alíneas “f” e “h” que posteriormente subsidiaram a elaboração do Código de Proteção de Meio Ambiente do Estado do Maranhão: “Art. 12 – Compete, ainda, ao Estado: [...] f) **Proteger o meio ambiente e combater a poluição** em qualquer de suas formas; g) Preservar as florestas, a fauna, a flora e incentivar o reflorestamento” (Maranhão, 1989, grifo meu).

Neste mesmo viés, a Política Nacional de Resíduos Sólidos (Lei Federal n.º 12.305, de 2 de agosto de 2010) destaca a importância de uma gestão adequada dos resíduos, em seu Art. 7º “São objetivos da Política Nacional de Resíduos Sólidos: I - proteção da saúde pública e da qualidade ambiental; II - não geração, redução, reutilização, reciclagem e **tratamento dos resíduos sólidos, bem como disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos**” (Brasil, 2010, grifo meu). Em relação aos resíduos, foi encontrada uma situação precária (*vide* Figura 34).

A Política Nacional de Educação Ambiental (Lei Federal n.º 9.795, de 27 de abril de 1999) direciona medidas que visam a promoção da educação ambiental, que deve ocorrer, conforme a lei, em espaços formais e não-formais. A norma esclarece que todos têm direito a ela, “[...] incumbindo: I - ao Poder Público [...] promover a educação ambiental em todos os níveis de ensino e o engajamento da sociedade na conservação, recuperação e melhoria do meio ambiente” (Brasil, 1999).

A Lei de Gestão de Florestas Públicas (Lei Federal N.º 11.284, de 2 de março de 2006) é outra que também determina a conservação do solo e demais elementos naturais, mas que, na prática, não é aplicada na área de estudo. “Art. 2º Constituem princípios da gestão de florestas públicas: I - a proteção dos ecossistemas, do solo, da água, da biodiversidade e valores culturais associados, bem como do patrimônio público” (Brasil, 2006).

Da Lei de sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente (Lei Federal N.º 9.605, de 12 de fevereiro de 1998) destaca-se a “Seção II - Dos crimes contra a flora [...] Art. 39. Cortar árvores em floresta considerada de preservação permanente, sem permissão da autoridade competente [...]” (Brasil, 1998).

Apesar das duas últimas leis citadas mencionarem o termo “floresta”, não há uma definição legal da palavra, assim, adota-se o conceito de floresta da Organização das Nações Unidas para a Agricultura e Alimentação-FAO sendo “área medindo mais de 0,5 ha com árvores maiores que 5 m de altura e cobertura de copa superior a 10%,

ou árvores capazes de alcançar estes parâmetros *in situ* [no local]" (Macdicken, 2012). Desta forma, várias áreas encontradas se enquadram na composição de floresta, necessitando de preservação e/ou manejo correto.

Recomenda-se a elaboração de Estudo(s) de Impacto de Vizinhança-EIV, estabelecido pelo Estatuto da Cidade (Lei Federal n.º 10.257/2001), no que se refere, principalmente, ao exemplo mencionado sobre a Cerâmica D (*vide*, p. 69), que apresenta um expressivo conflito de uso.

A partir de todos os dados supracitados, resgata-se a perspectiva geossistêmica de Bertrand (2004) e relaciona-se cada um dos elementos da tríade da seguinte forma, e ilustrados na Figura 47:

- Potencial ecológico (clima, hidrologia, geomorfologia): Representado pelas características geoambientais favoráveis à indústria de cerâmica vermelha, com a possibilidade de produção de milhões de peças mensais, como também, um faturamento multimilionário;
- Exploração biológica (vegetação, solo, fauna): Utilização do solo como matéria-prima e a vegetação como material para combustão nas etapas de produção. A fauna é representada pela diminuição de habitats a partir da deterioração pela indústria e as áreas adjacentes;
- Ação antrópica: A indústria em atividade, empregos precarizados, a apropriação das terras públicas para a expansão da produção e a poeira em suspensão que impacta as residências nas proximidades. Relação desequilibrada entre a sociedade e a natureza.

Figura 47 - O Geossistema e a indústria de cerâmica vermelha



Fonte: Elaboração própria (2023) com base em Beroutchachvili e Bertrand (1978) e Bertrand (2004)

O Geossistema ressalta a conexão intrínseca entre os elementos geológicos, geomorfológicos, climáticos, biológicos e sociais presentes em um ambiente específico, sendo assim, os impactos ambientais resultam em consequências significativas para a saúde dos ecossistemas, que inclui a diversidade biológica, os recursos naturais e a qualidade de vida das comunidades locais. O desmatamento, a poluição, o crescimento industrial e urbano sem controle, a exploração de recursos naturais sem planejamento e a fragmentação da paisagem são significativos impactos no Geossistema itapecuruense.

A aceção dos Geossistemas e de como seus efeitos ambientais podem se manifestar é fundamental para o desenvolvimento sustentável, ou seja, é essencial adotar abordagens de manejo e políticas eficazes que visem minimizar os efeitos adversos e fomentar a preservação dos recursos naturais, a riqueza biológica e o bem-estar das comunidades.

Considerando os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável-ODS da ONU, observam-se no Quadro 10 as aplicabilidades possíveis para a redução de impactos referentes à indústria de cerâmica vermelha. Ressalta-se que o desenvolvimento sustentável, para Costa (2000, p. 63) é compreendido como “a última tentativa de articular natureza, modernidade e capitalismo”.

Quadro 10 - Objetivos de Desenvolvimento Sustentável-ODS para a indústria de cerâmica vermelha

Objetivo	Aplicabilidade
	<p>É essencial que as empresas mineradoras paguem os impostos e royalties provenientes da exploração mineral de maneira transparente e eficiente, assegurando uma distribuição precisa das receitas às populações impactadas direta ou indiretamente pela indústria mineradora. Além disso, também é algo que pode ser utilizado para fins publicitários, a partir da valorização da geração de receita no local e retribuição equivalente, conforme a legislação específica.</p>
	<p>Evitar a poluição dos ecossistemas aquáticos, os quais são fontes de alimento para comunidades locais através da pesca artesanal. Evitar o uso de babaçuais (<i>Attalea speciosa</i>) no processo de queima das peças de cerâmica, considerando a “Lei do Babaçu Livre” (Lei Estadual n.º 4.734/1986), que proíbe a derrubada de palmeira de babaçu e dá outras providências, por gerar renda a milhares de mulheres extrativistas que utilizam os frutos para comercialização e incorporação de subprodutos.</p>
	<p>É necessário reduzir os riscos de periculosidade e insalubridade relacionados a certos postos de trabalho inerentes à indústria de mineração, através da aplicação rigorosa de medidas de controle. Isso pode envolver ações para controlar a emissão de gases e garantir o uso adequado e rigoroso de EPIs, principalmente porque a argila é extremamente leve e permanece por muito tempo no ar, causando prejuízos pela inalação a longo prazo. Além disso, as empresas têm a responsabilidade de promover o cuidado com a saúde mental dos trabalhadores. Isso envolve a criação de programas de apoio psicológico e emocional, reconhecendo o impacto das condições de trabalho e oferecendo suporte para lidar com o estresse e</p>

	<p>as pressões associadas ao ambiente de mineração. Outro ponto importante é garantir a segurança nas áreas dos lagos artificiais, formados pela escavação, para evitar possíveis acidentes por afogamento e a proliferação de insetos como o <i>Aedes aegypti</i>.</p>
<p>4 EDUCAÇÃO DE QUALIDADE</p> 	<p>Implementar programas de capacitação profissional e formação continuada. Incentivar o retorno à educação básica, através da Educação de Jovens e Adultos-EJA, para os trabalhadores com ensino fundamental ou médio incompleto.</p>
<p>5 IGUALDADE DE GÊNERO</p> 	<p>No geral, a indústria da mineração ainda carrega a percepção de ser predominantemente masculina, principalmente nos trabalhos os quais há o uso maior da força física. Nesse sentido, a promoção da igualdade de gênero requer das empresas a ampliação das oportunidades para as mulheres, assegurando paridade em outros cargos, caso não haja preenchimento de vagas nos cargos tradicionais.</p>
<p>6 ÁGUA POTÁVEL E SANEAMENTO</p> 	<p>Monitorar a rede hidrográfica próxima às áreas de mineração, a fim de evitar impactos relacionados. Eliminar o descarte irregular de resíduos.</p>
<p>7 ENERGIA ACESSÍVEL E LIMPA</p> 	<p>Adotar medidas sustentáveis de consumo de energia, principalmente no processo produtivo, com a utilização de resíduos de serragem e de frutas, além de zerar o consumo de madeira ilegal.</p>

	<p>Ofertar oportunidades de trabalho para as comunidades onde atua, com a contratação de serviços e o oferecimento de programas de capacitação, aumentando consequentemente o crescimento econômico dessas populações. Além disso, repudiar formas de trabalho que remetam à escravidão moderna, respeitando as legislações trabalhistas e o direito à dignidade.</p>
	<p>Com base nos ODS 1 e 8, este objetivo prevê a realização de obras de infraestrutura para reduzir a pobreza nas áreas de atuação das indústrias. A colaboração com o poder público para a edificação de escolas e estradas, por exemplo, juntamente com a criação de um ambiente mais propício para a operação da atividade mineradora, resulta em um legado significativo para a região. Contudo, foi observado que várias vias próximas às indústrias não contêm asfalto, o que seria o mínimo para corresponder ao objetivo. A Estrada do Tabuleirão é local de frequente poeira em suspensão, que impacta as comunidades.</p>
	<p>É essencial assegurar que o desenvolvimento urbano e a expansão das cidades ocorram de maneira sustentável, evitando a degradação ambiental. No contexto da mineração, deseja-se o adequado armazenamento e o reaproveitamento dos resíduos, o controle da emissão de gases e ruídos, a manutenção e criação de espaços verdes, por exemplo. Também é necessário melhorias na produção para evitar o desperdício da matéria-prima extraída.</p>

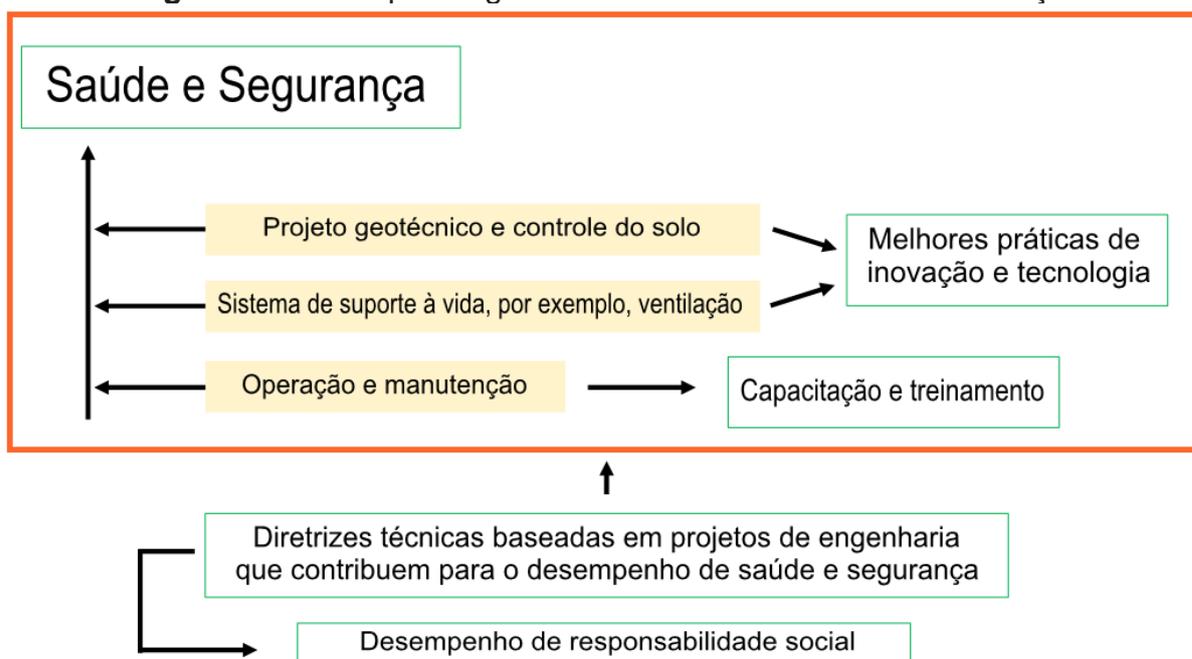
<p>16 PAZ, JUSTIÇA E INSTITUIÇÕES EFICAZES</p> 	<p>As indústrias devem trabalhar a favor da justiça, tratar os trabalhadores e as comunidades com equidade, supervisionar e resolver conflitos potenciais, e evitar qualquer tipo de corrupção e atividades ilegais. Também é fundamental conduzir programas de capacitação abordando temas como direitos humanos e combate à corrupção. Apesar do caráter utópico, é indispensável que as empresas de mineração busquem operar junto ao sistema de justiça, já que possuem atuação direta à transformação das paisagens. Fomentar parcerias com outras empresas e com a comunidade para difundir a sustentabilidade e o desenvolvimento local e regional.</p>
<p>17 PARCERIAS E MEIOS DE IMPLEMENTAÇÃO</p> 	

Fonte: Elaboração própria (2023) com base em PNUD (2016)

Além das teorias científicas e dos anseios legislativos abordados, é necessário que os ambientes de trabalho sejam melhorados. Nas atividades de campo, foram observados ambientes escuros, sem iluminação adequada; muitos produtos estavam em prateleiras de madeira com aspecto razoável, com possibilidade de geração de acidentes. Reafirma-se a possibilidade de problemas respiratórios para os funcionários, considerando o alto nível de poeira em suspensão junto à falta de uso completo de EPIs; há ainda o calor excessivo que expõe os funcionários a condições de insalubridade, onde permanecem nos postos de trabalho devido à baixa escolaridade e falta de outras oportunidades.

Prevista na Consolidação das Leis do Trabalho-CLT, a utilização de EPIs é obrigatória. A responsabilidade pela provisão desses dispositivos recai sobre o empregador, que também é obrigado a supervisionar a utilização e a implementar iniciativas de conscientização sobre a importância dos EPIs, quando os trabalhadores demonstram resistência em usá-los, ou seja, não basta apenas oferecer, é indispensável haver rigor quanto ao uso. Conforme Basu e Kumar (2004), apresenta-se na Figura 48 um exemplo de gestão de recursos humanos para a indústria de cerâmica vermelha.

Figura 48 - Exemplo de gestão de recursos humanos à mineração



Fonte: Adaptação e tradução própria (2023) de Basu e Kumar (2004)

O planejamento e a organização múltipla, interna e externa às indústrias de cerâmica vermelha, são fundamentais ao desenvolvimento sustentável. A associação aos ODS, por exemplo, leva a tal ponto de comum interesse, público e privado, além da necessidade de adoção de planos de gestão de recursos humanos, para diminuir o impacto à vida humana na escala atual, frente aos modelos de extração e produção.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Em Itapecuru-Mirim, a indústria de cerâmica vermelha está consolidada, com perspectivas de crescimento nos próximos anos. Contudo, esse desenvolvimento está ocorrendo desordenadamente, sem considerar os elementos ambientais locais, bem como a legislação que os abrange, resultando em um modelo insustentável de crescimento econômico.

Apesar das políticas internacionais e até mesmo nacionais serem de difícil implantação em áreas interioranas, entende-se como intolerável a Secretaria de Estado de Meio Ambiente, a regional da Agência Nacional de Mineração e a Secretaria Municipal de Meio Ambiente do município aprovarem a implantação de novas indústrias, numa situação em que já há muitas funcionando sob a insustentabilidade.

Nessa realidade, faz-se necessária a implantação do Termo de Ajuste de Conduta-TAC¹², para a reorganização das indústrias de cerâmica vermelha com atividades em APPs, além das áreas de extração e produção próximas a residências, englobando ações de reparação de danos, adequações nas etapas de produção e indenizações, no caso em danos que não possam ser reparados. Contudo, a efetividade de acordos como estes podem não ocorrer mesmo após revisão, já que ainda necessitaria de pressão por parte dos sujeitos atingidos, geralmente uma população vulnerável economicamente, além de fiscalização rigorosa, que resultaria em aumento progressivo dos impactos em caso de atrasos nos ajustes.

É necessário o fortalecimento do quadro de funcionários dos órgãos públicos de fiscalização, como o IBAMA, e o fortalecimento das secretarias de meio ambiente ao nível estadual e municipal. Com uma geodiversidade favorável ao desenvolvimento da indústria da cerâmica vermelha, é recomendada a elaboração de um zoneamento mineral¹³, que teria a função de regular os usos da terra, ao mesmo modo em que suporta a exploração mineral de maneira sustentável.

Observa-se que se alastra um cenário de degradação que interfere significativamente na dinâmica do ambiente natural da localidade em questão. Além

¹² Instrumento extrajudicial para resolução de conflitos proposta por um órgão público para um violador de direito (s).

¹³ Como exemplo, o Plano de Zoneamento da Exploração Mineral da Região Metropolitana de Fortaleza-CE (2018), que envolve as indústrias de cerâmica vermelha frente a um debate pela preservação das Unidades de Conservação, envolvendo sujeitos públicos (instituições, secretarias) e privados.

dos efeitos da extração de argila, vários outros fatores contribuem para a degradação, entre eles a aplicação irregular de madeira sem reflorestamento. Com isso, o solo da região está em constante deterioração e o desmatamento é inegável, resultando no desaparecimento local da fauna e da flora. A ausência de controle ativo facilita a implementação desses efeitos ambientais, que necessitam de um Plano de Recuperação de Áreas Degradadas-PRAD, embasado nas legislações supramencionadas (*vide* Quadro 9, p. 96).

É necessário um controle mais rigoroso e eficiente, visando prevenir ações danosas ao ambiente e garantir o uso responsável dos recursos naturais. A adoção de práticas sustentáveis e o incentivo ao reflorestamento com espécies nativas podem contribuir para a recuperação dessas áreas degradadas, permitindo o restabelecimento do equilíbrio ecológico e a preservação da biodiversidade.

Localizadas principalmente no perímetro urbano do município, é importante que as áreas de mineração sejam reguladas para sustentar os serviços ecossistêmicos e promover a integração de soluções baseadas na natureza. Além disso, recomenda-se a revisão do limite do perímetro urbano, pois o “mapa da poligonal da sede com raio de 6 km” (Itapecuru-Mirim, 2021, p. 6), foi produzido sem critérios fundamentais e sem significado relevante.

Em relação às limitações da pesquisa, se deram em decorrência da baixa quantidade de trabalhos na Geografia sobre a mineração de não-metálicos, ocasionando um referencial bibliográfico predominante de áreas afins e sem modelos cartográficos específicos a serem considerados. Além disso, a quantidade limitada de indústrias que aceitaram receber a visita técnica, contudo, os dados sobre CFEM da ANM simbolizam que muitas indústrias realizam práticas irregulares. Outro problema, a quantidade limitada de imagens de satélite com a resolução para a escala desta pesquisa, o que comprometeu um mapeamento ainda mais recente.

Com base nos resultados, a área carece da aplicação de políticas públicas sustentáveis, pois a tendência é o aumento progressivo de localidades com solo exposto, como consequência da expansão da mineração. Além disso, a retirada da cobertura vegetal é um fator determinante à deterioração. Os recursos naturais da área devem ser administrados com responsabilidade ambiental para a sua manutenção, isto é, as áreas exploradas permanecem com solo exposto de forma contínua, enfrentando os altos índices pluviométricos da região, que intensificam o desgaste do solo e tendem dificultar o retorno natural da vegetação pela perda de

fertilidade. Nesse contexto, nota-se a demanda de uma atuação ativa do serviço público e maior responsabilidade do serviço privado, que envolva os aspectos ambientais relativos à exploração da natureza e à ocupação ordenada.

Como abordam Constanza *et al.* (1997), é fundamental praticar a perspectiva dos serviços ecossistêmicos, considerando que o custo para os replicar é altamente elevado caso sejam explorados por longos períodos sem o devido planejamento de execução e restauração. O “capital natural da Terra” é essencial para o bem-estar humano, além de ser, até então, insubstituível.

Além disso, ressalta-se que argumentos morais sobre conservação da natureza e também argumentos econômicos frente ao mundo capitalista não são mutuamente exclusivos, portanto, ambas as discussões devem ocorrer em paralelo, visando a sustentabilidade e o equilíbrio da relação sociedade e natureza, como propôs Bertrand no século XX através do Geossistema e a concepção de paisagem composta por uma complexa interação entre elementos naturais e sociais (Ferreira, 2010; Rodriguez; Silva; Cavalcanti, 2022).

Dentre os objetivos propostos para esta pesquisa, as indústrias de cerâmica vermelha foram identificadas, com muitas semelhanças na estrutura e no perfil produtivo. As principais semelhanças estão nos impactos ambientais causados, com destaque à degradação do solo, da vegetação e da rede hidrográfica com importância local, nos igarapés que deságuam no rio Itapecuru; além dos processos rudimentares empregados nas etapas de produção e na gestão de recursos humanos. Apesar de poucas, observaram-se diferenças em tecnologias sustentáveis utilizadas, como, no material utilizado na etapa de queima ou no modelo dos fornos que permitem menos desconforto térmico.

Verificou-se que muitas legislações, em diversas escalas espaciais, englobam o complexo de atividades e conceitos que envolvem a mineração. De fato, a relação entre a humanidade e a mineração refletiu mudanças ao longo da história, a qual a mineração teve (e tem) um papel importante no progresso humano. A palavra “sustentabilidade” reporta-se a um local onde é possível haver o desenvolvimento econômico pleno, desde que se considere o desenvolvimento em sua totalidade, sistêmico e universal. A exemplo do mencionado a partir dos ODS, o desafio é desenvolver práticas mais sustentáveis, em diálogo com os governos e a ciência. Portanto, encontrar um equilíbrio entre a exploração de recursos e a proteção ambiental é essencial para o presente e o futuro.

REFERÊNCIAS

ABNT-Associação Brasileira de Normas Técnicas. **ISO 14001:2015**, referente aos Sistemas de Gestão Ambiental. Rio de Janeiro-RJ: ABNT, 2015.

ABRAHAO, Raphael; CARVALHO, Monica. Environmental impacts of the red ceramics industry in Northeast Brazil. **International Journal of Emerging Research in Management & Technology**, v. 6, n. 8, p. 310-317, 2017.

AHN, Mauricio Mendes Von; SIMON, Adriano Luís Heck. Geodiversidade e antropogeomorfologia: possibilidades para a conservação do geopatrimônio em áreas de mineração. **Caminhos de Geografia**, v. 20, n. 72, p. 118-135, 2019.

ALLEN, Elizabeth M.; ALEXANDER, Bruce H.; MACLEHOSE, Richard F.; NELSON, Heather H.; RYAN, Andrew D.; RAMACHANDRAN, Gurumurthy; MANDEL, Jeffrey H. Occupational exposures and lung cancer risk among Minnesota taconite mining workers. **Occupational and environmental medicine**, 72 (9):633-9, 2015.

ÁLVAREZ, Lina; Coolsaet, Brendan. Decolonizing environmental justice studies: a Latin American perspective. **Capitalism nature socialism**, v. 31, n. 2, p. 50-69, 2020.

ALVES, João Bosco da Mota. **Teoria geral de sistemas: em busca da interdisciplinaridade**. Florianópolis-SC: Instituto Stela, 2012.

ALVES, Maria de Jesus Linhares. **Caracterização dos impactos ambientais causados pela mineração de argilas: O caso das fazendas Várzea Grande e fazenda Caeira em Sobral (CE)**. 2017. 86 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Universidade Estadual Vale do Acaraú-UVA, Sobral-CE, 2017.

ALMSSAD, Asaad; ALMUSAED, Amjad; HOMOD, Raad Z. Masonry in the context of sustainable buildings: A review of the brick role in architecture. **Sustainability**, v. 14, n. 22, p. 14734, 2022.

ANFACER-Associação Nacional dos Fabricantes de Cerâmica para Revestimentos, Louças Sanitárias e Congêneres. **História da cerâmica**. [s. d.]. Disponível em: anfacer.org.br/setor-ceramico/historia-da-ceramica. Acesso em: 2023.

ANICER-Associação Nacional da Indústria Cerâmica. **Cartilha Ambiental: Cerâmica Vermelha**. Rio de Janeiro: [s. n.], 2020.

ARISTÓTELES. **Política**. São Paulo: Martin Claret. 2001.

BARÃO, Winne Nayadini; MELLONI, Eliane Guimaraes Pereira; PONS, Nívea Adriana Dias; TEIXEIRA, Débora Luisa Silva. Técnicas de geoprocessamento aplicadas ao estudo do conflito de uso do solo em microbacias do município de Senador Amaral-MG. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v.14, n.º 01, p. 439-454, 2021.

BASU, Arun J.; KUMAR, Uday. Innovation and technology driven sustainability performance management framework (ITSPM) for the mining and minerals sector. **International Journal of Surface Mining**, v. 18, n. 2, p. 135-149, 2004.

BERBERT, Karina; LUCIANO, Ana Cláudia dos Santos. As conexões entre sustentabilidade e desenvolvimento sustentável com a demografia espacial. **Ideias**, v.12, 01-20, e021017, 2021.

BEROUTCHACHVILI, Nicolas; Bertrand, Georges. Le Géosystème ou "Système Territorial Naturel". **Révue géographique des Pyrénées et du Sud-Ouest**. v. 49, n. 2, p. 167-180, 1978.

BERTALANFFY, Ludwig von. **General System Theory: foundations, development, applications**. New York-USA: George Braziller, 1968.

BERTRAND, Georges. Paisagem e geografia física global. Esboço metodológico. **RAEGA - O Espaço Geográfico em Análise**, v. 8, dez. 2004.

BEZERRA, José Fernando Rodrigues. **Geomorfologia e reabilitação de áreas degradadas por erosão com técnicas de bioengenharia de solos na bacia do rio Bacanga, São Luís-MA**. 2011. 248 f. Tese (Doutorado em Geografia) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro-RJ, 2011.

BILGAEV, Alexey; SADYKOVA, Erzhen; MIKHEEVA, Anna; BARDAKHANOVA, Taisiya; AYUSHEEVA, Svetlana; LI, Fujia; DONG, Suocheng. Green economy development progress in the Republic of Buryatia (Russia). **International Journal of Environmental Research and Public Health**, v. 19, 2022.

BORGES, Letícia Fontes. **Avaliação de impactos ambientais causados pela expansão da exploração mineral na bacia hidrográfica do Córrego da Contagem- Área de Proteção Ambiental de Cafuringa-DF**. 2018. 99 f. Monografia (Graduação em Engenharia Ambiental) – Universidade de Brasília: Brasília, 2018.

BORTOLATTO, Mario Sérgio Rosso. **Cerâmica vermelha no Sul Catarinense: da expansão à organização cooperativa**. 2018. 90 f. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento Socioeconômico) – Universidade do Extremo Sul Catarinense, Criciúma-SC, 2018.

BOYD, James; BANZHAF, Spencer. What are ecosystem services? The need for standardized environmental accounting units. **Ecological economics**, v. 63, n. 2-3, p. 616-626, 2007.

BRASIL. **Resolução CONAMA n.º 237, de 19 de dezembro de 1997**, dispõe sobre a revisão e complementação dos procedimentos e critérios utilizados para o licenciamento ambiental. Brasília, 1997.

BRASIL. Ministério de Minas e Energia. **Plano Nacional de Mineração 2030: Geologia, mineração e transformação mineral**. Brasília: MME, 2011.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Resoluções do Conama:** Resoluções vigentes publicadas entre setembro de 1984 e janeiro de 2012. Ministério do Meio Ambiente. Brasília: MMA, 2012a.

BRASIL. **Lei Federal n.º 13.005**, de 25 de junho de 2014. Aprova o Plano Nacional de Educação-PNE e dá outras providências.

BRASIL. **Constituição (1988)**. Constituição da República Federativa do Brasil. Brasília, DF: Senado Federal: Centro Gráfico, 1988.

BRASIL. **Lei Federal n.º 6.938**, de 31 de agosto de 1981. Dispõe sobre a Política Nacional de Meio Ambiente. 1981.

BRASIL. **Lei Federal n.º 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. 1998.

BRASIL. **Lei Federal n.º 9.795**, de 27 de abril de 1999. Dispõe sobre a Política Nacional de Educação Ambiental. 1999.

BRASIL. **Lei Federal n.º 10.257**, de 10 de julho de 2001. Regulamenta os arts. 182 e 183 da Constituição Federal, estabelece diretrizes gerais da política urbana e dá outras providências. 2001.

BRASIL. **Lei Federal n.º 11.284**, de 2 de março de 1999. Dispõe sobre a gestão de florestas públicas para a produção sustentável. 2006.

BRASIL. **Lei Federal n.º 12.305**, de 2 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos e dá outras providências. 2010.

BRASIL. **Lei Federal n.º 12.651**, de 25 de maio de 2012. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa e dá outras providências. 2012b.

BRASIL. Ministério de Minas e Energia. **Anuário estatístico do setor de transformação de não metálicos 2020** (atualizado em 2021). Disponível em: <https://www.gov.br/mme/pt-br/assuntos/secretarias/geologia-mineracao-e-transformacao-mineral/publicacoes-1/anuario-estatistico-do-setor-metalurgico-e-do-setor-de-transformacao-de-nao-metalicos/anuario-estatistico-do-setor-de-transformacao-de-nao-metalicos-2020-ano-base-2019.pdf/view>. Acesso em: 2023.

CANADA CENTRE FOR REMOTE SENSING. **Fundamentals of Remote Sensing**. [s. l.]: [s. n.], 2019.

CARVALHO, Ismar de Souza; AVILLA, Leonardo dos Santos; Salgado, Leonardo. *Amazonsaurus maranhensis* gen. et sp. nov. (Sauropoda, Diplodocoidea) from the Lower Cretaceous (Aptian-Albian) of Brazil. **Cretaceous Research**, v. 24, n. 6, p. 697-713, 2003.

CARVALHO NETO, Luciano Marajó de. Uso e ocupação do solo da área de preservação permanente (APP) da microbacia do Córrego Barreiro, Uberaba-MG. **Revista Brasileira de Sensoriamento Remoto**, v. 1, n.º 2, p. 29-41, 2021.

CASSETI, Valter. **Geomorfologia**. [s.l.]: [s. n.], 2005.

CATANI, Afrânio Mendes. **O que é capitalismo**: edição revisada e ampliada. São Paulo: Editora Brasiliense, 2011.

CETESB-COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Ficha de informação toxicológica**: HPAs-Hidrocarbonetos Policíclicos Aromáticos. São Paulo: [s. n.], 2018.

CHRISTOFOLETTI, Antonio. Aplicabilidade do conhecimento geomorfológico nos projetos de planejamento. In: GUERRA, Antonio José Teixeira; CUNHA, Sandra Baptista da (Orgs). **Geomorfologia**: uma atualização de bases e conceitos. 13ª ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2015.

CHRISTOFOLETTI, Sergio Ricardo; MORENO, Maria Margarita Torres. Granulometria por difração a laser e sua relação com a faciologia das rochas argilosas da Formação Corumbataí-SP. **Cerâmica**, v. 63, p. 303-310, 2017.

COCCO, Pierluigi; RICE, Carol H.; CHEN, Jing Qiong; MCCAWLEY, Michael A.; MCLAUGHLIN, Joseph K.; DOSEMECI, Mustafa. Lung cancer risk, silica exposure, and silicosis in Chinese mines and pottery factories: The modifying role of other workplace lung carcinogens. **American Journal of Industrial Medicine**, 40(6), 674-682. 2001.

COLAVITE, Ana Paula; PASSOS, Messias Modesto dos. Integração de mapas de declividade e modelos digitais tridimensionais do relevo na análise da paisagem. **Revista Geonorte**, v. 3, n. 5, p. 1547-1559, 2012.

COOMES, Oliver T.; ABIZAID, Christian; TAKASAKI, Yoshito; PANDURO, Rivas Santiago. The Lower Ucayali river in prehistory: Cultural chronology, archeological evidence and a recently discovered Pre-Columbian site. **Geographical Review**, v. 111, n. 1, p. 145-167, 2021.

COOPER, Emmanuel. **Historia de la ceramica**. Barcelona: Ediciones CEAC, 1993.

CONFEA-CONSELHO FEDERAL DE ENGENHARIA E AGRONOMIA. **Mineração**: Importância dos minerais para a sociedade moderna. [S.l.: s.n.]. 2021. Disponível em: https://www.confea.org.br/midias/web_cartilha_mineracao_170x240.pdf. Acesso em: 2022.

CONSTANZA, Robert; D'ARGE, Ralph; GROOT, Rudolf de; FARBER, Stephen; GRESSO, Monica; HANNON, Bruce; LIMBURG, Karin; NAEEM, Shahid; O'NEILL, Robert.V.; PARUELO, Jose; RASKIN, Robert. G.; SUTTON, Paul; BELT, Marjan van den. The value of the world's ecosystem services and natural capital. **Nature**, n.º 387, p. 253-260, 1997.

CORREIA, Iluliane Maria Gadelha; SOUZA, Brenda Henrique de; MOURA, Débora Coelho; SOUZA, Yuri Gomes de. Mata ciliar, conservação e sustentabilidade, fundamentos da importância para o semiárido paraibano: estudo de caso no alto curso do Rio Paraíba. **Revista de Geociências do Nordeste**, v. 5, n. 2, p. 41-60, 2019.

COSTA, Heloisa Soares de Moura. Desenvolvimento urbano sustentável: uma contradição de termos? **Revista Brasileira de Estudos Urbanos e Regionais**, n. 2, p. 55, 2000.

COSTA, Laíza Mendonça. **Inovação, licenciamento e sustentabilidade ambiental em indústrias de cerâmica vermelha**. 2020. 105 f. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente) – Universidade Federal do Piauí, Teresina-PI, 2020.

CPRH-AGÊNCIA ESTADUAL DE MEIO AMBIENTE (Pernambuco, Brasil). **O setor ceramista e o meio ambiente: guia prático para o licenciamento ambiental**. Recife: CPRH, 2010.

CRUZ, Denise Dias da. **Ecologia**. João Pessoa: Editora da UFPB, 2015.

CUNHA, Sandra Baptista da. Geomorfologia fluvial. In: GUERRA, Antonio José Teixeira; CUNHA, Sandra Baptista da (Orgs). **Geomorfologia: uma atualização de bases e conceitos**. 13ª ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2015.

DAMASCENO, Sílvia Mara Bortoloto; AQUINO, Danielly Silva de; VASCONCELOS, Patrício Henrique; REIS, Dálcio Roberto dos; BARCELOS, Alexandre Dias. Sustentabilidade no foco da inovação. **Revista Gestão Industrial**, v. 7, n. 3, 2011.

DANTAS, Flávia Priscila. **A produção da cerâmica vermelha e sua relação com a saúde do trabalhador e os impactos ambientais no município de Parelhas/RN**. 2020. 105 f. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente) – Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa-PB, 2020.

DAS, Sandipta; ANGADI, Dasharatha P. Land use land cover change detection and monitoring of urban growth using remote sensing and GIS techniques: a micro-level study. **GeoJournal**, n.º 87, p. 2101-2123. 2021.

DIAS, Edson dos Santos. Os (des) encontros internacionais sobre meio ambiente: da Conferência de Estocolmo à Rio+20 - expectativas e contradições. **Caderno Prudentino de Geografia**, n. 39, v. 1, p. 06-33, 2017.

DIAS, Elizandra Ferreira; Mazetto, Francisco. A importância da paisagem na Geografia. **Sociedade e Território**, v. 26, n. 1, p. 92-106, 2014.

DIAS, Reinaldo. **Gestão ambiental: responsabilidade social e sustentabilidade**. 3ª ed. São Paulo: Atlas, 2019.

DINIZ, Marco Túlio Mendonça; OLIVEIRA, George Pereira de; MEDEIROS, Diogo

Bernardino Santos de. Proposta de classificação das paisagens integradas. **Revista de Geociências do Nordeste**, v. 1, n. 1, p. 50-65, 2015.

DOMINGUES, Gustavo Fernandes. História da mineração no território brasileiro: uma análise dos tratados políticos que legislam a atividade mineradora (1934-1967). **Ensaios de História**, v. 23, n. 1, p. 136-150, 2022.

DONEY, Brent C.; MILLER, William E.; HALE, Janet M.; SYAMLAL, Girija. Estimation of the number of workers exposed to respirable crystalline silica by industry: Analysis of OSHA compliance data (1979-2015). **American Journal of Industrial Medicine**, 63(6), 1-13.

DUARTE JUNIOR, Dimas Pereira; GUIMARÃES, Rejaine Silva. A proteção do meio ambiente urbano e seus desafios na pós modernidade. **Revista de Direito e Sustentabilidade**. Goiânia, v. 5, n.º 1, p. 76-91, Jan/Jun, 2019.

ELSAFI, Mohamed; DIB, Mirvat Fawzi; MUSTAFA, Hoda Ezzelddin; ABUALSAYED, Mohammad Ibrahim; KHANDAKER, Mayeen Uddin; ALSUBAIE, Abdullah; ALMALKI, Abdulraheem S.A.; ABBAS, Mahmoud; ELKHATIB, Ahmed. Enhancement of ceramics based red-clay by bulk and nano metal oxides for photon shielding features. **Materials**, v. 14 (24), 7878. 2021.

EVANS, D. L.; FALAGÁN, N.; HARDMAN, C. A.; KOURMPETLI, S.; LIU, L.; MEAD, B.R.; DAVIES, J.A.C. Ecosystem service delivery by urban agriculture and green infrastructure—a systematic review. **Ecosystem Services**, v. 54, p. 101405, 2022.

FERNANDES, Renner Ribeiro; NUNES, Gustavo Manzon; CRUZ, Ibraim Fantin; SILVA, Thiago Sanna Freire; CUNHA, Cátia Nunes da. Uso de geotecnologias na análise da ocorrência de unidades fitofisionômicas na região do Médio Araguaia. **Revista Brasileira de Cartografia**, v. 5, n.º 65/5, p. 853-867, 2013.

FERREIRA, Matheus de Oliveira; NEVES, Carlos Eduardo das. Abordagem geossistêmica de Georges Bertrand: perspectiva sobre o pensamento geográfico. **Formação (Online)**, v. 30, n. 57, p. 7-30, 2023.

FERREIRA, Vanderlei Oliveira. Abordagem da paisagem no âmbito dos estudos ambientais integrados. **GeoTextos**, v. 6, n. 2, p. 187-208, 2010.

FIORÉ, Saverio; CUADROS, Javier; HUERTAS, F. Javier (Orgs). **Interstratified clay minerals: origin, characterization and geochemical significance**. Bari-Itália: AIPEA Educational Series, 2013.

FIZAINE, Florian; GALIÈGUE, Xavier. **Mineral Resources Economics 1: Context and Issues**. John Wiley & Sons: Hoboken-NJ-USA: 2021.

FOCHI, Deison Antonio Taufer; CORAZZA, Rosana; MESACASA, Letícia; MELO, Gonçalves Natália. Utilização de ferramentas de geoprocessamento para a delimitação das Áreas de Preservação Permanente (APPs) no município de Passo Fundo, segundo o Novo Código Florestal (Lei 12.651-2012). **Anais do VI**

Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental. Porto Alegre-RS: IBEAS – Instituto Brasileiro de Estudos Ambientais, 2015.

GAMA, Marcus Felipe Frota. **Impactos socioambientais ocasionados pela extração industrial de argila realizada na cidade de Marabá.** 2015. 94 f. Dissertação (Mestrado em Dinâmicas Territoriais e Sociedade na Amazônia) – Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará, Marabá-PA, 2014.

GARCEZ, Luciane Ruschel Nascimento. **Cerâmica.** Centro Universitário Leonardo da Vinci: Indaial-SC, 2011.

GELENSKI, Milene Louise. **A produção de cerâmica vermelha na região metropolitana de Curitiba:** gargalos e potencialidades deste aglomerado produtivo. 2011. 136 f. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento Econômico) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba-PR, 2011.

GOGH, Vicent Willem van. **[Fabriken in Asnières, vom Quai de Clichy ausgesehen].** 1887. Pintura, óleo sobre tela, 53,7 x 72,7 cm.

GRAY, Murray. **Geodiversity:** valuing and conserving abiotic nature: 2ª ed. John Wiley & Sons: Chichester-Inglaterra, 2013.

GREGORY, Cedric Errol. **A concise history of mining:** Revised edition. Leiden-Países Baixos: CRC Press, 2021.

GRIGOLETTI, Giane de Campos. **Caracterização de impactos ambientais de indústrias de cerâmica vermelha do estado do Rio Grande do Sul.** 2001. 167 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre-RS, 2001.

GUEDES, Sebastião Neto Ribeiro. Análise comparativa do processo de transferência de terras públicas para o domínio privado no Brasil e EUA: uma abordagem institucionalista. **Revista de Economia**, v. 32, n. 1, 2006.

GUERRA, Antonio José Teixeira; Silva, Antonio Soares da; Botelho, Rosângela Garrido Machado. **Erosão e conservação dos solos:** conceitos, temas e aplicações. 4ª ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2009.

GUERRA, Antonio José Teixeira; FULLEN, Michael. Augustine; JORGE, Maria do Carmo Oliveira; BEZERRA, José Fernando Rodrigues. Slope Processes, Mass Movements and Soil Erosion: a review. **Pedosphere**, v. 27, n. 1, p. 27-41, 2017.

GUIMARÃES, Karla Roberta Leão. **Análise do atendimento aos requisitos ambientais:** um múltiplo estudo de caso nas indústrias de cerâmica vermelha do Estado de Pernambuco. 2017. 110 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) – Universidade Federal de Pernambuco, Recife-PE, 2017.

GUIMARÃES, Karla Roberta Leão; HOLANDA, Romildo Morant de; SILVA, Bernardo Barbosa da; ARAÚJO, Lincoln Eloi de; LORENA, Emmanuelle Maria Gonçalves. Análise do atendimento aos requisitos ambientais: um múltiplo estudo de caso nas

indústrias de cerâmica vermelha do Estado de Pernambuco. **Cerâmica Industrial**, n.º 23, Janeiro/Março, 2018.

G1 MARANHÃO. **Donos de indústrias são presos por furto de energia elétrica em municípios do MA**: Operação foi realizada em Pindaré-Mirim, Itapecuru-Mirim, Santa Rita e Rosário. Prejuízo chega a R\$ 8 milhões. 2023. Disponível em: <https://g1.globo.com/ma/maranhao/noticia/2023/03/12/donos-de-industrias-sao-presos-por-furto-de-energia-eletrica-em-municipios-do-maranhao.ghtml>. Acesso em: 2023.

INCA- INSTITUTO NACIONAL DO CÂNCER. **Amianto**: A exposição ao amianto está relacionada à ocorrência de diversas doenças, sobretudo mesotelioma. Disponível em: <https://www.gov.br/inca/pt-br/assuntos/causas-e-prevencao-do-cancer/exposicao-no-trabalho-e-no-ambiente/amianto>. Acesso em: 2023.

IMESC- INSTITUTO MARANHENSE DE ESTUDOS SOCIOECONÔMICOS E CARTOGRÁFICOS. **Enciclopédia dos Municípios Maranhenses**: microrregião geográfica do Itapecuru-Mirim. São Luís: IMESC, 2014.

IMESC- INSTITUTO MARANHENSE DE ESTUDOS SOCIOECONÔMICOS E CARTOGRÁFICOS. **Relatório Técnico de Ocupação, Uso e Cobertura da Terra do Zoneamento Ecológico Econômico do Estado do Maranhão (ZEE)-Etapa Bioma Amazônico**. São Luís: IMESC, 2021.

ITAPECURU-MIRIM. **Diagnóstico municipal/plano diretor participativo**: o futuro do caminho de pedras miúdas. Itapecuru-Mirim: [s. n.], 2006.

ITAPECURU-MIRIM. **Lei municipal n.º 1.071**, de 02 de janeiro de 2008. Dispõe sobre a doação de uma área de terra pertencente ao patrimônio municipal a Cerâmica Daniel Indústria e Comércio LTDA e dá outras providências. 2008a.

ITAPECURU-MIRIM. **Lei municipal n.º 1.077**, de 02 de janeiro de 2008. Dispõe sobre a doação de uma área de terra pertencente ao patrimônio municipal à Cerâmica Paraíso LTDA e dá outras providências. 2008b.

ITAPECURU-MIRIM. **Lei municipal n.º 1.079**, de 02 de janeiro de 2008. Dispõe sobre a doação de uma área de terra pertencente ao patrimônio municipal à Cerâmica Santa Terezinha LTDA e dá outras providências. 2008c.

ITAPECURU-MIRIM. **Lei municipal n.º 1.107**, de 11 de julho de 2008. Dispõe sobre a doação de uma área de terra pertencente ao patrimônio municipal a Cerâmica Daniel Indústria e Comércio LTDA e dá outras providências. 2008d.

ITAPECURU-MIRIM. **Lei municipal n.º 1.139**, de 29 de setembro de 2009. Dispõe sobre a doação de uma área de terra pertencente ao patrimônio público municipal a Indústria Cerâmica Confiança LTDA e dá outras providências.

ITAPECURU-MIRIM. **Lei municipal n.º 1180**, de 21 de setembro de 2010. Dispõe sobre a doação de uma área de terra pertencente ao patrimônio municipal, à Cerâmica B. B. Mendes do Maranhão LTDA e dá outras providências.

ITAPECURU-MIRIM. **Lei municipal n.º 1.293**, de 21 de outubro de 2013. Dispõe sobre a doação de uma área de terra pertencente ao patrimônio municipal, à Cerâmica Novo Horizonte LTDA-ME e dá outras providências.

ITAPECURU-MIRIM. **Lei municipal n.º 1.510**, de 17 de novembro de 2021. Dispõe sobre a ampliação do perímetro urbano da sede do município de Itapecuru-Mirim-Maranhão, e autoriza o desmembramento da matrícula geral de imóveis para fins de regularização fundiária, e dá outras providências.

JENKS, George. F. **Optimal data classification for choropleth maps**: Occasional Paper. n.º 2, Department of Geography, University of Kansas, 1977.

JESUS, Jonas Almeida de. **A indústria de cerâmica vermelha: relações de trabalho e a retórica da sustentabilidade**. 2013. 166 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão-SE, 2013.

JOWITT, Simon M.; MUDD, Gavin M.; THOMPSON, John FH. Future availability of non-renewable metal resources and the influence of environmental, social, and governance conflicts on metal production. **Communications Earth & Environment**, v. 1, n. 1, p. 13, 2020.

KLEIN, Evandro Luiz; SOUSA, Cristiane Silva de (Orgs). **Geologia e recursos minerais do estado do Maranhão**. CPRM: Belém, 2012.

KLEINA, Monica; ALMEIDA, Amanda Machado de; PAULA, Eduardo Vedor de; SANTOS, Leonardo José Cordeiro. Alterações no uso da terra das APPs do rio Sagrado (Morretes/PR) e a evolução das feições fluviais de depósito. **Revista Continentes**, n. 10, p. 108-123, 2017.

KRÜGER, Caroline; DANTAS, Marina Kolland; CASTRO, José Marcelo de; PASSADOR, Cláudia Souza; CALDANA, Adriana Cristina Ferreira. Análise das políticas públicas para o desenvolvimento da faixa de fronteira brasileira. **Ambiente & Sociedade**, 20, p. 39-60, 2017.

LAPOLA, David M.; PINHO, Patricia; BARLOW, Jos; ARAGÃO, Luiz E. O. C.; BERENGUER, Erika *et al.* The drivers and impacts of Amazon forest degradation. **Science**, v. 379, n. 6630, p. eabp8622, 2023.

LINARD, Zoraia Úrsula Silva de Alencar. **Impactos socioambientais causados pelas atividades da indústria de cerâmica vermelha do município de Crato-CE**. 2011. 152 f. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza-CE, 2011.

LOPES, Samuel Jadson Costa. **Análise dos principais impactos ambientais gerados pela fabricação de produtos provenientes da argila vermelha em uma indústria ceramista no município de Itapecuru-Mirim/MA**. 2015. 27 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Ambiental) – Universidade CEUMA, São Luís-MA, 2015.

LUPINACCI, Cenira Maria; CONCEIÇÃO, Fabiano Tomazini da; PASCHOAL, Letícia Giuliana. Geomorphic responses due to the second-largest global producer of ceramic tiles in the State of São Paulo, Brazil. **Catena**, v. 218, p. 106550, 2022.

MACDICKEN, Kenneth. **Forest Resources Assessment Working Paper 180: Terms and Definition**. Rome, Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2012.

MAMUN, Abdullah Al; MAHMOOD, Asif; RAHMAN, Mafizur. Identification and monitoring the change of land use pattern using remote sensing and GIS: A case study of Dhaka City. **IOSR Journal of Mechanical and Civil Engineering**, v. 6, n. 2, p. 20-28, 2013.

MARANHÃO. **Polícia Civil realiza “Operação AT” e cumpre 08 mandados de busca e apreensão contra proprietários de indústrias do ramo de cerâmica**. Disponível em: <https://www.ssp.ma.gov.br/policia-civil-realiza-operacao-at-e-cumpre-08-mandados-de-busca-e-apreensao-contra-proprietarios-de-industrias-do-ramo-de-ceramica/>. Acesso em: 2023.

MARANHÃO. Secretaria de Estado de Indústria e Comércio-SEINC. **Mineração**. Disponível em: <https://seinc.ma.gov.br/mineracao>. Acesso em: 2022.

MARANHÃO. **Constituição do Estado do Maranhão**. 1989.

MARANHÃO. **Lei Estadual n.º 5.405**, de 8 de abril de 1992. Dispõe sobre o Código de Proteção de Meio Ambiente do Estado do Maranhão.

MARQUES, Luiz. **Capitalismo e colapso ambiental**. Campinas-SP: Editora da Unicamp, 2015.

MARQUES, Marta Inez Medeiros. A territorialização da empresa Suzano no campo em São Paulo e no Maranhão. **Revista GeoNordeste**, n. 2, p. 213-227, 2016.

MAXIMIANO, Liz Abad. Considerações Sobre o Conceito de Paisagem. **Raega - O Espaço Geográfico em Análise**, v. 8, p. 83-91, 2004.

MENEZES, Rogério; STRUCHEL, Andrea Cristina de O. **Gestão ambiental para cidades sustentáveis**. São Paulo: Oficina de Textos, 2019.

MILANEZ, Bruno. Mineração, ambiente e sociedade: impactos complexos e simplificação da legislação. **Boletim Regional, Urbano e Ambiental (IPEA)**, v. 16, p. 93-101, 2017.

MONTEIRO, Edí Mary. **Arranjo produtivo local cerâmico e seus cuidados para minimizar impactos ambientais na extração de argila no município de Rio Verde de Mato Grosso, Mato Grosso do Sul**. 2007. 78 f. Dissertação (Mestrado em Meio Ambiente e Desenvolvimento Regional) – Universidade para o Desenvolvimento do Estado e da Região do Pantanal, Campo Grande-MS, 2007.

MORENO, Maria Margarita Torres. **Argilas**: composição mineralógica, distribuição granulométrica e consistência de pastas. 2012. 124 f. Tese (Livre Docência em Argilas para Cerâmica) – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Rio Claro/SP, 2012.

MUBAKO, Stanley; BELHAJ, Omar; HEYMAN, Josiah; HARGROVE, William; REYES, Carlos. Monitoring of land use/land-cover changes in the arid transboundary middle Rio Grande basin using remote sensing. **Remote sensing**, 10, n.º 12: 2005, 2018.

OLIVEIRA, Leandro Divino Miranda de. **Desenvolvimento de um índice para avaliação do desempenho ambiental do processo produtivo da indústria cerâmica**. 2020. 88 f. Dissertação (Mestrado em Administração) – Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Jaboticabal-SP, 2020.

OLIVEIRA, Allison Bezerra; PAZ, Diego Armando Souza; SILVEIRA, Keilha Correia da. Expansão da silvicultura do eucalipto e transformações no uso da terra em municípios do oeste maranhense. **InterEspaço: Revista de Geografia e Interdisciplinaridade**, v. 6, n. 19, p. e202006, 2020.

OLIVEIRA, Yasmin di Paula Teixeira. **Efeitos do manejo do solo em bacias hidrográficas: uma revisão de casos na Amazônia Oriental**. 2021. 47 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Engenharia de Pesca, Universidade Federal Rural da Amazônia, Belém, 2021.

ONU-ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS. **World Urbanization Prospects: The 2018 Revision**. Disponível em: population.un.org/wup/Download/. Acesso em: 2023.

PAULA, Eduardo Vedor de. **Análise da produção de sedimentos na área de drenagem da baía de Antonina/PR: uma abordagem geopedológica**. 2010. 220 f. Tese (Doutorado em Geografia) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba-PR, 2010.

PAZ, Yenê Medeiros; GOUVEIA, Renata Laranjeiras; SILVA, Jadson Freire da; HOLANDA, Romildo Morant de. A atividade de extração de argila e a relação homem-natureza. **Revista Geama**, v. 1, n. 2, p. 261-274, 2016.

PENG, Wen-jia; MI, Jing; JIANG, Yu-hong. Asbestos exposure and laryngeal cancer mortality. **The Laryngoscope**, v. 126, n. 5, p. 1169-1174, 2016.

PINTO, Carlos; NUNES, Adélia; FIGUEIREDO, Albano. Vulnerabilidade e risco de incêndio florestal no apoio à evacuação: Proposta metodológica aplicada aos concelhos da Lousã e Sertã. **Cadernos de Geografia**, v. 47, p. 35-53, 2023.

PNUD-PROGRAMA DAS NAÇÕES UNIDAS PARA O DESENVOLVIMENTO. **Atlas: mapeando os objetivos de desenvolvimento sustentável na mineração**. [s. l.] [s. n.]. 2016.

POTSCHIN, Marion B.; HAINES-YOUNG, Roy H. Ecosystem services: Exploring a geographical perspective. **Progress in physical geography**, v. 35, n. 5, p. 575-594, 2011.

REGINATTO, Ana Carolina. A nova Constituição e o Código de Mineração de 1967: a consolidação do capital multinacional e associado no setor mineral brasileiro. In: **Anais do XXVIII Simpósio Nacional de História**, Florianópolis, 2015.

RIBEIRO, Selma Regina Aranha; CENTENO, Jorge Silva. Classificação do uso do solo utilizando redes neurais e o algoritmo MAXVER. **Anais do X Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto**. INPE: Foz do Iguaçu, 2001.

ROCHA, Eudes de Arimatéa. **Proposição de um método para estudo da degradação de azulejos portugueses em monumentos históricos**. 2023. 186 f. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Pernambuco, Recife-PE, 2023.

RODRIGUEZ, José Manuel Mateo; SILVA, Edson Vicente da; CAVALCANTI, Agostinho de Paula Brito. **Geoecologia das paisagens**: uma visão geossistêmica da análise ambiental. 6ª ed. Fortaleza: Imprensa Universitária UFC, 2022.

SABINO, Artemizia Rodrigues. **Características físico-químicas das argilas utilizadas na indústria de cerâmica vermelha no município de Tabatinga-AM**: um estudo de caso em indústrias do município. 2016. 121 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Processos) –Universidade Federal do Pará-UFPA, Belém-PA, 2016.

SALES, Samantha; CANTU, Rodrigo. Committed capitalism. **Revista Sociedade e Estado**, v. 36, n. 2, p. 433-459, 2021.

SALICIO, Viviane Aparecida Martins Mana; BOTELHO, Clovis; SILVA, Ageo Mário Cândido da; SALICIO, Marcos Adriano. Fatores associados às alterações da função pulmonar em trabalhadores de indústria de cerâmica. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 18, p. 1353-1360, 2013.

SALLUN, Alethéa Ernandes Martins; SUGUIO, Kenitiro; SALLUN FILHO, William. Geoprocessamento para cartografia do alogrupo Alto Rio Paraná (SP, PR e MS). **Revista Brasileira de Cartografia**, n.º 59/03, dezembro, 2007.

SÁNCHEZ, Luis Enrique. **Avaliação de impacto ambiental**: conceitos e métodos. 3ª ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2020.

SANTOS, Alex Mota dos; BUENO, Luis Fernando; SAMPAIO, Tony Vinicius Moreira. Dados e informações geoespaciais para análise territorial e ambiental na Amazônia Legal no Brasil. **Revista Geográfica Venezolana**, 56 (2), 249-267, 2015.

SANTOS, Humberto Gonçalves dos; JACOMINE, Paulo Klinger Tito; ANJOS, Lúcia Helena Cunha dos; OLIVEIRA, Virlei Álvaro de; LUMBRERAS, José Francisco; COELHO, Maurício Rizzato; ALMEIDA, Jaime Antonio de; ARAÚJO FILHO, José Coelho de; OLIVEIRA, João Bertoldo de; CUNHA, Tony Jarbas Ferreira. **Sistema**

Brasileiro de Classificação de Solos. 5ª ed., rev. e ampl. Brasília, DF: Embrapa, 2018.

SANTOS, Fabrícia Cristina; VIEIRA, Rita Marcia da Silva Pinto; BARBOSA, Alexandre Augusto; FERREIRA, Yara da Cruz; POLIZEL, Silvia Palotti; SESTINI, Marcelo Francisco; OMETTO, Jean Pierre Henry Balbaud. Application of remote sensing to analyze the loss of natural vegetation in the Jalapão Mosaic (Brazil) before and after the creation of protected area (1970-2018). **Environmental Monitoring and Assessment**, v. 194, n. 3, p. 201, 2022.

SANTOS, Gabriela Lima dos. **Impactos socioambientais oriundos da cerâmica vermelha na comunidade do povoado Poxica - Itabaianinha/SE.** 2021. 135 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Rede Nacional para Ensino das Ciências Ambientais) – Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão-SE, 2021.

SANTOS, Milton. **A natureza do espaço: técnica e tempo, razão e emoção.** 4ª ed. São Paulo-SP: Editora da Universidade de São Paulo, 2006.

SANTOS, Nayara Marques; COSTA, Diógenes Félix da Silva; CESTARO, Luiz Antonio. Identificação e mapeamento dos serviços ecossistêmicos de provisão no manguezal do rio Tijupá, Ilha do Maranhão (Região Nordeste do Brasil). **Caminhos de Geografia**, v. 22, n. 79, p. 276-294, 2021.

SCHIAVETTI, Mariana Bruck de Moraes Ponna; MORAES, Maria Eugênia Bruck de. Até onde vai o direito constitucional ao meio ambiente ecologicamente equilibrado? Uma análise sobre o posicionamento brasileiro frente ao novo constitucionalismo latino-americano. **Revista Brasileira de Políticas Públicas**, v. 10, n. 3. p. 57-80, 2020.

SCHROEDER, Paul. A. **Clays in the critical zone.** Cambridge-Inglaterra: Cambridge University Press, 2018.

SILVA FILHO, Rivaldo Cavalcanti e; LOUREIRO, Sílvia Maria da Silveira; SOUZA FILHO, Carlos Frederico Marés de; Bertaso, João Martins. (Orgs.). **Impactos socioambientais da mineração sobre povos indígenas e comunidades ribeirinhas na Amazônia.** Manaus-AM: Editora UEA, 2020.

SILVEIRA, Roniex da. **Análise integrada da paisagem da sub-bacia do rio Pagão Guararema/Sergipe: um olhar para a fragilidade Ambiental.** 2021. 138 f. Dissertação (mestrado em Geografia) – Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão/SE, 2021.

SINGH, Pritam. The ecological consequences of the rising economic power of the BRICS economies in global capitalism: An eco-socialist perspective. In: DEVEZAS, Tessaleno Campos; LEITÃO, João Carlos Correia; YEGOROV, Yuri; CHISTILIN, Dmitry. (Orgs.). **Global challenges of climate change**, vol. 2, [s. l.], Springer, Cham, 2023, p. 83-101.

SIGMINE-SISTEMA DE INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA DA MINERAÇÃO. Agência Nacional de Mineração (Brasil). Link variável. 2024.

SILVA, Dionatan Miranda da; LEITE, Emerson Figueiredo. Abordagem sistêmica e os estudos da paisagem. **Revista pantaneira**, v. 18, p. 14-29, 2020.

SIREGAR, Iskandarsyah; ZULKARNAIN. CSR-Based Corporate Environmental Policy Implementation. **British Journal of Environmental Studies**, v. 1, n. 1, p. 51-57, 2021.

SOARES, Fátima Maria. A paisagem como campo de estudo geográfico. **Cadernos do Logepa**, vol. 4, n. 1, p. 47-54, 2005.

SOUSA, Amilcar Marcel de. **Sistema de gestão e planejamento ambiental**. 1ª ed. Curitiba-PR: IESDE Brasil, 2017.

SOUZA, Geisa Bethânia Nogueira de. **Dinâmicas territoriais no município de Salinópolis/PA: unidades espaciais, ações públicas e a conservação Ambiental**. 2021. 212 f. Tese (Doutorado em Geografia) – Universidade Federal do Pará, Belém, 2021.

SOUZA, Natália Pereira Rodrigues de. **Avaliação da cobertura vegetal das Áreas de Preservação Permanente hídricas por meio de imagens WPM/CBERS-4A para o município de Cruzeiro-SP**. 2023. 37 f. Monografia (Bacharelado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, 2023.

Spitz, Karlheinz; Trudinger, John. **Mining and the environment: from ore to metal**. Leiden-Países Baixos: CRC Press, 2019.

SQUEFF, Tatiana de Almeida Freitas Rodrigues Cardoso; MARTINS, Fernanda Rezende. A apropriação do discurso do desenvolvimento sustentável como instrumento de manutenção da colonialidade sobre os recursos naturais. **Revista de direito econômico e socioambiental**, 11 (3), p. 30-53, 2020.

SUERTEGARAY, Dirce Maria Antunes; PAULA, Cristiano Quaresma de. Geografia e questão ambiental, da teoria à práxis. **Ambientes: Revista de Geografia e Ecologia Política**, v. 1, n. 1, p. 79-79, 2019.

TAYLOR, Zachary P.; BENNETT, Drew E. Ecosystem services valuation as an opportunity for inquiry learning. **Journal of Geoscience Education**, v. 64, n. 3, p. 175-182, 2016.

TING, Carmen; HUNG, Jorge Ulloa; HOFMAN, Corinne L.; TING, Patrick Degryse. Indigenous technologies and the production of early colonial ceramics in Dominican Republic. **Journal of archaeological science: Reports**, v. 17, p. 47-57, 2018.

VEZZANI, Fabiane Machado. Solos e os serviços ecossistêmicos. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 8, p. 673-684, 2015.

WELLS, Jasmine J.; STRINGER, Lindsay C.; WOODHEAD, Anna J.; WANDRAG, Elizabeth M. Towards a holistic understanding of non-native tree impacts on

ecosystem services: A review of Acacia, Eucalyptus and Pinus in Africa. **Ecosystem Services**, v. 60, p. 101511, 2023.

ANEXOS

ANEXO A - LEGISLAÇÃO REFERENTE À DOAÇÃO DE TERRAS PÚBLICAS PARA INDÚSTRIA DE CERÂMICA VERMELHA



PREFEITURA DE ITAPECURU MIRIM/MA
SECRETARIA MUNICIPAL DE GOVERNO

LEI Nº 1180 DE 21 DE SETEMBRO DE 2010

DISPÕE SOBRE A DOAÇÃO DE UMA
ÁREA DE TERRA PERTENCENTE AO
PATRIMÔNIO MUNICIPAL, À CERÂMICA
B. B. MENDES DO MARANHÃO LTDA E
DÁ OUTRAS PROVIDENCIAIS.

O PREFEITO MUNICIPAL DE ITAPECURU MIRIM/MA, no uso de
suas atribuições legais,

**FAÇO SABER A TODOS OS HABITANTES, QUE A CÂMARA
MUNICIPAL DE ITAPECURU MIRIM**, Estado do Maranhão, no uso de suas
atribuições legais aprovou e eu sanciono a seguinte Lei:

Art. 1º. Fica o Poder Executivo Municipal, autorizado na forma da Lei; a
proceder a doação de uma área de terra, totalizando 03 hectares conforme Memorial
Descritivo em anexo, pertencente ao Patrimônio Municipal, à Cerâmica B. B. Mendes
do Maranhão LTDA, empresa cadastrada no CNPJ Nº 12.545.067/0001-90, e localizada
no Caminho do Tabuleirão S/N, DER nesta cidade.

Art. 2º. A área aqui doada está aforada à Cerâmica B. B. Mendes, estando com
suas obrigações legais em dia, ou seja, efetivação do pagamento das taxas referente ao
exercício de 2010.

Art. 3º. A doação prevista nesta Lei terá como finalidade construir o pátio de
estacionamento para veículos na Cerâmica B. B. Mendes, visando garantir o pleno
controle de entradas e saídas, bem como garantir a segurança das pessoas que
diariamente freqüentam e/ou trabalham na Cerâmica B. B. Mendes.

Art. 4º. O não cumprimento do Art. 3º desta Lei, implicará automaticamente no
retorno da área doada ao Patrimônio Municipal.

Art. 5º. O Aforamento ali concedido tornar-se-á sem efeito a partir da
publicação da presente Lei no Diário Oficial do Estado.

Art. 6º. Em cumprimento ao que determina o Art. 17, inciso I, da Lei Nº 8.666
de junho de 1993, o imóvel objeto da doação prevista nesta lei foi avaliado em R\$
37.000,00 (trinta e sete mil), conforme faz prova o Laudo de Avaliação, em anexo.



**PREFEITURA DE ITAPECURU MIRIM/MA
SECRETARIA MUNICIPAL DE GOVERNO**

Art. 7º. As despesas decorrentes da execução da presente lei ocorrerão por conta de créditos orçamentários próprios.

Art. 8º. Esta Lei entrará em vigor na data de sua publicação, revogados as disposições em contrário.

Mando, portanto, a todas as autoridades a quem o conhecimento e a execução da presente Lei pertencer, que a cumpram e a façam cumprir tão inteiramente como nela se contém. A Secretaria Municipal de Governo de Itapecuru Mirim a faça imprimir, publicar e correr.

**GABINETE DO PREFEITO DE ITAPECURU MIRIM, ESTADO DO
MARANHÃO, em 21 de setembro de 2010, 189º da Independência, 122º da
República.**


**Antonio da Cruz Filgueira Júnior
PREFEITO**

ANEXO B - LEGISLAÇÃO REFERENTE À DOAÇÃO DE TERRAS PÚBLICAS PARA INDÚSTRIA DE CERÂMICA VERMELHA



PREFEITURA DE ITAPECURU MIRIM/MA
SECRETARIA MUNICIPAL DE GOVERNO

LEI Nº 1139/2009/SEMGOV

Itapecuru Mirim, 29 de setembro de 2009.

DISPÕE SOBRE A DOAÇÃO DE UMA
ÁREA DE TERRA PERTENCENTE
AO PATRIMÔNIO PÚBLICO
MUNICIPAL A INDÚSTRIA
CERÂMICA CONFIANÇA LTDA E
DÁ OUTRAS PROVIDÊNCIAS.

O PREFEITO MUNICIPAL DE ITAPECURU MIRIM/MA, no uso de
suas atribuições legais,

**FAÇO SABER A TODOS OS HABITANTES, QUE A CÂMARA
MUNICIPAL DE ITAPECURU MIRIM**, Estado do Maranhão, no uso de suas
atribuições legais aprovou e eu sanciono a seguinte Lei:

Art. 1º - Fica o Poder Executivo autorizado a fazer doação de uma área de terra pertencente ao Patrimônio Público Municipal, para a Indústria Cerâmica Confiança LTDA, inscrita no CNPJ nº 08.201.079/0001-20, Insc. Estadual nº 12.229.209-0, localizada na Estrada do Tabuleirão, Cova, Município de Itapecuru Mirim/MA, totalizando 30,0 ha. Conforme planta e memorial descritivo em anexo;

Art. 2º - A área a ser doada, está ocupada pela Indústria Cerâmica Confiança LTDA, e possui os devidos Termos de Transferência de Domínio Útil, com suas obrigações legais em dias, ou seja, a efetivação do pagamento de suas taxas em dias;

Art. 3º - A doação prevista nesta Lei tem por finalidade atender a premente necessidade de término de ampliação e modernização da Indústria Cerâmica Confiança LTDA, para fabricação e comercialização de produtos cerâmicos;

Art. 4º - O não cumprimento do preceituado no Art. 3º desta Lei, implicará automaticamente no retorno ao Patrimônio Público Municipal do terreno, ora doado, sendo essa empresa ressarcida pelos bens ali edificados;

Art. 5º - Fica estabelecido que a partir da publicação desta Lei, os Termos de Transferência de Domínio Útil, já concedido nessa área, tornam-se sem efeitos, a saber:

1º Termo de Transferência de Domínio Útil em nome da Indústria Cerâmica Confiança LTDA, lavrado no Livro 14, fls 174, totalizando uma área de 3,00ha.

2º Termo de Transferência de Domínio Útil em nome de Claudia Fernanda Barreto N. Machado, lavrado no Livro 15, fls 175, totalizando uma área de 3,00ha.

3º Termo de Transferência de Domínio Útil em nome de Daniela Barreto Nunes Machado, lavrado no Livro 14, fls 176, totalizando uma área de 3,00ha.



**PREFEITURA DE ITAPECURU MIRIM/MA
SECRETARIA MUNICIPAL DE GOVERNO**

4º Termo de Transferência de Domínio Útil em nome de Rômulo José Reis de Barros, lavrado no Livro 14, fls 177, totalizando uma área de 3,00ha.

5º Termo de Transferência de Domínio Útil em nome de Minarte Figueredo Barbosa, lavrado no Livro 14, fls 178, totalizando uma área de 3,00ha.

6º Termo de Transferência de Domínio Útil em nome de Sandra Maria Moraes de Figueredo, lavrado no Livro 14, fls 179, totalizando uma área de 3,00ha.

7º Termo de Transferência de Domínio Útil em nome de Maria da Conceição Barreto Machado, lavrado no Livro 14, fls 180, totalizando uma área de 3,00ha.

8º Termo de Transferência de Domínio Útil em nome de Luis Barbosa de Freitas Neto, lavrado no Livro 14, fls 181, totalizando uma área de 3,00ha.

9º Termo de Transferência de Domínio Útil em nome de Minarte Figueredo Barbosa Filho, lavrado no Livro 14, fls 182, totalizando uma área de 3,00ha.

10º Termo de Transferência de Domínio Útil em nome de Maria da Conceição Machado da Silva, lavrado no Livro 14, fls 183, totalizando uma área de 3,00ha.

Art. 6º - A área, ora mencionada, fica distribuída da seguinte forma:

I – 15,0ha. terão por finalidade para o plantio de eucalipto, visando à extração e remanejamento de madeira própria;

II – 5,0ha. terão por finalidade o local de instalação da sede da Indústria Cerâmica Confiança LTDA, galpões de estoque para secagem de tijolos, área para estoque de argila e estoque de lenha;

III – 10,0ha. terá por finalidade a extração da argila para a fabricação dos produtos cerâmicos.

Art. 7º - Em cumprimento ao que determina o Art. 17, inciso I, da Lei nº 8.666, de 21 de junho de 1993, o imóvel, objeto da doação, foi avaliado previamente pelo valor de R\$ 30.000,00 (trinta mil reais), conforme Laudo de Avaliação em anexo;

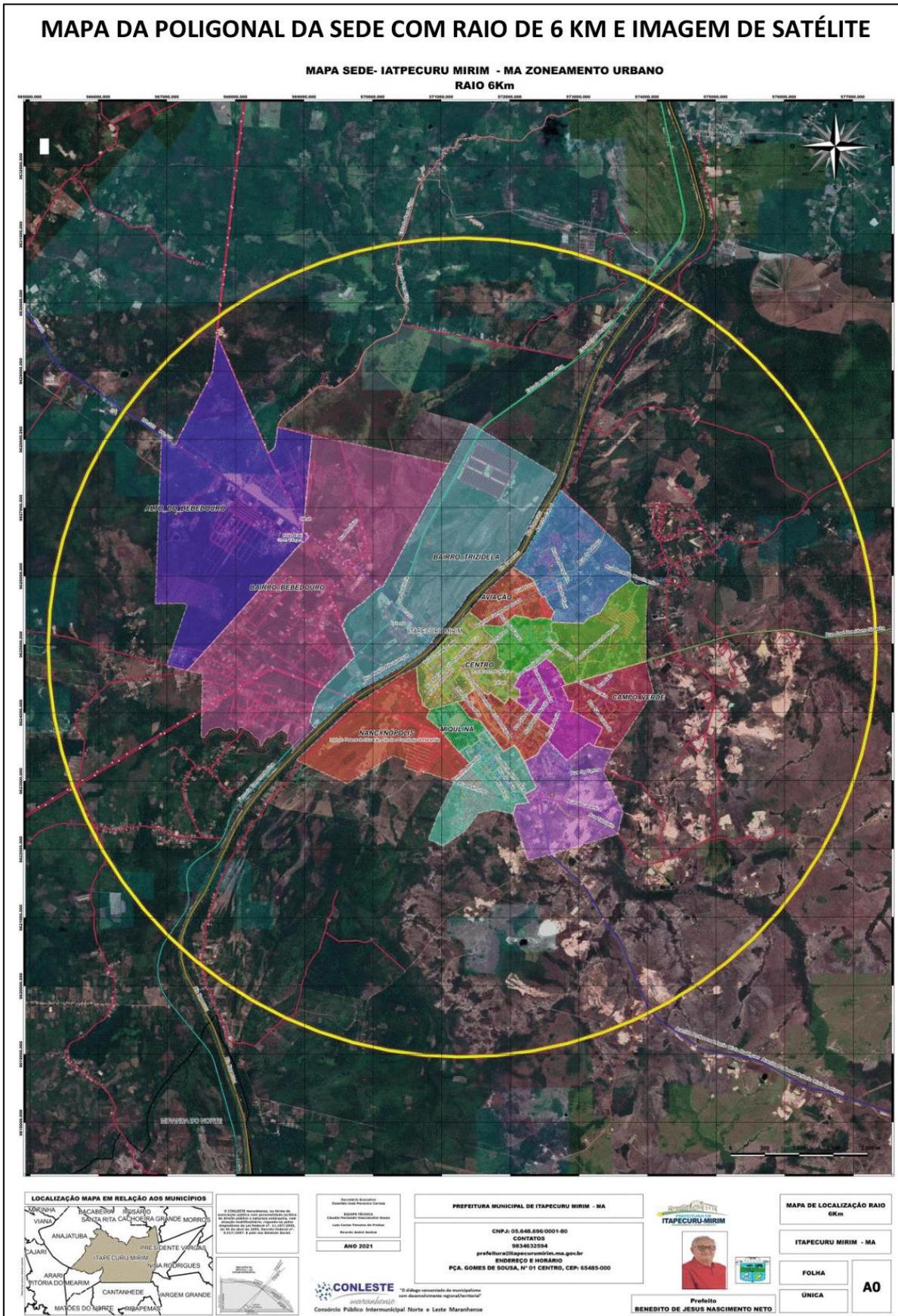
Art. 8º - As despesas decorrentes da execução da presente Lei, correrão por conta de crédito orçamentário próprio;

Art. 9º - Esta Lei entrará em vigor na data de sua publicação.

GABINETE DO PREFEITO DE ITAPECURU MIRIM, ESTADO DO MARANHÃO, em 29 de setembro de 2009, 188º da Independência, 121º da República.


**Antonio da Cruz Pilguezira Júnior
PREFEITO**

ANEXO C - MAPA EXTRAÍDO DA LEI MUNICIPAL N.º 1.510/2021
MAPA DA POLIGONAL DA SEDE COM RAIOS DE 6 KM E IMAGEM DE SATÉLITE



ANEXO D - ARRECADAÇÃO DA CFEM EM ITAPECURU-MIRIM/MA (ANM, 2023)

(Disponível em: https://sistemas.anm.gov.br/arrecadacao/extra/arrecadacao/extra/acessoexterno/associacao/relatorios/arrecadacao_cfem_substancia.aspx. Acessado em: 07 fev. 2024)

Arrecadação da CFEM por Substância													
Ano:*		2023											
Estado:		Maranhão											
Município:		ITAPECURU MIRIM											
Ordem:		<input type="radio"/> Substância <input checked="" type="radio"/> Valor Arrecadado											
Gera													
Filtros													
Ano :		2023											
Estado :		Maranhão											
Município :		ITAPECURU MIRIM											
Arrecadação CFEM por Substância													
Estado	Jan.	Fev.	Mar.	Abr.	Mai.	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Out.	Nov.	Dez.	Total.
1 ARGILA	519,54	184,06	242,49	126,60	346,46	367,48	287,50	5.340,27	269,75	365,50	328,94	770,67	9.149,26
2 AREIA	143,77	119,98	130,01	127,78	131,96	155,19	118,74	157,50	162,61	147,33	135,62	118,18	1.648,67
Total:	663,31	304,04	372,50	254,38	478,42	522,67	406,24	5.497,77	432,36	512,83	464,56	888,85	10.797,93