



**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DA PARAÍBA
– CAMPUS PICUÍ
DIRETORIA DE DESENVOLVIMENTO DE ENSINO
PÓS GRADUAÇÃO EM GESTÃO DOS RECURSOS AMBIENTAIS DO SEMIÁRIDO
– *Lato Sensu***

LEURIANE CASTRO DOS SANTOS

**AVALIAÇÃO DOS IMPACTOS AMBIENTAIS CAUSADOS PELA MINERAÇÃO DE
OPALA NO MUNICÍPIO DE PEDRO II – PIAUÍ**

**PICUÍ - PB
2023**

LEURIANE CASTRO DOS SANTOS

**AVALIAÇÃO DOS IMPACTOS AMBIENTAIS CAUSADOS PELA MINERAÇÃO DE
OPALA NO MUNICÍPIO DE PEDRO II – PIAUÍ**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso especialização em Gestão dos Recursos Ambientais do Semiárido, do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba – Campus Picuí, em cumprimento às exigências parciais para a obtenção do título de Especialista.

ORIENTADOR (A):

Prof^a. Dr^a. Ailma Roberia Souto de Medeiros

Dados Internacionais de Catalogação
Biblioteca – IFPB, Campus Guarabira

S237a Santos, Leuriane Castro.

Avaliação dos impactos ambientais causados pela mineração de Opala no município de Pedro II - Piauí. / Leuriane Castro Santos. – Picuí, 2023.

55f. : il.

Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização - Gestão em Recursos Ambientais do Semiárido – GRAS) – Instituto Federal de Educação Tecnológica da Paraíba, IFPB – Campus Picuí/Coordenação de Pós Graduação em Gestão dos Recursos Ambientais do Semiárido, 2023.

Orientadora: Dra. Ailma Roberia Souto de Medeiros.

1. Mineração. 2. Impactos ambientais. 3. Sustentabilidade - Degradação ambiental. I. Título.

CDU 69:502/504

LEURIANE CASTRO DOS SANTOS

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso especialização em Gestão dos Recursos Ambientais do Semiárido, do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba – Campus Picuí, em cumprimento às exigências parciais para a obtenção do título de Especialista.

Aprovada em 27 / 10 / 2023

Banca Examinadora

Prof. Dra. Ailma Roberia Souto de Medeiros
Orientador (a) (IFPB)

Prof. Dra. Lidiane Cristina Félix Gomes
Avaliador Interno (a) (IFPB)

Prof. Me. Rhian Vilar da Silva Vieira
Avaliador Externo (UFRGS)

Prof. Dra. Mayara Eunice de Macedo Gomes
Avaliador (a) Externa(a) (IFPB)

AGRADECIMENTOS

Agradeço imensamente a Deus, em primeiro lugar, por ter colocado pessoas em meu caminho durante a realização deste trabalho, como minha mãe Luzia, por ligar para parentes e amigos no intuito de ajudar a custear a minha prática de campo, pelo apoio e incentivos.

Agradeço a falta de energia elétrica no meu bairro nos momentos de estudos e a vela que iluminou minhas noites.

Ao coordenador do curso, pela busca incansável de um orientador para essa pesquisa.

À professora Dra. Ailma Medeiros, por aceitar essa jornada.

Ao coorientador professor Me. Rhian Vilar, pela sua contribuição no trabalho, pelos reajustes e estratégias.

Agradeço também a minha colega de prática de campo, Núbia Araújo, pelo apoio técnico no Geoprocessamento de dados da pesquisa.

Ao meu primo Edson, por seu meu motorista de estrada e busca de resultado dos objetivos deste trabalho.

À Betânia Leandro, por ter sido meus pés e minhas mãos nos momentos mais difíceis.

Agradeço de forma direta e indireta a todos meus colegas que incansavelmente chegaram ao objetivo do curso, e compreendemos juntos a Gestão dos Recursos Naturais que faz parte do Semiárido, em outras palavras, do Nordeste e suas belas riquezas que poucos conhecem.

Aos colegas do setor financeiro da UFPI do Programa de Pós-Graduação em Gestão Patrimonial dos Recursos Naturais de Ciências da Natureza, que me ajudaram a financiar a prática de campo.

RESUMO

A prática da mineração, apesar de ser uma atividade importante para os diversos setores da economia e da sociedade, é também uma técnica que degrada o meio ambiente, tornando-se necessário que as empresas mineradoras e garimpos informais desenvolvam práticas que amenizem os impactos causados à natureza. Este trabalho tem como tema a avaliação dos impactos ambientais causados pela mineração de opala no município de Pedro II – Piauí, visando propor um conhecimento sobre a temática e os possíveis caminhos para a minimização dos impactos, com vista a uma prática pautada na sustentabilidade. A metodologia da pesquisa contou com as etapas de levantamento bibliográfico e contou ainda com as etapas de visita e observação *in loco*, para aplicação de *checklist*, utilização de GPS para localização cartográfica e registros fotográficos realizados em 4 (quatro) garimpos localizados no município de Pedro II, Piauí. A metodologia de avaliação de impactos ambientais utilizando o *checklist* foi considerada satisfatória, pois é de fácil aplicação e entendimento, o que facilitou a coleta e análise dos dados. Os resultados encontrados em relação aos impactos ambientais em Pedro II foram: decapeamento do solo, a alteração da topografia do terreno que implica na modificação da paisagem, com evidente impacto visual e mudança no nível do lençol freático, que passa a aflorar, após a remoção das camadas de solo e de porções de rocha fraturada, a fim de permitir o acesso dos garimpeiros às áreas mineralizadas. Enfim, a investigação empreendida possibilitou a percepção sobre a importância de se desenvolver práticas voltadas à minimização dos impactos negativos das atividades mineradoras sobre o meio ambiente.

PALAVRAS-CHAVE: Impactos Ambientais. Mineração. Garimpos. *Checklist*. Degradação ambiental.

ABSTRACT

The practice of mining, despite being an important activity for different sectors of the economy and society, is also a technique that degrades the environment, making it necessary for mining companies and informal mines to develop practices that mitigate the impacts caused to nature. This work's theme is the assessment of the environmental impacts caused by opal mining in the municipality of Pedro II – Piauí, aiming to propose knowledge on the subject and possible ways to minimize impacts, with a view to a practice based on sustainability . The methodology of the research outline with the stages of bibliographical survey and outline also with the stages of on-site visit and observation, to apply a checklist, use of GPS for cartographic location and photographic records carried out in 4 (four) mines located in the municipality of Pedro II, Piauí. The methodology for assessing environmental impacts using the checklist was considered satisfactory, as it was easy to apply and understand, which facilitated data collection and analysis. The results found in relation to the environmental impacts in Pedro II were: stripping of the soil, the change in the topography of the land that implies the modification of the landscape, with evident visual impact and change in the level of the water table, which starts to emerge after the removal of soil layers and portions of rock fractures, in order to allow miners access to mineralized areas. Ultimately, the investigation undertaken made it possible to understand the importance of developing practices aimed at minimizing the negative impacts of mining activities on the environment.

KEYWORDS: Environmental impacts. Mining. Garimpos. *Checklist*. Ambiental degradation.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	8
2 JUSTIFICATIVA	10
3 REFERENCIAL TEÓRICO	11
3.1 Caracterização da área	11
3.1.1 Localização	11
3.1.2 Aspectos socioeconômicos	12
3.2 Breve contexto da mineração no Piauí: foco no município de Pedro II	14
3.2.1 Geologia	15
3.2.1 A mineração de Opala como atividade estratégica no município de Pedro II	17
3.3 Impactos ambientais	19
4 METODOLOGIA	24
4.1 Coleta dos dados	24
4.2 Análise de dados	24
5 RESULTADOS E DISCUSSÕES	25
5.1 Identificação dos Impactos Ambientais dos Garimpos do Município de Pedro II	25
5.2 Aspectos da Mineração: das técnicas aos impactos	32
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS	34
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	35
APÊNDICES	43
ANEXOS	50

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Mapa de Localização do Município de Pedro II	12
Figura 2 - Mirante do Morro do Gritador	14
Figura 3 - Mapa Geológico do Município de Pedro II – Piauí	17
Figura 4 - Mapa de situação ou levantamento da pesquisa <i>in loco</i>	27
Figura 5 - Impactos ambientais identificados nas minas de Opala de Pedro II – PI	28
Figura 6 - Impactos ambientais identificados nos garimpos Roça 1 e Roça 2	28
Figura 7 - Impactos ambientais causados pela extração de opala no garimpo Roça 2	30
Figura 8 -Decapeamento do solo no garimpo Roça 3	31

APRESENTAÇÃO

O presente trabalho atende ao requisito parcial para obtenção do título de Especialista pelo Programa de Pós-Graduação em Gestão dos Recursos Ambientais do Semiárido, do

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba – Campus Picuí, e, portanto, está estruturado conforme a Resolução-CS n° 42, de 07 de Agosto de 2019. É uma pesquisa que aborda, como temática principal, a avaliação dos impactos ambientais causados pela mineração de Opala no município de Pedro II, estado do Piauí, nordeste do Brasil. A priori, será introduzido o tema geral da monografia e seus principais aspectos; descrevendo, assim, a metodologia e os objetivos; por fim, apresentar-se-ão os resultados alcançados.

1 INTRODUÇÃO

A atividade mineradora pode ser compreendida como uma prática de exploração que ocorre em um espaço mediante a concentração de minerais e/ou rochas com valor econômico (Freitas *et al.*, 2016; Milanez, 2017; Rocha, 2021). Dessa forma, os minérios são agregados de elementos químicos ou minerais que, além de possuírem valor econômico, são viáveis do ponto de vista tecnológico e do custo-benefício de sua extração (Sachs *et al.*, 2015; Freitas *et al.*, 2016). Podem ser de origem metálica e não metálica, bem como serem encontrados em distintos estados físicos: sejam eles sólidos, líquidos e/ou gasosos como, a exemplo, o ferro, o granito, o carvão, o petróleo e o gás natural, respectivamente (Sachs *et al.*, 2015; Freitas *et al.*, 2016; Milanez, 2017).

Através do processo de mineração, as indústrias podem acessar uma miríade de matérias-primas que são empregadas na construção de bens de consumo cotidianos e especializados, e portanto, tornam-se fundamentais para os diversos setores da economia e da sociedade (DNPM, 2010; Silva & Andrade, 2017; IBRAM, 2018; Chaves, 2019; Armada, 2021). De acordo com Freitas *et al.*, (2016):

A mineração é uma atividade fundamental para o conforto e o progresso das civilizações por ser imprescindível para a produção e manutenção de ferramentas, utensílios, construção de moradias, saneamento básico, transporte, comunicação, geração e transmissão de energia, serviços de medicina, tecnologia de ponta e agricultura.

Por outro lado, a mineração é também uma técnica que causa degradação ao meio ambiente, geração de elevados volumes de passivos ambientais (i.e. degradação do solo, contaminação de corpos hídricos e o volume alto de rejeitos), com elevado potencial de alteração do equilíbrio ecológico (Énriquez, 2007; Freitas *et al.*, 2016; Bomfim, 2017; Armada, 2021; Rocha, 2021). Do ponto de vista social, a atividade de mineração também pode estar associada a invasão de territórios, à ameaça a reprodutibilidade, assim como à cosmovisão de populações e comunidades tradicionais imateriais (i.e. indígenas, quilombolas e populações ribeirinhas) (Énriquez, 2007; Énriquez *et al.*, 2011; Araújo *et al.*, 2014; Ruiz *et al.*, 2014; Fernandes & Araújo, 2016). Recentemente, o Brasil experienciou duas tragédias que envolvem a mineração e seus espectros de impactos em ordens ambientais e sociais, como foi observado em Mariana (MG - 2015) e em Brumadinho (MG - 2019) (Armada, 2021; Rocha, 2021).

De acordo com Farias (2002), as principais problemáticas causadas pela atividade mineradora abrangem a poluição da água e do ar; a poluição sonora; a subsidência do terreno

(Santos et al., 2022); o uso de recursos não renováveis (Silva & Andrade, 2017) que, em última instância, possuem impacto biossocial direto e indireto, seja sobre a fauna e a flora ou, ainda, sobre as comunidades existentes (Gomes, 2011; Armada, 2015; Freitas *et al.*, 2016; Sousa *et al.*, 2020). Tendo em vista os possíveis impactos de tais práticas, torna-se necessário que as empresas mineradoras e os garimpeiros desenvolvam práticas que amenizem os impactos causados à natureza, ou seja, considerando mínimos parâmetros de sustentabilidade e avaliando continuamente os níveis de impactos ambientais (Gomes, 2011; Milanez & Oliveira, 2009; Dias, 2014; Milanez, 2017; Sousa *et al.*, 2020).

O município de Pedro II localiza-se no noroeste do estado do Piauí, e detém o título de “Terra das Opalas”, sendo considerada a única produtora da gema Opala Preciosa (ou nobre) em todo Brasil (Milanez & Oliveira, 2009; Sachs *et al.*, 2015; Sousa *et al.*, 2020). A Opala é uma forma amorfa com aspecto vítreo ou resinoso, basicamente composta de sílica e água, embora contenha impurezas em baixa escala de cálcio, óxido de alumínio, óxido de ferro e magnésio (Souza, 1985; Milanez & Oliveira, 2009).

A Opala destaca-se pelo seu colorido e brilho (Sachs *et al.*, 2015), sendo utilizada como jóia desde 400 a.C. (Milanez & Oliveira, 2009). Além disso, também é base de uso no artesanato em geral (Gomes *et al.*, 2022), tendo relevância nos arranjos produtivos locais em Pedro II (Milanez & Oliveira, 2009; Silva & Filho, 2009; Vidal *et al.*, 2018; Sousa-Júnior, 2023). As gemas são encontradas em profundidades médias (15 a 40 metros), sendo que no Brasil são relatadas nos estados de Minas Gerais, Bahia, Mato Grosso, Rio Grande do Sul, Paraná, São Paulo e Ceará (Oliveira & Cardoso, 1979), considerando que as principais jazidas se localizam no Piauí, nos municípios de Pedro II e Buriti dos Montes (CEPRO, 2005).

O principal objetivo do trabalho é fazer uma avaliação dos impactos ambientais causados pela mineração de Opala no município de Pedro II, estado do Piauí. Especificamente, pretende-se aqui 1) entender como é a estrutura de mineração no município de Pedro II; 2) conhecer os impactos causados pela mineração de Opala; 3) visitar as áreas diretamente afetadas por esta atividade e aplicar *checklist* (listagem de controle) para detectar os impactos ambientais no local por meio de um levantamento de dados primários.

2 JUSTIFICATIVA

Desenvolver um estudo sobre a temática do impacto ambiental da mineração no município de Pedro II justifica-se pelo fato de que a área estudada, desde a década de 50, vem sofrendo alteração crônica da sua paisagem natural em decorrência da exploração de Opala. A atividade de lavra e de beneficiamento da Opala é um processo de grande degradação ambiental, o que oportuniza o diagnóstico das alterações e dos impactos ambientais e sociais para, dessa forma, avaliar com maior exatidão as mudanças decorrentes do processo de exploração. Com base nisso, torna-se estratégico produzir uma pesquisa monográfica que aborda a extração de opala em Pedro II e que proponha, desse modo, uma análise dos impactos ambientais gerados pela prática da extração de Opala na região.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 Caracterização da Área

3.1.1 Localização

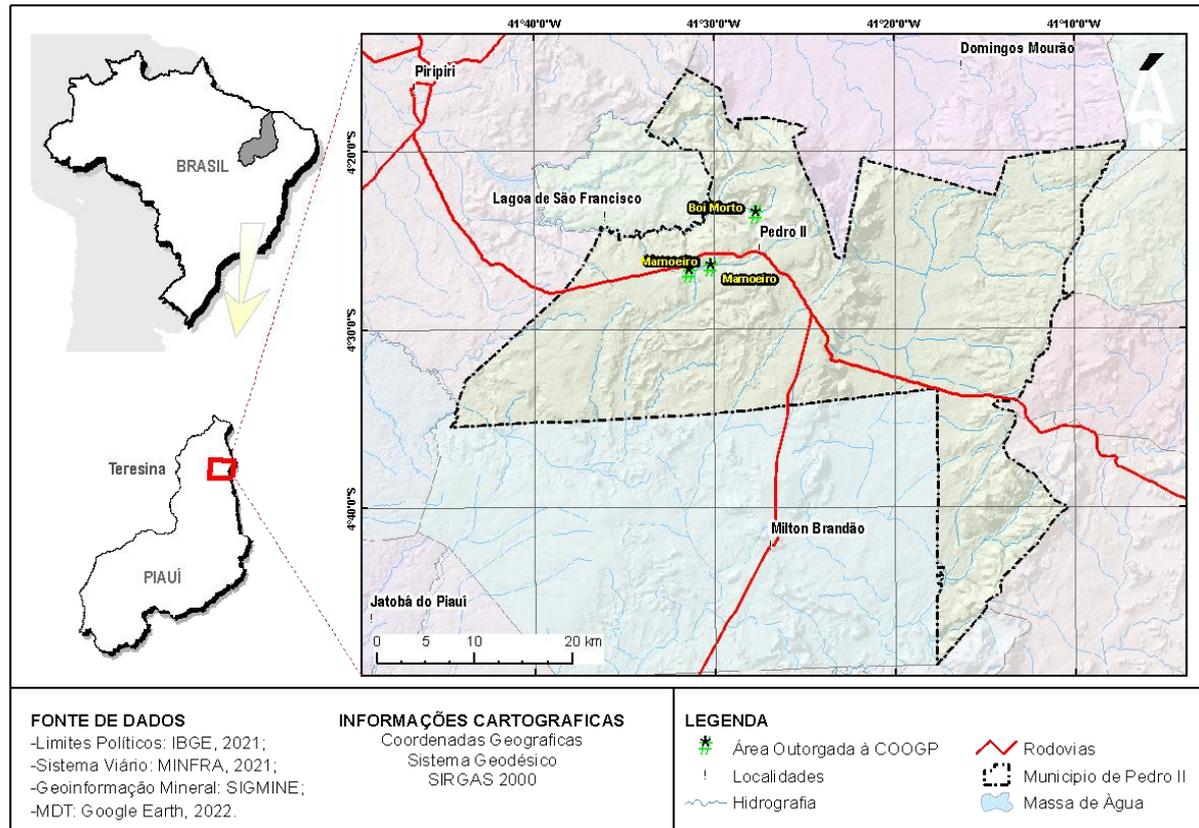
O município de Pedro II (04°25'29" S. e 41 °27'31" W) localiza-se 220 quilômetros a noroeste de Teresina, capital do Estado do Piauí (Figura 1), na Microrregião geográfica de Campo Maior. Seus limites são os municípios de Domingos Mourão, ao norte; ao sul, Milton Brandão e Buriti dos Montes; a oeste, Piripiri, Lagoa de São Francisco e Capitão dos Campos; a leste, a fronteira é feita com o Estado do Ceará (Aguiar & Gomes, 2004; Soares, 2013; Sachs *et al.*, 2015; Lima & Guerra, 2020).

A cidade de Pedro II é situada no relevo do Planalto Oriental da Bacia do Maranhão-Piauí e está a uma altitude de 610 metros sobre a Serra dos Matões (Lima, 1987; Soares, 2013). A localização do município está ancorada na Bacia Sedimentar do Parnaíba (Lima & Guerra, 2020), soerguida com o ombro oeste do *rift* Cariri/Potiguar (Claudino-Sales, 2016), onde se formou a cuesta regional da Ibiapaba (Lima, 1987; Freitas *et al.*, 2016; Milanez & Oliveira, 2009; Lima & Guerra, 2020).

De acordo com Laboratório de Análise e Processamento de Imagens de Satélites (LAPIS, 2023), o clima semiárido caracteriza todo o município de Pedro II. E, nisso, inclui-se o polígono das secas, enquanto a circulação atmosférica do município está sob abrangência da Zona de Convergência Intertropical (ZCIT) (Aguiar & Gomes). Segundo Vieira *et al.* (2010) a classificação climática, segundo o sistema Köppen-Geiger, é do tipo Aw (quente e úmido) com temperatura média de 28° C (mínimas de 18° C; máximas de 30° C), enquanto que a precipitação média anual é de 1.187 mm, concentrados nos meses de Dezembro a Maio (Projeto Radam, 1973; Aguiar & Gomes, 2004; Soares, 2013).

A vegetação é predominantemente composta por áreas transicionais entre cerrado, carrasco e mata dos cocais (Sousa-Júnior, 2023), enquanto o planalto da Serra dos Matões é caracterizado por campos rupestres. Pedro II possui um perfil rural com tradição na produção agrícola, com urbanização relativamente tardia, datando o início em meados do começo do século XX (IBGE, 2023; Sousa-Júnior, 2023).

Figura 1 - Mapa de Localização do Município de Pedro II.



Fonte: Sena (2022).

3.1.2 Aspectos Socioeconômicos

O município de Pedro II foi fundado por portugueses em 11 de agosto de 1854, quando o povoado de Matões foi elevado à categoria de Vila, e por fim como forma de homenagear o então imperador do Brasil, foi-se denominado de Pedro II (Soares, 2013). Durante a República, a vila retornou a nomeação de Matões, o que foi alterado pela Lei Estadual nº 641, de 13 de julho de 1911, durante a divisão administrativa do referido ano retornou à nomenclatura de Pedro II (Aguiar & Gomes, 2004; Soares, 2013).

O município possui uma população de 37.894 habitantes dos quais 42% vivem na zona rural, a densidade demográfica é de 24,54 habitantes/km² que é distribuída numa área de 1.544,413 km² (IBGE, 2023). Com relação à educação, o censo do IBGE, em 2010, apresentava uma taxa de escolarização de 6 a 14 anos de idade de 97,3% com índice de 4,7 segundo o IDEB, com índice de desenvolvimento humano municipal 0,571, que é considerado abaixo da média nacional (SEBRAE, 2017), enquanto o acesso ao ensino superior é inferior a 2% da população (IBGE, 2018). Em diversos aspectos sociais o município enfrenta gargalos, em especial quanto

ao saneamento básico (abaixo da média estadual), como observa o IBGE (2023) o abastecimento de água atinge menos que 30% da população local, com ausência pronunciada de tratamento de esgoto nas zonas urbanas (PNUD, 2014).

Nesse sentido, no ano de 2020, a renda *per capita* anual de Pedro II foi de 8.878,00 reais (IBGE, 2023). A Economia da cidade é tradicionalmente vinculada à agricultura, apicultura, pecuária, artesanato, manejo do algodão e turismo, que correspondem a 36% do PIB interno, enquanto atividades administrativas e a extração de Opalas ocupam 55% desse todo (CEPRO, 2005; Milanez & Oliveira, 2009; Sachs *et al.*, 2015; SEBRAE, 2017; Lima & Guerra, 2020).

No entanto, considerando o clima semiárido, a produtividade agrícola é sazonal e possui gargalos que tendem a torná-la vulnerável às condições de pluviosidade (inconstante). A esses fatores somam-se as reservas de água disponíveis na zona subterrânea que são limitadas (Oliveira & Cardoso, 1979; Aguiar & Gomes, 2004). Segundo Batista (2005), a estiagem provocou o estado de emergência do município, tornando-se a responsável pela perda de 85% da lavoura de arroz, 56% da de feijão, 75% da de milho e 48% da produção de mandioca. Outro fator chave da economia desse município é a bovinocultura com criação de mais de 6.800 cabeças, caprinos com 22.000 cabeças, suínos com 18.456 cabeças e aves com 61.836 cabeças (IBGE, 2023).

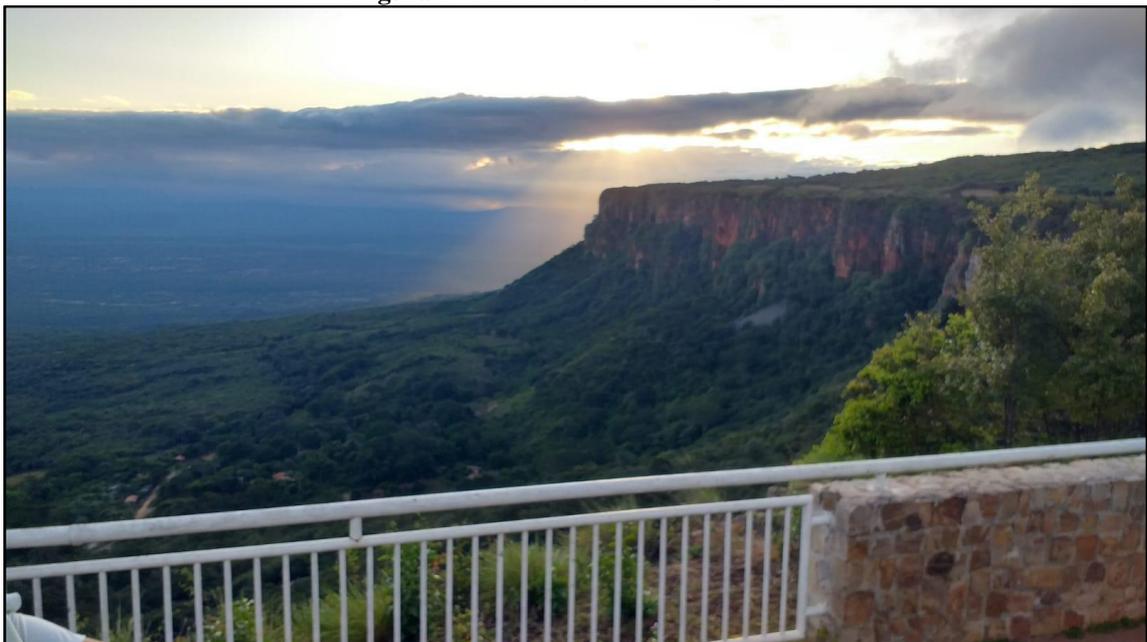
O desenvolvimento industrial ainda é incipiente e contribui em estágio inferior ao PIB, no entanto, tem se expandido por meio do recente crescimento e implementação de Arranjos Produtivos Locais (Sousa-Júnior, 2013), que contam com investimentos públicos e privados (Batista, 2016) e tem propiciado a integração agrícola (criação de caprinos, galinhas caipiras e fruticultura, assim como apicultura e piscicultura), estrutural (construção de cisternas) (Meio Norte, 2014; Batista, 2016).

Em relação ao turismo local, em particular no município de Pedro II, que com a atividade turística emergente e o apoio a mineração de opala, sofreu um *boom* urbano, logístico e empreendedor, modificando e impactando o espaço geográfico, tanto na forma, quanto na estrutura e função (Gomes, 2011). Porém, percebe-se que mesmo diante desse processo, o referido município destaca-se pelas belezas naturais como o Morro do Gritador (Figura 2), a Cachoeira do Salto Liso, Museu da Roça e Olho d'Água Buritizinho (Sachs *et al.*, 2015; Lima & Guerra, 2020), entre outros pontos turísticos importantes (Lima & Guerra, 2020). A região montanhosa e o clima ameno fez com que a Associação de Condutores de Turismo - ACONTUR (2016) definisse a região como “Suíça brasileira” (Lima & Guerra, 2020), atualmente tem se desenvolvido a construção de roteiros de visitação, como observa Santiago (2016) foi arrematado o Plano Estratégico de Desenvolvimento Turístico do Piauí no

contexto do o Programa de Desenvolvimento do Turismo (Prodetur-PI), que tem unido pontos turísticos e atrações musicais, mas também a eventos religiosos (Figura 2).

Gomes (2011) afirma que Pedro II destaca-se no estado do Piauí pela ocorrência da gema opala e por ser artesanato em redes e tapetes. Além disso, apresenta um rico patrimônio histórico-cultural retratado principalmente pelo casario colonial, um casarão antigo existente no município. O referido autor diz que “três das cem melhores unidades produtivas de artesanato do país estão em Pedro II e foram reconhecidas pelo Prêmio SEBRAE Top 100 Artesanato”.

Figura 2 - Mirante do Morro do Gritador



Fonte: Rogério Pereira (2022).

Sobre a exploração do garimpo, Sachs *et al.*, (2015) enfatiza que é um fator de geração de emprego, mas não necessariamente seja esta a atividade mineral de base da renda local. A atividade garimpeira tem sido por muitos anos mais uma alternativa que abre perspectiva àquelas pessoas que procuram na caça da Opala seu meio de sobrevivência, com o “emprego” mantido à custa do enriquecimento inesperado (Sachs, 2015).

3.2 Breve contexto da mineração no Piauí: foco no município de Pedro II

De acordo com Dias (2014) e Sousa Júnior (2023), a mineração é, na contemporaneidade, uma atividade indispensável à sobrevivência do homem no mundo atual, e encontra-se presente nas mais básicas das ações de cunho social como a habitação, o transporte e o saneamento básico, para além do seu uso em áreas como a Tecnologia de ponta e a Medicina. Nas definições de Silva (2018),

“[...] a mineração é considerada uma das atividades econômicas mais antigas de produzir riquezas pela humanidade. Esta é uma atividade básica, que trabalha com recursos naturais não renováveis”. “[...] é o ponto de partida de cadeias industriais de vários segmentos. Sabe-se também que esta atividade é de fundamental importância para a sobrevivência humana, pois é produtora da maioria dos insumos básicos” (Silva, 2018, p. 7).

Em se tratando da mineração no estado do Piauí, a exploração da gema de Opala iniciou-se com a sua descoberta em 1942, quando neste período foram feitas as primeiras escavações nos povoados com registro de Opala, entre eles está a “Mina do Boi Morto”, localizada em Pedro II, no referido Estado (Gomes, 2011). Portanto, inicialmente, a descoberta da Opala na cidade supracitada está registrada apenas na história oral dos garimpeiros”, diz o autor; dessa forma, “vai se transformando e ganhando novos contornos ao longo do tempo” (Vidal *et al.*, 2018).

Vidal *et al.*, (2018) ainda ressalta que algumas pedras, como a Opala, foram identificadas graças à intervenção de um chefe político da época. Um agricultor teria levado algumas amostras para ele que, numa ida à capital, Teresina, mostrou-as aos engenheiros e técnicos que as identificaram.

Segundo Rodrigues (2023) no Brasil, a presença de Opalas como fonte de riqueza mineral encontra-se nos estados do Rio Grande do Sul e do Pará, mas é o Piauí o estado que detém a maior parcela da produção nacional, concentrada nos municípios de Pedro II e Buriti dos Montes.

3.2.1 Geologia

No pensamento de Carvalho (2015), o enquadramento geológico se faz necessário, para se entender o porquê da ocorrência da opala na região, bem como as características geomorfológicas, responsável pela formação do relevo, e o seu papel no turismo da cidade.

Tomando este prisma como base, Aguiar & Gomes (2004) caracteriza os aspectos do solo de Pedro II da seguinte maneira:

Pediplanos: formados essencialmente pelos siltitos e folhelhos da Formação Pimenteiras e arenitos de granulação fina do Grupo Serra Grande. É caracterizada pelas altitudes que variam de 150 a 200m. Predominam solos ora argilosos ora arenosos a arenosos-argilosos; Serras: trata-se de um conjunto de serras que integram a Serra da Ibiapaba, estando às altitudes mais elevadas restritas a Serra dos Matões, com aproximadamente 820 m de altitude. Esta cota decresce fixando-se em torno de

500m. Em geral, são superfícies planares relacionadas aos arenitos da Formação Cabeças; sendo por vezes delimitadas por escarpas erosivas numa faixa de contato entre os arenitos desta unidade geológica, mais resistentes à erosão, com os siltitos da formação Pimenteiras (Aguiar & Gomes, 2004).

Além disso, os solos da região compreendem principalmente plintossolos álicos de textura média, fase do Complexo Campo Maior, que sustentam as cotas superiores, sendo localmente conhecidos como piçarras (Carvalho, 2015). Como observa Aguiar & Gomes (2004), os solos podzólicos vermelho-amarelos, plínticos e não plínticos são característicos das áreas com transições vegetais caatinga/cerrado caducifólio, floresta ciliar de carnaúba e caatinga de várzea, também são comuns a algumas áreas do município (Projeto Radam, 1973; Jacomine *et al.*, 1986; Carvalho, 2015).

Para Gomes (2011), quanto aos aspectos geológicos (Figura 3), há as Formações Pimenteira, Cabeças e Longá, como as principais formações geológicas da região de Pedro II, embora toda a região da cidade esteja inserida na Bacia Sedimentar do Parnaíba, sendo representada estratigraficamente pelo Grupo Serra Grande (Siluriano) que compreende as formações Ipu, Tianguá e Jaicós (Sachs *et al.*, 2015). Tomando como ênfase os estudos de Gomes (2011 *apud* Góes *et al.*, 1993; Góes, 1995) aponta que o Grupo Serra Grande é constituído de arenitos, siltitos, folhelhos, conglomerados e raros diamictitos.

A Formação Pimenteira, segundo Sachs (2015) é caracterizada localmente por “rochas carbonáticas fosfáticas políticas e impuras, muito laterizadas; siltitos e arenitos calcíferos; lentes de fosforita nodular e de conglomerado fosfático; arenitos creme, piritosos; arenitos, às vezes calcíferos e com fosfato disseminado; calcários muito finos”.

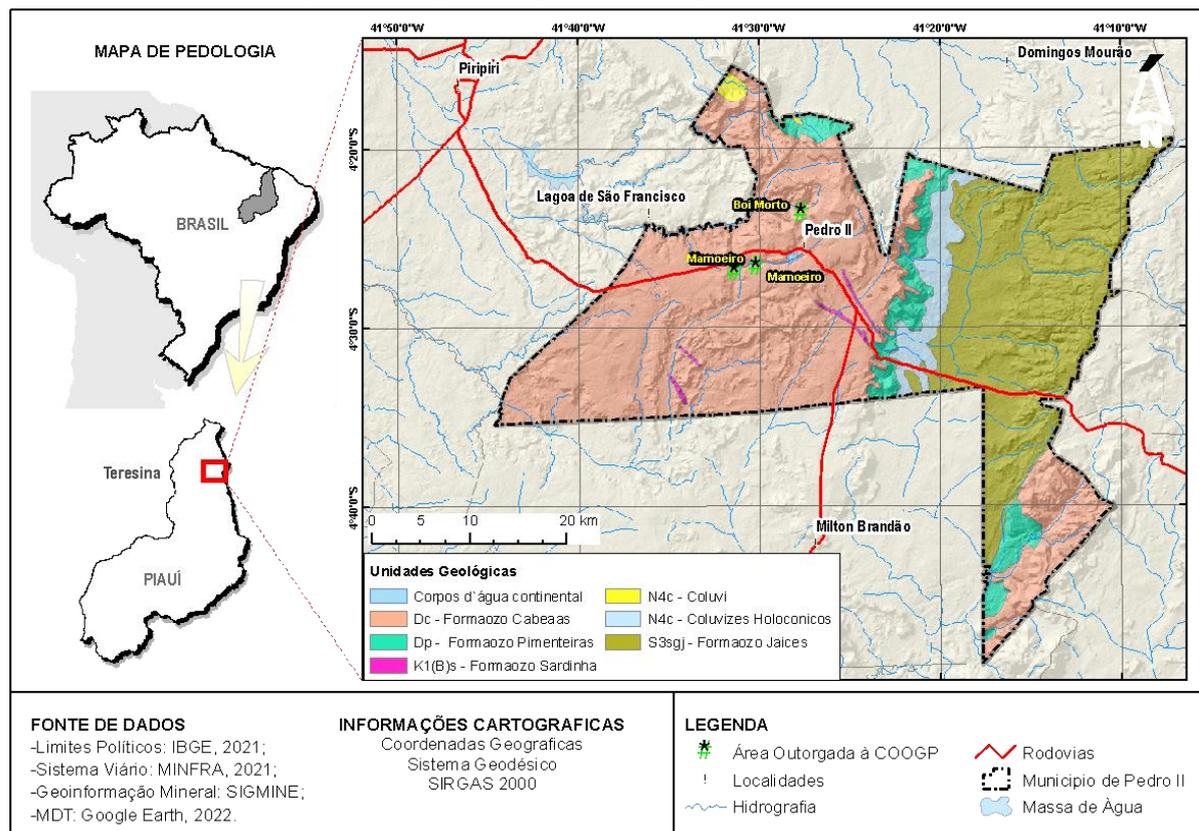
Sachs (2015) explicita, ainda, que a Formação Pimenteira é “representada por uma sequência de clásticos finos com predominância de fácies pelíticas compostas principalmente por siltitos que apresentam cores desde cinza-claro, verde, roxo, rosa até amarelo, e folhelhos cinza escuros, cinza-esverdeados a pretos”, demonstrando que esta formação é diversa e abrangente no local, ocorrendo “na borda nordeste da Bacia do Parnaíba, entre os municípios de São Miguel do Tapuio e Pimenteira, a norte do município de Picos (PI)” (Sachs, 2015).

Acerca da Formação Cabeças, Baptista (2005) reforça que “na faixa se situam várias cidades do Piauí, apresentando fraca inclinação para oeste, aparecendo em quase toda a escarpa da Ibiapaba, cuja parte superior é constituída pela Formação Cabeças” (Baptista, 2005). Nesta Formação, eventualmente, ocorrem diamictitos, tilitos, pavimentos e seixos estriados. Localmente, ocorrem “fácies flúvio-estuarinas, são atribuídos para a deposição desta unidade, a qual teria acontecido no Givetiano - Frasniano (Mesodevoniano- Neodevoniano)” (Sachs,

2015). Ainda de acordo com Sachs (2015), a Formação Cabeças “ocorre numa faixa contínua paralela às Formações Pimenteira e Jaicós (porção leste da área) formando escarpas abruptas ou patamares sucessivos em mesetas aplainadas, e caracteriza-se, em parte pelo aspecto ruiforme”. A autora observa também que é “representada, predominantemente, por arenitos quartzosos, cinza-claros a brancos amarelo-esbranquiçados, e amarelo-alaranjados a róseos ou avermelhados quando intemperizados, e marrom-avermelhados quando ferruginosos” (Sachs, 2015).

Quanto à Formação Longá, é mais evidente na sua porção média que ocorrem arenitos finos, amarelados a esbranquiçados, argiláceos com estratificações cruzadas e delgados leitos de calcários argilosos. Sua deposição ocorreu em ambiente plataformal dominado por tempestades, durante o Fameniano (Neodevoniano) (Sachs, 2015). Esse tipo de formação é responsável pelos folhelhos que possuem um sistema de diaclasamento que dá origem à existência das grandes lajes exploradas em Campo Maior (Baptista, 2005). Em se tratando das unidades geomorfológicas do município de Pedro II, são estas: Corpo d’água continental, Baixada de Campo Maior, Patamares do Parnaíba, Serras Grande e da Ibiapaba e Tabuleiros do Parnaíba (Apêndice A).

Figura 3 - Mapa Geológico do Município de Pedro II - Piauí



Fonte: Sena (2022)

3.2.2 A mineração de Opala como atividade estratégica no município de Pedro II

A Opala, etimologicamente, significa “pedra preciosa” ou “pedra valiosa” (em Francês, *Opale*; em Latim, *Opalu*; em Grego, *Opállios*; em Sânscrito, *Upala*). Ela se destaca pela “opalescência”, o que quer dizer uma irisação conforme o ângulo de visão do observador, o que remete a um arco-íris (Sousa, 2018).

A extração de Opala no município de Pedro II é uma atividade econômica praticada tradicionalmente desde meados do século XX de maneira rudimentar, por meio da pequena mineração considerada artesanal (Rodrigues, 2023). Neste município são encontradas as únicas minas de opala de alta qualidade do Brasil e das Américas; sua principal característica é a pureza e a beleza (Sachs *et al.*, 2015) (Apêndice F).

Acerca da extração da opala em Pedro II, Sousa (2018) afirma que foi praticada inicialmente no garimpo “Boi Morto” por extratores autônomos a partir de 1960 e, posteriormente, na década seguinte, com a presença de empresas privadas como a Empresa de Mineração Brasil Norte Nordeste Ltda. (EMIBRA) e a Mineração Cristã (Sousa, 2018) (Apêndice C).

De acordo com Sousa (2018):

A Opala em Pedro II apareceu, por acaso, no ano de 1945, quando o senhor de nome Francisco Silvino Mendes conhecido por Chico Simão, que na época trabalhava em terras do senhor Agnelo Matias, fez um roçado no lugar chamado “Crispim”, onde hoje é a grande mina do Boi Morto, que tem esse nome até hoje, devido ser localizada na encosta da serra do Boi Morto. De acordo com relato do próprio Chico Simão, ele estava trabalhando sozinho, capinando uma roça de mandioca, quando achou uma pedra em particular. Admitiu ser, apenas, uma resina de Jatobá, (árvore típica da cidade) e, mesmo sem dar muito valor ao seu achado, levou-a para casa. Na época ele tinha 21 anos. A mãe dele, limpando a casa, em um certo momento, viu a pedra, pegou e atirou fora de casa. Depois, cortando lenha, Chico Simão, bateu na pedra; pegou e novamente levou para casa, com a intenção de usá-la como batedor (costume típico do interior, de colocar peso atrás da porta para não bater). Em certo dia, o dono das terras onde Chico Simão morava, chega para receber o dinheiro que lhe cabe da farinhada realizada por Chico Simão e vê a pedra. Encantado pelo jogo de cores emitido, e, como pessoa mais esclarecida, ele convence Simão de ficar com a pedra. Aquele senhor leva a referida pedra para o Rio de Janeiro, e lá vende para um grupo de Australianos (SOUSA, 2018).

As ocorrências de Opala em Pedro II estão situadas dentro de um ambiente hidrotermal composto de emplacamento do diabásio em rochas clásticas, desde arenitos até folhelhos, que foram os agentes térmicos responsáveis; enquanto os sedimentos foram as rochas hidrotermalizadas e receptoras da mineralização (Marques, 2013; Júnior, 2023). Gomes (2011, então, associa às mineralizações de opala, calcedônia, quartzo (leitoso, ametista, hialino e citrino), hematita e barita encontradas em Pedro II o ambiente hidrotermal, resultante da colocação de magmas básicos em arenitos, respectivamente, da Formação Cabeças (Grupo Canindé) e do Grupo Serra Grande. Sendo esses os principais minerais extraídos na região.

No ano de 2005, o SEBRAE (Serviço de Apoio às Micro e Pequenas Empresas) criou, no Piauí, o Arranjo Produtivo da Opala, visando reduzir a atividade desordenada da produção e comercialização dos minérios na região de Pedro II (Millanez & Puppim, 2009). O Arranjo Produtivo Local – APL de Pedro II, foi iniciado em 2005, sendo a primeira experiência do CETEM – Centro de Tecnologia Mineral – na coordenação da área de gemas e jóias. Segundo Millanez & Puppim (2009) o perfil histórico do Arranjo Produtivo da Opala de Pedro II, é composto de diversas interferências de ordem política e de gestão que dificultam o pleno desenvolvimento do APL, sendo refletida nas condições de trabalho precárias e na baixa mitigação dos impactos ambientais, cujas melhorias estão condicionadas à contratação de mão de obra especializada, recursos financeiros, bem como de movimentação do Poder Político, o qual não está disponível nas áreas de mineração.

Todo o processo supracitado fortaleceu a cadeia produtiva e estimulou o desenvolvimento e a produtividade das empresas de forma sustentável, o que trouxe importantes resultados que merecem destaque, entre os quais: a regularização de áreas de extração, a criação de Cooperativas de Garimpeiros (sendo incluídos novos produtores) e, por último, a viabilização de obras de infraestrutura e a criação da Associação dos Joalheiros e Lapidários de Pedro II (Holanda & Castro, 2023).

Em 2015, a mineração de Opala movimentou economicamente o município de Pedro II o equivalente à soma de mais de R\$3 milhões de dólares. Foi, desse modo, base de arranjos produtivos voltados à produção de jóias (Sousa, 2018). Isso demonstra a importância da mineração de Opala para a economia de Pedro I, assim como ao estado do Piauí, haja vista que a mineração movimenta outros setores da economia, como o turismo, o mercado de exportação que não deixa de crescer e trazer resultados positivos para o Estado a despeito de problemas crônicos e estruturais que envolvem o processo.

Diante do estudo empreendido e da visita *in loco* a quatro (04) garimpos localizados no município de Pedro II, verificou-se que atualmente apenas dois estão ativos: “Roça 1” e “Roça

2”. Já os garimpos “Roça 3” e “Boi Morto” encontram-se desativados, conforme apresentado nos resultados da pesquisa. É importante salientar que em Pedro II existem diversos garimpos, como “O Mamoeiro” que, segundo Sachs (2015), encontram-se abandonados (Apêndice B).

3.3 Impactos Ambientais

Pela percepção de Sánchez (2006), o impacto ambiental é um desequilíbrio provocado pelo choque da relação do homem com o meio ambiente. Neste sentido, na Legislação Brasileira, impacto ambiental é caracterizado pela Resolução 001/86 do CONAMA em seu art. 1º (Brasil, 2012), a qual define esse desequilíbrio como

[...] qualquer alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente, causada por qualquer forma de matéria ou energia resultante das atividades humanas que, direta ou indiretamente, afetam: I - a saúde, a segurança e o bem-estar da população; II - as atividades sociais e econômicas; III - a biota; IV - as condições estéticas e sanitárias do meio ambiente; V - a qualidade dos recursos ambientais.

Em outros termos, o impacto ambiental pode ser entendido como qualquer alteração física ou funcional em qualquer dos componentes ambientais e tal alteração pode ser qualificada e também quantificada, podendo ser favorável aos ecossistemas ou à sociedade humana (Silva, 2018). Nesse contexto, a mineração e o garimpo são atividades que a despeito do papel decisivo para o desenvolvimento econômico do mundo atual, possuem um potencial de causar grandes impactos ambientais, pois além das modificações das características do ambiente natural pode haver uma grande quantidade de rejeitos gerados (Énriquez, 2007; Freitas *et al.*, 2016; Bomfim, 2017; Armada, 2021; Rocha, 2021). E parte desses detritos acaba sendo transportada para os corpos de água, alterando suas características qualitativas (Énriquez, 2007; Freitas *et al.*, 2016; Bomfim, 2017; Armada, 2021; Rocha, 2021).

A partir de definições, de responsabilidades e diretrizes voltadas para a avaliação de impacto ambiental e a salvaguarda dos recursos naturais, o Ministério do Meio Ambiente (MMA) destaca o papel do planejamento racional como instrumento para a consecução de tais finalidades, em benefício das gerações atuais e futuras (MMA, 2013). Portanto, como coloca Sousa Júnior (2023), “a conciliação entre a atividade mineradora e o modelo de desenvolvimento sustentável é um desafio constante, principalmente entre o grande capital e as instituições que apregoam a sustentabilidade como meio de crescimento econômico”. O autor relata que, de um lado, estão as pequenas e médias mineradoras na busca por explorar os recursos naturais e humanos para obtenção de lucro; do outro, as comunidades que sofrem as

consequências dos impactos ambientais advindos dessas atividades e lutam para resistir a elas, seja com a ajuda do Poder Público ou de parcerias privadas, buscando a criação de projetos e ações voltados para o desenvolvimento sustentável.

Se, por uma instância, o ambiente é o meio onde a sociedade extrai os recursos essenciais à sobrevivência, demandados pelo processo de desenvolvimento socioeconômico e tais recursos são, de modo geral, denominados naturais, por outro lado, o ambiente é também o meio de vida, de cuja integridade depende a manutenção de funções ecológicas essenciais à vida (Sánchez, 2020; Oliveira & Moura, 2009).

Barbieri (2004), em outro aspecto, define o objetivo da Avaliação de Impacto Ambiental (AIA) enquanto instrumento de política ambiental como sendo o de tornar viável o desenvolvimento em harmonia com o uso dos recursos naturais e econômicos. Portanto, poderia ser encarada como ciência e arte que reflete as preocupações com os aspectos técnicos que fornecem subsídios à tomada de decisão, considerando as vantagens e desvantagens de uma proposta em sua dimensão econômica, social e ecológica, conceito usado também em estudo realizado por Basch (1995).

De acordo com a Associação Internacional de Impactos Ambientais (IAIA, 2009), a AIA 17 é entendida como um processo de identificação, previsão, avaliação e mitigação dos impactos 18 relevantes de um projeto, antes que decisões fundamentais sejam tomadas e compromissos 19 assumidos (IAIA, 2009). A Avaliação de Impacto Ambiental é estabelecida a partir dos Estudos de Impacto Ambiental (EIA). Estes estudos são constituídos de um conjunto de atividades técnicas e científicas que incluem o diagnóstico ambiental com a característica de identificar, prevenir, medir e interpretar, quando possível, os impactos ambientais (Oliveira *et al.*, 2009).

Portanto, como vimos, a Legislação Brasileira vincula à utilização da AIA os sistemas de licenciamento de órgãos estaduais de controle ambiental para atividade poluidoras ou mitigadoras do meio ambiente, em três versões a serem requeridas pelos responsáveis dos empreendimentos, a saber

- a) Licença Prévia (LP): é prévia utilizada na fase preliminar do projeto, contendo requisitos básicos para localização, instalação e operação, observando-se os planos municipais, estaduais e federais de uso do solo; Licença Instalação (LI) Licença Instalação - autoriza o início da implantação, de acordo com as especificações constantes no projeto executivo aprovado.
- b) Licença de Operação (LO): essa função autoriza, após verificação, o início das atividades licenciadas e o funcionamento de seus equipamentos de controle de Poluição.

Nas análises de Leite (2013), a Avaliação de Impacto Ambiental (AIA) é um documento que apresenta o resultado de um estudo técnico em que se estudam as consequências para o ambiente em virtude das atividades de um determinado projeto ou empreendimento. “É o exame necessário para o licenciamento de empreendimentos com significativo impacto ambiental” (Leite, 2013). Ou seja, a AIA visa fazer a avaliação do projeto ou empreendimento identificando os possíveis riscos que podem trazer ao meio ambiente.

De acordo com Rinaldi (2017) “o processo de Avaliação de Impacto Ambiental em projetos minerários é semelhante ao processo para qualquer outro tipo de projeto”. O autor afirma que “o processo de AIA de um empreendimento minerário conterà outras especificidades a serem avaliadas no âmbito de um licenciamento ambiental, como documentações e legislações próprias conteúdos específicos no EIA, impactos ambientais e Programas Ambientais específicos, vida útil, entre outros” (Rinaldi, 2017, p. 39).

O Estado de Direito tendo como base sua Constituição de 1988, prevê no artigo 225 que “todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao poder público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para a presente e futuras gerações”.

Nisso, os apontamentos de Rincão & Trigueiro (2018) remetem que “as tecnologias limpas e práticas sustentáveis são, quase sempre, mais caras se comparadas com as convencionais”. Logo, os autores afirmam que “a sustentabilidade não tem sido uma escolha espontânea e, se deixada a critério de quem visa lucros, jamais será. Portanto, a questão ambiental deve ser tratada no âmbito do interesse coletivo e ordenada pelo poder público” (Rincão; Trigueiro, 2018).

Rincão & Trigueiro (2018) apontam, ainda, que “a Avaliação de Impacto Ambiental brasileira começou a ganhar corpo com a instituição da Política Nacional do Meio Ambiente, Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981, que em seu art. 9º, a estabeleceu como um de seus instrumentos”. Conforme o estudo dos autores, a partir disso começaram a surgir diversas leis e decretos com vista a regulamentar a AIA em empreendimentos de extração mineral. Algumas destas leis e decretos são:

O Decreto nº 351, de 01 de junho de 1983, que regulamenta a Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981, vinculou a avaliação de impacto ambiental ao processo de licenciamento ambiental; a Resolução CONAMA 001, de 23 de janeiro de 1986. Essa Resolução apresenta em seu art. 1º a definição de impacto ambiental e traz a primeira lista de atividades modificadoras do meio ambiente que dependerão de elaboração de Estudo de Impacto Ambiental - EIA - e Relatório de Impacto Ambiental - RIMA -

para obtenção de licenciamento ambiental junto aos órgãos competentes; a Constituição Federal de 1988, que garantiu em seu art. 225 o direito de todos “ao meio ambiente ecologicamente equilibrado. A partir daí, a legislação ambiental brasileira vem se modernizando e sendo enriquecida com o objetivo de disciplinar, especificamente, as diferentes atividades causadoras de degradação ambiental. Dessa forma, a Avaliação de Impacto Ambiental começa a ser moldada de acordo com o tipo de atividade e suas particularidades (Rincão & Trigueiro, 2018).

Neste sentido, a Avaliação de Impacto Ambiental tem como objetivo criar uma proposta ambientalmente viável para apreciação de uma instância decisória, ou seja, com base nas características do projeto e do ambiente a ser afetado (Rincão; Trigueiro, 2018, p. 57). Apreende-se, assim, que as leis e decretos que regulamentam a AIA são de extrema importância para amenizar os impactos ambientais causados pelas atividades mineradoras.

4 METODOLOGIA

O trabalho foi desenvolvido em duas etapas: revisão bibliográfica, visando a identificação de conceitos que possibilitem a compreensão da realidade social dentro do meio científico; e aplicação de *checklist*, de autoria da professora Dr^a Ailma Robéria, orientadora desta pesquisa. Por intermédio de visitas realizadas nos garimpos analisados, foi preenchido um *checklist* para cada garimpo. O estudo foi desenvolvido em quatro (04) garimpos do município estudado, sendo estes: “Roça 1”; “Roça 2”; “Roça 3” e “Boi Morto”.

4.1 Coleta dos Dados

Partindo do pressuposto elencado na sessão anterior, a coleta de dados foi realizada nos garimpos por meio de *checklist* produzido pela orientadora da pesquisa, tendo como base um modelo de Medeiros (2023). Isso se deu porque o foco era identificar os principais impactos ambientais nas três fases do empreendimento mineral, sejam elas a instalação, operação e desativação, método utilizado para uma melhor compreensão justamente por se tratar de um objeto de estudo apenas voltado para identificação de impactos ambientais.

Assim, durante a visita, foram realizados registros fotográficos e utilizado um GPS *Garmim Gpsmap 60csx* para identificação da localização cartográfica. Nas abordagens de Costa *et al.* (2005) consta que, numa fase inicial, a listagem representa um dos métodos mais utilizados em AIA, pois consiste na identificação e enumeração dos impactos, a partir do diagnóstico ambiental realizado por especialistas dos meios físico, biótico e socioeconômico.

O autor deixa explícito que os especialistas deverão relacionar os impactos decorrentes das fases de implantação e operação do empreendimento, categorizando-os conforme o tipo da modificação antrópica a ser introduzida no sistema analisado.

4.2 Análise dos Dados

Os impactos observados por intermédio do *checklist* (anexo B) foram organizados de modo a serem utilizados efetivamente na discussão da temática. A partir destes dados foi possível realizar uma análise destes impactos, bem como sugerir as medidas viáveis para a sua diminuição. De acordo com Rovere (1992), os métodos *checklists* são relações padronizadas de fatores ambientais das quais identificam-se listas padronizadas por tipo de projetos (projetos hídricos, auto-estradas, outros).

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Neste capítulo serão apresentados os resultados e discussões da pesquisa de campo. Nela, far-se-á uma abordagem sobre a identificação dos impactos ambientais dos garimpos do Município de Pedro II e os aspectos da mineração, das técnicas aos impactos, relacionando-a aos resultados finais deste estudo.

5.1 Identificação dos impactos ambientais dos garimpos do município de Pedro II

Os impactos ambientais dos garimpos “Roça 1”, “Roça 2”, “Roça 3” e “Boi Morto” foram identificados através de localização cartográfica e foi-se utilizado um GPS, cujo modelo foi citado anteriormente. Nos referidos garimpos, tendo como mês de referência 03/2023, foram identificados impactos ambientais negativos. Dentre eles estavam a alteração da topografia; os riscos de acidentes iminentes; a deposição de estéril; a falta de coleta seletiva de lixo; a forte alteração da paisagem; o acúmulo de água; a poluição do solo; os processos erosivos pluviais; os sulcos, os deslocamento da fauna e outros impactos ambientais.

Com relação às etapas do processo de extração da Opala e aos impactos ambientais nos garimpos “Boi Morto”, “Roça 1”, “Roça 2” e “Roça 3”, os resultados se relacionam com os mesmos encontrados por Freitas, Gomes & Aquino (2016) que identificaram, no ano de 2016, no mesmo local, a remoção de cobertura vegetal como a etapa inicial do impacto ambiental gerado no local.

Na perspectiva de Albuquerque *et al.*, (2002), a etapa de extração resulta nos seguintes impactos ambientais: destruição do habitat de muitas espécies da fauna, culminando com a

dispersão desses elementos e exposição do solo à erosão pluvial. A remoção da cobertura vegetal altera as características físicas do solo como porosidade e nível de infiltração (Albuquerque *et al.*, 2002). Todos esses processos ocasionam a desagregação e o transporte de partículas que se depositarão em áreas rebaixadas ou em cursos d'água em Pedro II como, a título de exemplo, nos Rios Parafuso, Corrente, Capivara e Matos.

Na visita de campo nos garimpos estudados (vide o início da sessão), ambos visitados no dia 27/03/2023, descreve-se que no garimpo “Roça 1”, ativo, do qual se extrai o minério Opala, de acordo com o *checklist* preenchido, foram encontrados os seguintes impactos negativos, a saber: a alteração da topografia; a deposição de estéril; os riscos de acidentes iminentes; a ausência de coleta seletiva de lixo; a alteração da paisagem; a poluição do solo; os processos erosivos e o deslocamento da fauna. Ainda de acordo com os dados do *checklist*, neste garimpo não há geração de emprego e a fiscalização é feita pelo DMPM.

Por sua vez, o garimpo “Roça 2” encontra-se ativo e a substância extraída é Opala. No que tange aos impactos negativos encontrados na análise, verificou-se a deposição de estéril e incidência de processos erosivos. No quesito contaminação das águas, não se trata propriamente do que se considera comumente uma contaminação, entretanto, tem-se um perceptível acúmulo de água e isso, de alguma forma, pode ser considerado como algo positivo a levar-se em análise, visto que esse acúmulo de água recupera a mata ciliar do ambiente, situado no bioma caatinga (Apêndice G). Nesse mesmo garimpo, “Roça 2”, não há geração de emprego nem contratação de mão de obra especializada.

Já os garimpos “Roça 3” e “Boi Morto”, que estão inativos e de onde se extraíam Opala, foram encontrados como, tipos de impactos negativos decorrentes do período de extração, a alteração da paisagem; os processos erosivos causados pela máquina escavadeira; o deslocamento da fauna e, ainda, sendo encontrado fauna local.

No garimpo “Boi Morto”, especialmente, foi visto trabalho na roça, ou seja, uma lavoura de milho (Apêndice D). Como estes dois garimpos estão inativos, alguns itens do *checklist* não puderam ser analisados de forma precisa.

Em relação à escala dos impactos ambientais encontrados nos garimpos, pode-se concluir que a maioria dos tipos de impactos ambientais negativos são de pequena escala e se classificam dentro do possível reversível. Em outros termos, são impactos que são possíveis reverter suas causas quando levada em conta a aplicação de medidas para sua retaliação ou, no

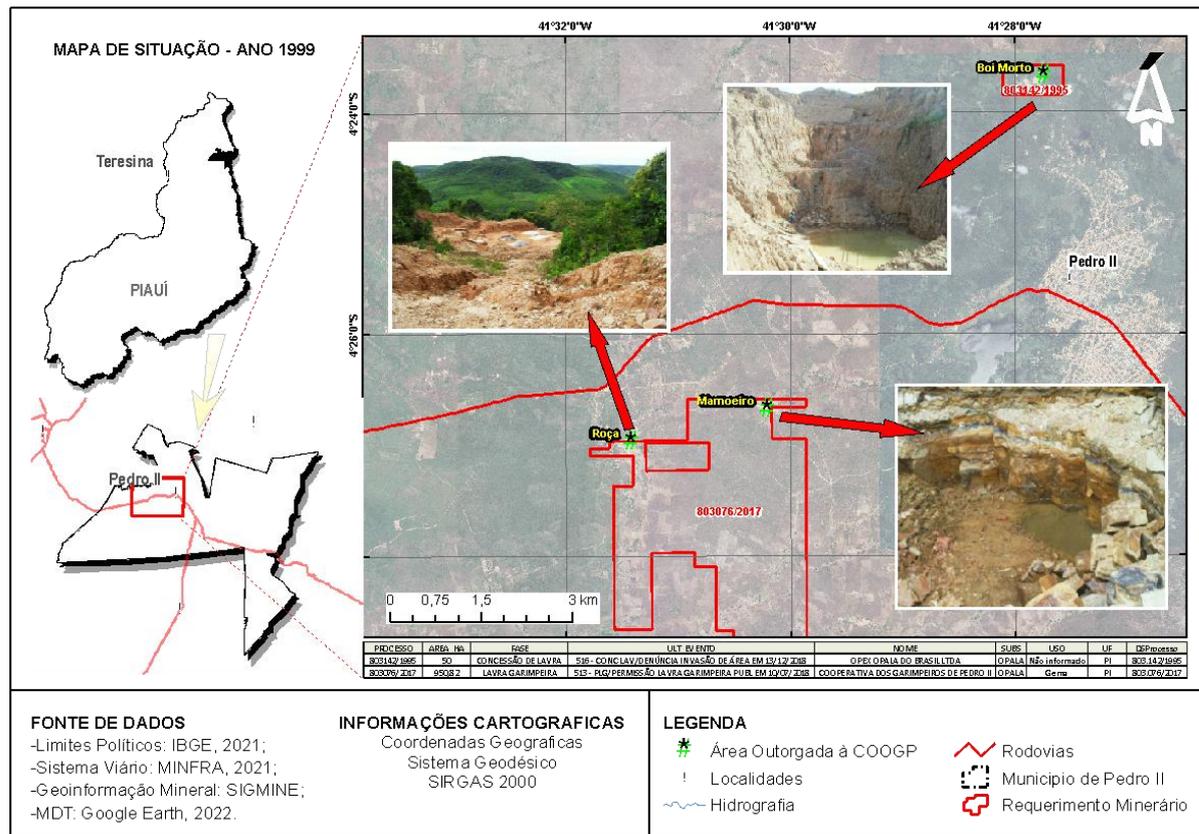
caso, pode-se suspender ou inibir a atividade geradora do impacto, como seja o funcionamento dos garimpos.

Na análise feita pelo preenchimento do *checklist* foi possível perceber duas análises, uma de pequena escala e a outra de alta escala de temporalidade, pois os impactos ambientais podem ser tanto negativos como positivos (benéficos), com diferentes graus de comprometimento. Porém, as classificações que se referem neste trabalho são Valor (1) Pequena magnitude do impacto ambiental significativo, negativo e não mitigável em relação ao comprometimento dos recursos ambientais e Valor (3) Alta magnitude do impacto ambiental significativo, negativo e não mitigável em relação ao comprometimento dos recursos ambientais.

Todavia, é sabido que, com ações de Educação Ambiental e estratégia de conservação, é possível reverter o caso, mesmo que seja de domínio público que essa exploração acontece há muitos anos. Como foi concluído na análise acima sobre os garimpos 3 e 4, é possível perceber que ambos estão desativados e com os mesmos tipos de impactos ambientais negativos encontrados.

As observações realizadas na visita e mostradas no mapa demonstram os impactos causados pela exploração (Figura 4), corroboram com os mesmos resultados de Freitas *et al.*, (2016) e Vidal *et al.*, (2018) e, com a aplicação de *checklist* modelo lista nos quatro garimpos visitados (Anexo B), foi possível verificar e identificar os principais impactos ambientais negativos. Cita-se, como exemplificação, a remoção da cobertura vegetal e decapeamento do terreno e escavação, que acarretam outros impactos como a erosão, o afloramento de lençol freático e o assoreamento de recursos hídricos, enfocando, assim, que na pesquisa das autoras mencionadas, foi feito um levantamento dos impactos negativos das minas “Mamoeiro” (abandonado), “Boi Morto” e “Roça 3” (inativos), conforme relatado em parágrafos anteriores.

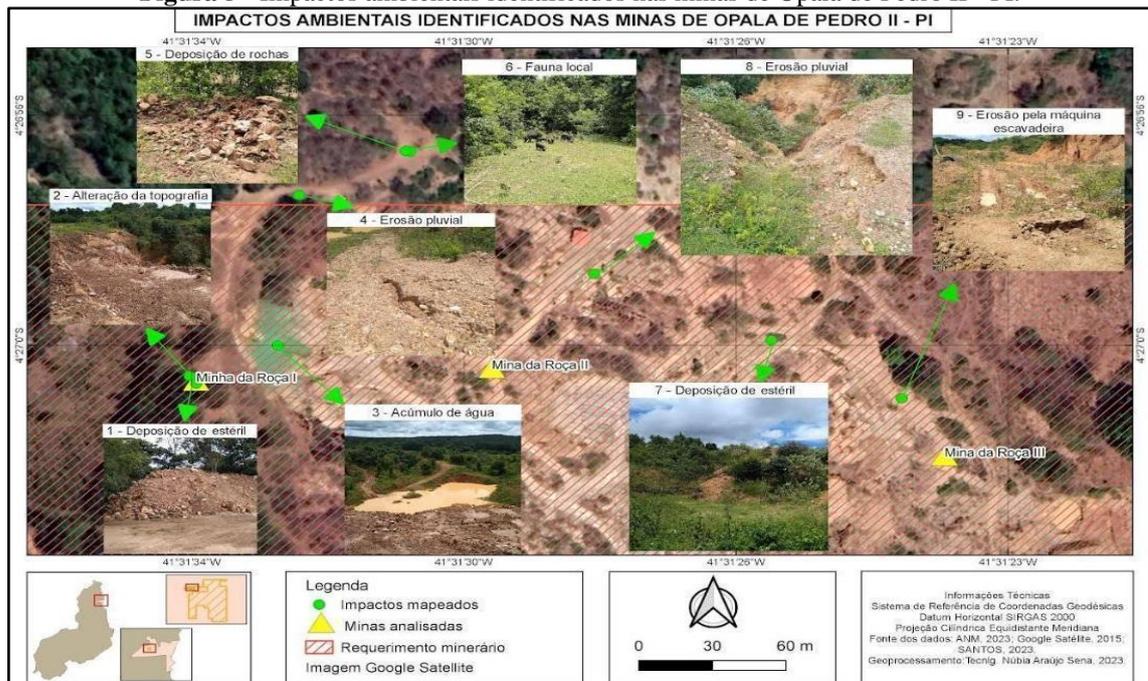
Figura 4 - Mapa de situação ou levantamento da pesquisa in loco.



Fonte: Acácio (2022).

A figura 5 mostra os impactos ambientais negativos encontrados nas minas de extração de opala situadas no Município de Pedro II, no estado do Piauí, sendo eles a decomposição das rochas; a erosão pluvial; a erosão pela máquina escavadeira; a, alteração na topografia; a erosão pluvial; a deposição de estéril; o impacto na fauna local e acúmulo de água.

Figura 5 - Impactos ambientais identificados nas minas de Opala de Pedro II - PI.



Fonte: Acácio (2022).

As figuras 6 e 7 mostram os impactos ambientais vistos nos garimpos Roça 1 e Roça 2, causados pela extração de opala. As figuras 6 (**Figura A**), deposição de rochas (**Figura G**), perigo de desmoronamento, alteração de topografia (**Figura D**), supressão vegetal, riscos de acidentes, processos erosivos como a erosão fluvial.

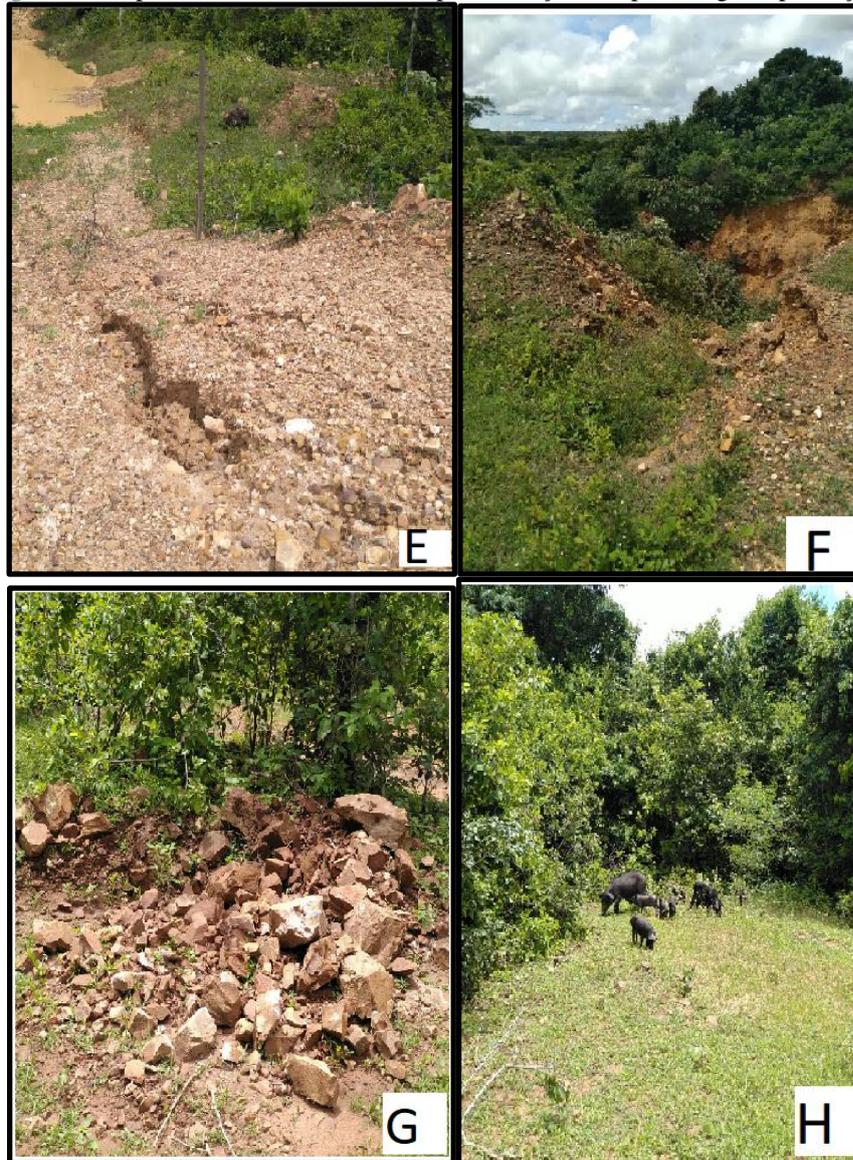
Figura 6 - Impactos ambientais identificados nos garimpos Roça 1 e Roça 2



Fonte: A autora (2023)

Após a visita *in loco*, foi constatado que os garimpos “Roça 1” e “Roça 2” estão ativos e que têm como principal substância extraída a Opala, sendo possível identificar os impactos ambientais negativos causados no local, conforme já mencionado nesta pesquisa. Um impacto bastante visível e comum nos garimpos é o afloramento de rocha sedimentar com marcas de movimento de massa de queda de blocos (Apêndice E).

Figura 7 - Impactos ambientais causados pela extração de opala no garimpo Roça 2



Fonte: A autora (2023).

As figuras 7 **E, F, G e H** mostram a erosão pluvial formada a partir da extração mineral e a fauna local em volta do garimpo “Roça 2”.

O garimpo “Roça 3” encontra-se inativo e, no dia da visita técnica, não foi possível colher maiores informações devido às fortes chuvas que caíam no local. Um processo existente ao longo dos anos durante seu período de atividade, no qual ainda é possível visualizar os resquícios da exploração e a alteração da paisagem é o decapeamento do solo, como mostra a figura 8.

Figura 8 - Decapeamento do solo no garimpo “Roça 3”.



Fonte: A autora (2023).

Observa-se, na figura 8, o decapeamento existente no garimpo “Roça 3”, com um alto volume de água, não tendo possibilidade de extração no período chuvoso em seu período de extração. Segundo Freitas, Gomes & Aquino (2016) o decapeamento apresentado no garimpo “Roça 3” é devido ao uso de retroescavadeira, cuja profundidade de desmonte varia entre 5 a 30 metros em que após o decapeamento começa a escavação, feita com ferramentas rudimentares, para a localização das gemas.

As observações realizadas corroboram com os estudos de Gomes (2011), pois observou-se que haviam perfis descritos em cavas abertas, tanto pela atividade de mineração pretérita como pela lavra garimpeira atual, observando-se na superfície um estreito horizonte A, caracterizado pela presença de pouca ou nenhuma matéria orgânica atuante no arenito da Formação Cabeças.

Os resultados encontrados por Freitas *et al.* (2016), em relação aos impactos ambientais, foram os mesmos encontrados em março de 2023. Isso quer dizer que os impactos provocados pelo decapeamento do solo, a alteração da topografia do terreno que implica na modificação da paisagem, com evidente impacto visual e mudança no nível do lençol freático, que passa a aflorar, após a remoção das camadas de solo e de porções de rocha fraturada, a fim de permitir o acesso dos garimpeiros às áreas mineralizadas.

Bitar (2004) destaca a importância do planejamento associado a gestão dos recursos minerais, tendo como base estudos de impacto ambiental onde é possível se caracterizar o meio físico, biótico e socioeconômico das áreas, a fim de promover o desenvolvimento desta

atividade sem, contudo, agredir os recursos naturais existentes (Gomes, 2011). Considerando que a mineração em Pedro II se distingue de maneira geral pelo baixo nível tecnológico, com o uso de técnicas rudimentares e a falta de qualificação dos garimpeiros que também praticam a agricultura e a pecuária como alternativa para complementar a renda, presume-se que tais características estão aliadas aos impactos ambientais decorrentes da prática mineradora.

Entretanto, como foi citado no decorrer deste estudo, com o andar dos anos foram desenvolvidas ações com vista a propor aos garimpeiros uma forma de exploração que minimize os efeitos dos impactos gerados sobre o meio ambiente e, com isso, os trabalhadores dos garimpos e exploradores da Opala foram, por vezes, chamados à atenção, afim de praticar a sustentabilidade em suas ações.

5.2 Aspectos da mineração: das técnicas aos impactos

No decorrer deste trabalho foi citado que com a criação das APL os impactos ambientais diminuíram consideravelmente, embora seja difícil conter tais impactos, visto que a mineração visa lucros, por menor que seja o nível de exploração. Tanto as empresas maiores quanto os pequenos garimpeiros querem obter vantagens e, na maioria das vezes, não focam na questão da sustentabilidade, dos impactos ambientais que a mineração acarreta. Mencionou-se, também, que as autoridades ambientais já exerceram forte pressão contra os garimpeiros no intuito de encontrar uma forma de extração da Opala sem degradar o meio ambiente.

Sob este prisma, muitas ações já foram desenvolvidas visando minimizar os impactos, e algo que contribuiu nesse sentido foi a permissão que os garimpeiros conseguiram de lavra quando, a partir daí, foram criadas as Associações e Cooperativas dos Garimpeiros, Lapidários e Joalheiros de Pedro II.

Portanto, percebe-se que um grande desafio apresentado é o de as empresas conseguirem conciliar a atividade mineradora com a prática de desenvolvimento sustentável, sobretudo para as grandes marcas que buscam sempre por crescimento econômico, o que tem gerado conflitos nessa perspectiva. Enquanto isso, as pequenas e médias mineradoras fazem a exploração dos recursos naturais e humanos, visando obtenção de lucro e, com isso, as comunidades enfrentam as consequências dessa exploração, lutando e resistindo para amenizar as consequências junto ao Poder Público ou a parcerias privadas, na tentativa de que sejam desenvolvidas ações que promovam o desenvolvimento sustentável (Sousa Júnior, 2023).

Apesar dos impactos negativos causados no local, a atividade mineradora “também proporciona a geração de empregos, melhorias na economia regional, possíveis fontes de

riqueza e matéria prima para o país” (Denubila, 2013, p. 5). Assim, deduz-se que é necessário um equilíbrio entre a técnica da mineração e as ações de preservação do meio ambiente, ou seja, práticas de desenvolvimento sustentável.

Segundo Freitas *et al.*, Aquino (2016) o único documento que identifica e analisa os impactos ambientais decorrentes da extração de opala na área da COOGP (Cooperativa de Garimpeiros de Pedro II) é o EIA/RIMA. Já Gomes *et al.*, (2005) sugere medidas mitigadoras e de recuperação para impactos apontados na flora, fauna, solo e recursos hídricos. Em especial, Milanez & Oliveira (2009) destacam algumas necessidades prementes no município: 1) Equilíbrio de forças entre os diferentes elos da cadeia produtiva que considerem a criação de alternativas econômicas para o município diante de sua dependência da exploração de opala e da virtual possibilidade de que as jazidas sejam exauridas; 2) A tributação das atividades minerais e o redesenho dos procedimentos de licenciamento de atividades minerais, visando à sustentabilidade do setor, algo ainda demasiadamente inacessível sob o ponto de vista dos pesquisadores.

Para Vidal *et al.* (2018) o ano de 2005 foi marcadamente determinado pela falta de organização dos garimpeiros, as atividades de extração de opalas estavam praticamente paradas na região de Pedro II, pois os garimpos não dispunham de organização e formalização para funcionamento e não possuíam licenciamento ambiental, o que levou as autoridades ambientais a exercer forte pressão no intuito de encontrar uma saída que permitisse a exploração sem degradar o meio ambiente.

O avanço e resultados satisfatórios aconteceram com a duplicação da extração minerária, passando de 2,5 quilos por mês para 5 quilos, aumentando com isso produção das joias com a gema em sua composição, que era de 60 quilos passando para 400 quilos por ano. Na cidade de Pedro II havia apenas 7 lojas que vendiam peças compostas por opala, subindo para 30 o total de lojas comercializando os produtos (Telles, 2016; Gomes & Aquino, 2016). Segundo Hollanda & Castro (2023) “o trabalho desenvolvido pelo Centro provocou mudanças positivas nas etapas de lavra e beneficiamento e nas subsequentes transformações do produto da mineração, tendo como destaque a lapidação e a joalheria da opala”.

Portanto, vale ressaltar que, apesar das ações implementadas e sabendo que a exploração dos recursos naturais em Pedro II não seja uma atividade sustentável, pode-se afirmar que não existe um ciclo de recuperação dessas áreas, ou seja, um plano de recuperação da área degradada, sendo que o certo é promover uma educação ambiental com apoio em políticas públicas, já que esses recursos naturais explorados *in loco* não se renovam por si só.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A avaliação de impacto e o *checklist* aplicado em cada garimpo contribuíram para identificar os impactos ambientais, confirmando que a atividade possui impactos ambientais negativos, sendo os principais: Deposição de estéril aleatoriamente, alteração da topografia, acúmulo de água, erosão Pluvial, deposição de rochas, prejuízo à fauna local, erosão causada pela máquina escavadeira com a mesma cartografia local -4,450,-41,526 e perigo de desmoronamento iminente.

A busca realizada na prática de campo deixou claro que há um número considerável de impactos ambientais causados pela atividade de extração de Opala em Pedro II. No período da pesquisa os garimpos visitados, como “Roça 1” e “Roça 2” se encontravam ativos, ou seja, funcionando. Já o “Roça 3” e “Boi Morto”, estão inativos. Porém, no dia da visita os garimpeiros não estavam trabalhando, pois estava chovendo muito, como já explicado e, por isso, não houve perguntas semiestruturadas.

Na visita de campo em um período chuvoso, foi possível observar e identificar os impactos negativos na região, sendo explorado durante a pesquisa apenas 1 (um) garimpeiro, para informações específicas do local, no garimpo “Roça 1”, o qual foi apresentado pelo guia turístico do local, sendo que a ausência dos garimpeiros naquele dia ocorreu pelas fortes chuvas que caíram no local, dificultando assim o trabalho de extração das opalas.

A metodologia utilizada para avaliação dos impactos ambientais foi considerada satisfatória, pois é de fácil aplicação e entendimento, o que facilitou a análise dos dados coletados. A partir desta pesquisa, pode-se constatar por meio de fotos do local, a recolocação da flora, ou seja, a reposição da vegetação pois, ao mesmo tempo em que há o desmatamento, a retirada da vegetação nativa, o tempo se encarrega de devolver para a natureza o verde da vegetação – apesar do bioma predominante do local ser caatinga – gerando o processo de recuperação da área degradada, sendo este um ponto positivo encontrado na pesquisa.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AB’SABER, Aziz Nacib. **Um conceito de Geomorfologia a serviço das pesquisas sobre o Quaternário. Notícia Geomorfológica.** São Paulo: IG-USP, n. 19, 1969. Disponível em: <<https://repositorio.usp.br/item/001348929>>. Acesso em: 25 ago. 2023.

ACONTUR - Associação de Condutores de Turistas e Visitantes de Pedro II. **Informações sobre pontos turísticos e visitantes de Pedro II.** Pedro II: mimeo, 2016.

AGUIAR, Robério Bôto de. **Projeto cadastro de fontes de abastecimento por água subterrânea – Piauí**. Diagnóstico do município de Pedro II. José Roberto de Carvalho Gomes. Fortaleza: CPRM – Serviço Geológico do Brasil, 2004. Disponível em: <<https://rigeo.cprm.gov.br/handle/doc/16163>>. Acesso em: 23 ago. 2023.

ALBUQUERQUE, Abel Washington.; NETO, Francisco Lombardi.; SRINIVASAN, Vajapeyam Srirangachar.; SANTOS, José Roberto. Manejo da cobertura do solo e de práticas conservacionistas nas perdas de solo e água em Sumé (PB). **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 6, n. 1, p. 136–141, 2002. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/rbeaa/a/BkcpWJnK5PTwC9BMgcdHsFd/abstract/?lang=pt>>. Acesso em: 22 ago. 2023.

ARAUJO, Flavia Möller David. **O licenciamento ambiental no regime de autorização de pesquisa e concessão de lavra**. 2012. Disponível em: <<https://www5.pucsp.br/direito-minerario/downloads/producao-cientifica/o-licenciamento-ambiental-no-regime-de-autorizacao-de-pesquisa-e-concessao-de-lavra-flavia-moller-david-araujo.pdf>>. Acesso em: 29 ago. 2023.

ARAUJO, Eliane Rocha.; OLIVIERI, Renata Damico.; FERNADES, Francisco Rego Chaves. Atividade mineradora gera riqueza e impactos negativos nas comunidades e no meio ambiente. In: FERNANDES, Francisco Rego Chaves; ALAMINO, Renata de Carvalho Jimenez; ARAUJO, Eliane Rocha (Eds). **Recursos Minerais e Comunidade: impactos humanos, socioambientais e economicos**. Rio de Janeiro: CETEM/MCTI. p. 1–12, 2014. Disponível em: <<http://www.cetem.gov.br/biblioteca/publicacoes/livros>>.

ARMADA, Charles Alexandre Souza. O estado socioambiental de direito brasileiro e a concretização multidimensional da sustentabilidade. **Revista Eletrônica Direito e Política**, v. 10, n. 1, 2015. Disponível em: www.univali.br/direitoepolitica. Acesso em: 14 Ago. 2019.

ARMADA, Charles Alexandre Souza. Os desastres ambientais de Mariana e Brumadinho em face ao Estado Socioambiental Brasileiro. **Territorium**, v. 28, n. 1, p. 13–22, 2021. Disponível em: <<https://impactum-journals.uc.pt/territorium/article/view/6392/6967>>. Acessado em: 17 Ago. 2023.

BASCH, Sandra Sulamita Nahas. Um Sistema de Suporte Multicritério Aplicado na Gestão dos Resíduos Sólidos nos Municípios Catarinenses. Santa Catarina, 1995. **Tese** (Doutorado em Engenharia de Produção) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis–SC. 1995.

BATISTA, D. **Pedro II decreta estado de emergência devido à seca**. Meio Norte, Teresina, 20 out. 2005. Município, p.7.

BATISTA, J. **Crescimento econômico em Pedro II**. O Dia. Teresina, 15/jun. 2016. Economia, p. 01.

BARBIERI, José Carlos. **Gestão Ambiental Empresarial Gestão Ambiental Empresarial: Gestão Ambiental Empresarial conceitos, modelos e instrumentos**. São Paulo: Saraiva, 2004.

BEZERRA, José Jailson Lima.; LIRA, Wennir Bezerra.; SILVA, Tiago da Costa. Impactos ambientais causados pela mineração: uma análise da percepção de pequenos mineradores do

município de Frei Martinho – PB. **Revista Monografias Ambientais**, v. 1, p. 8, 2020. Disponível em: < <https://periodicos.ufsm.br/remoa/article/view/41705>>. Acesso em: 14 dez. 2022.

BITAR, Omar Yazbek. Meio ambiente e geologia. *In*: GOMES, Divamélia de Oliveira Bezerra. **Mineração, turismo e ambiente em Pedro II, Piauí**. Rio Claro, São Paulo: Editora SENAC. 2011. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/104343/gomes_dob_dr_rcla.pdf?sequence>. Acesso em: 25 ago. 2025.

BITAR, Omar Yazbek. Avaliação da recuperação de áreas degradadas por mineração na região metropolitana de São Paulo. **Tese** (Doutorado em Engenharia Mineral). Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mineral, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. São Paulo, 1997. Disponível em: <<https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3134/tde-25102001-165349/publico/Tese.PDF>>. Acesso em: 19 ago. 2023.

BOMFIM, Marcela Rebouças. **Avaliação de Impactos Ambientais da Atividade Minerária**. Cruz das Almas: UFRB, 2017.

BRASIL. Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. **Resoluções do CONAMA: Resoluções vigentes publicadas entre 1984 e 2012**. Ministério do Meio Ambiente. Brasília: MMA, 2012. Disponível em: <<https://www.sembras.pa.gov.br/wp-content/uploads/2018/05/Resoluções-do-CONAMA-1984-2012.pdf>>. Acesso em: 07 ago. 2023.

CÂMARA, Gilberto.; DAVIS; Clodoveu.; MONTEIRO, Antônio Miguel Vieira. **Introdução à ciência da geoinformação**. São José dos Campos: INPE, 2001. Disponível em: <<http://mtc-m12.sid.inpe.br/col/sid.inpe.br/sergio/2004/04.22.07.43/doc/publicacao.pdf>>. Acesso em 24 ago. 2023.

CARVALHO, Carmen Adriana de. O papel do APL da opala de Pedro II, Piauí, na estruturação do turismo mineral do município. **Mestrado** (Dissertação em Mudança Social e Participação Política). Programa de Pós-graduação em Mudança Social e Participação Política, Universidade de São Paulo. São Paulo, 2015. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/100/100134/tde-17102016-111229/>>. Acesso em: 11 ago. 2023.

CEPRO – Fundação Centro Regional de Produtividade do Piauí. **Diagnóstico e Diretrizes para o setor mineral do Estado do Piauí**. Teresina: Fundação de Pesquisas Econômicas do Estado do Piauí, 2005. Disponível em: <http://www.cepro.pi.gov.br/download/200804/CEPRO16_6695f7c23c.pdf>. Acesso em: 06 ago. 2023.

CHAVES, Diego Costa. Avaliação do impacto ambiental da extração de areia na microbacia do Rio Maracanã-PA. **Trabalho de Conclusão de Curso** (Monografia em Engenharia Ambiental e Energias Renováveis. Universidade Federal Rural da Amazônia, Belém, 2019. Disponível em: <<https://bdta.ufra.edu.br/jspui/bitstream/123456789/1424/1/Avaliação%20do%20impacto%20ambiental%20da%20extração%20de%20areia%20na%20microbacia%20do%20Rio%20Maracanã-Pa.pdf>>. Acesso em: 24 ago. 2023.

CLAUDINO-SALES, Vanda. **Megageomorfologia do Estado do Ceará: história da paisagem geomorfológica**. Saarbrücken: Novas Edições Acadêmicas, 2016.

COSTA, Marcos Vasconcelos.; CHAVES, Paulo Sérgio Viana.; OLIVEIRA, Francisco Correia de. Uso das Técnicas de Avaliação de Impacto Ambiental em Estudos Realizados no Ceara. **XXVIII Congresso Brasileiro de Ciências da Comunicação – Uerj – 5 a 9 de setembro de 2005**. Disponível em: < <http://www.intercom.org.br/papers/nacionais/2005/resumos/r0005-1.pdf>>. Acesso: 07 set. 2023.

DENÚBILA, Liz Abreu. Alterações ambientais associadas à mineração no município de São Carlos (SP), Utilizando AHP E SIG. **Mestrado** (Dissertação em Geotecnia). Programa de Pós Graduação em Geotecnia, Universidade de São Paulo. São Paulo, 2013. Disponível em: <https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/18/18132/tde-04082014-094840/publico/denubila_dissertacao.pdf>. Acesso em: 29 ago. 2023.

DIAS, Marilza do Carmo Oliveira. **Manual de impactos ambientais: orientações básicas sobre aspectos ambientais de atividades produtivas**. Banco do Nordeste do Brasil: Fortaleza, 1999.

DIAS, Reinaldo. **Gestão ambiental: responsabilidade social e sustentabilidade**. São Paulo: Atlas, 2014. Disponível em: <https://pesquisa.bvsalud.org/portal/resource/pt/ens-26961>. Acesso em: 01 Set. 2023.

DNPM - DEPARTAMENTO NACIONAL DE PRODUÇÃO MINERAL. **Gestão de Recursos Minerais como Fator de Desenvolvimento**. In: Congresso Internacional de Direito Minerário. 2010.

ENRÍQUEZ, Maria Amélia Rodrigues da Silva. Maldição ou dádiva? Os dilemas do desenvolvimento sustentável a partir de uma base mineira. Brasília, 2007. p. 449. **Tese** (Doutorado em Desenvolvimento Sustentável)-Universidade de Brasília, Brasília, 2007.

ENRÍQUEZ, Maria Amélia Rodrigues da Silva; FERNANDES, Francisco Rego Chaves; ALAMINO, Renata de Carvalho Jimenez. A mineração das grandes minas e as dimensões da sustentabilidade. In: FERNANDES, Francisco Rego Chaves.; ENRIQUÉZ, Maria Amélia Rodrigues da Silva.; ALAMINO, Renata de Carvalho Jimenez. (Eds.). **Recursos minerais e sustentabilidade territorial**. v. 1, Grandes minas. 2011. Rio de Janeiro: CETEM/MCTI. Disponível em: <http://www.cetem.gov.br/publicacao/livros/Vol_1_GRANDES_MINAS_TOTAL.pdf>.

FARIAS, C. E. G. Mineração e Meio Ambiente no Brasil. Outubro, 2002. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/estruturas/sqa_pnla/_arquivos/minera.pdf>. Acesso em 25 ago. 2023.

FERNANDES, Francisco Rego Chaves.; Araujo, Eliane Rocha. Mineração no Brasil: crescimento econômico e conflitos ambientais. CETEM/MCTIC, 2016. Disponível em: <http://mineralis.cetem.gov.br/bitstream/cetem/1909/1/conflitos_ambientais_cap.2%20p65.pdf>. Acesso em 25 ago. 2023.

FREITAS, Sheila Oliveira de.; GOMES, Jaíra Maria Alcobaça.; AQUINO, Cláudia Maria Sabóia de. Análise dos impactos ambientais da extração de opala no município de Pedro II,

Piauí. São Paulo, UNESP, **Geociências**, v. 35, n. 3, p. 443–456, 2016. <https://www.revistageociencias.com.br/geociencias-arquivos/35/volume35_3_files/35-3-artigo-09.pdf>. Acesso em: 25 ago. 2023.

GOMES, Divamélia de Oliveira Bezerra. **Mineração, turismo e ambiente em Pedro II, Piauí**. Rio Claro- SP, 2011. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/104343/gomes_dob_dr_rcla.pdf?sequencia>. Acesso em: 25 ago. 2023.

GOMES, Érico Rodrigues; COSTA, Marcondes Lima da; MARQUES, Gisele Tavares. As opalas de Pedro II E Buriti dos Montes, Piauí. **Revista da Academia de Ciências do Piauí**, v. 3, n. 3, p.123–133, 2022. Disponível em: <<https://periodicos.ufpi.br/index.php/acipi/article/view/1658>>. Acesso em: 14 ago. 2023.

IBAMA – Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. GUIA de Avaliação de Impacto Ambiental: Relação Causal de Referência de Usina Termelétrica . Disponível em: <https://www.gov.br/ibama/pt-br/assuntos/notas/2021/202100113Guia_de_AIA__Relao_Causal_UTE_04_01_21_Verso_preliminar.pdf>. Acesso em: 03 set. 2023.

IBRAM – Instituto Brasileiro de Mineração. **Relatório Anual de Atividades: junho de 2018 a julho de 2017**. Disponível em: <http://portaldamineracao.com.br/ibram/wp-content/uploads/2018/07/Diagrama%C3%A7%C3%A3o_Relat%C3%B3rioAnual_vers%C3%A3oweb.pdf>. Acesso em: 12 Ago. 2019.

JACOMINE, Paulo Klinger Tito. *et al.* Levantamento exploratório – reconhecimento de solos do Estado do Piauí. Rio de Janeiro: EMBRAPA-SNLCS/SUDENE-DRN. 1986. Disponível em: <<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/336097>>.

HOLLANDA, Francisco.; CASTRO, Nuria Fernández. **Opalas de Pedro II, no Piauí - A importância do apoio aos APLs de Base Mineral**. 2023. Disponível: <<https://www.gov.br/cetem/pt-br/assuntos/noticias/opalas-de-pedro-ii-no-piaui-a-importancia-do-apoio-aos-apls-de-base-mineral>>. Acesso em: 03 set. 2023.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Pedro II - 2023. Disponível: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pi/pedro-ii/panorama>>. 2023. Acesso em: 26 ago. 2023.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Resultado do Censo 2020. Disponível: < www.ibge.gov.br >. Acesso em: 26 ago. 2023.

BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Resultado do Censo 2010. Disponível: < www.ibge.gov.br >. Acesso em: 26 ago. 2023.

KOPPEN, Wladimir Peter. **Das geographische system der klimate**. Handbuch der Klimatologie, 1936.

LAPIS - **Laboratório de Análise e Processamento de Imagens de Satélites**. Instituto de Ciências Atmosféricas (ICAT-UFAL). Disponível em: <http://lapismet.com.br/>. Acessado em: 16 Ago. 2023.

LEITE, Marcelo Meira. **Análise comparativa dos sistemas de avaliação de impacto ambiental**. 2013. Disponível em: <<https://books.scielo.org/id/bxj5n/pdf/lira-9788578792824-12.pdf>>. Acesso em: 29 ago. 2023.

LIMA, Iracilde Maria de Moura Fé. Relevo do Piauí: uma proposta de classificação. **Carta CEPRO**, v. 12, n. 2, Ago./dez, 1987, p.55-84

LIMA, Iracilde Maria de Moura Fé.; GUERRA, Antônio José Teixeira. Ambiente montanhoso e turismo em Pedro II, Piauí. **Geosul**, v. 35, n. 74, p. 518-538, 2020. Disponível em: <<https://periodicos.ufsc.br/index.php/geosul/article/view/1982-5153.2020v35n74p518/42977>>. Acesso em: 26 Ago. 2023.

MARQUES, Gisele Tavares. **Opalas gemológicas do Piauí: gênese revelada por microtermometria e minerais associados**. Dissertação de mestrado – Universidade Federal do Pará, Instituto de Geociência, Programa de Pós-graduação em Geologia e Geoquímica, Belém, 2014. Disponível em: <https://repositorio.ufpa.br/jspui/bitstream/2011/6366/1/Dissertacao_OpalasGemologicasPiaui.pdf>. Acesso em: 24 Ago. 2023.

MARQUES, Gisele Tavares. Modelo genético para as opalas do Piauí. *In*: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE METALOGENIA, 3., 2013, Gramado. **Boletim de resumos**. Gramado1 CD-ROM, 2013. Disponível em: <<https://periodicos.ufpi.br/index.php/acipi/article/download/1658/1566>>. Acesso em: 24 Ago. 2023.

MILANEZ, Bruno. Mineração, Ambiente e Sociedade: Impactos complexos e simplificação da legislação. **Boletim Regional, Urbano e Ambiental**, v. 16, 2017. Disponível em: <<https://www2.ufjf.br/poemas/files/2014/07/Milanez-2017-Mineração-ambiente-e-sociedade.pdf>>. Acessado em: 29 Ago. 2023.

MILANEZ, Bruno,; OLIVEIRA, José Antonio Puppim de. **Opalas de Pedro II: o APL como remediação da grande mina**. 2011. Disponível em: <<http://mineralis.cetem.gov.br/bitstream/cetem/1178/1/Opalas%20de%20Pedro%20II%20o%20APL.pdf>>. Acesso em: 03 set. 2023.

MILANEZ, Bruno,; OLIVEIRA, Jose Antonio Puppim de. Ambiente, pessoas e labor: APLs para além do desenvolvimento econômico na mineração de opalas em Pedro II, Piauí. **Cadernos EBAPE.BR (FGV)**, v. 7, p. 528-546, 2009.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE (MMA). Disponível em: <<https://antigo.mma.gov.br/governanca-ambiental.html#:~:text=A%20partir%20de%20defini%C3%A7%C3%B5es%2C%20de,benef%C3%ADcio%20das%20gera%C3%A7%C3%B5es%20atuais%20e>>. Acesso em: 04 set. 2023.

OLIVEIRA, João Cavalcante de; CARDOSO, César Eduardo Texeira. **Projeto opala em Pedro II: Relatório Final**. Recife: Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais - CPRM, 1979.

OLIVEIRA, Francisco Correia de Oliveira; MOURA, José Teófilo Hérber de. Uso das metodologias de avaliação de impacto ambiental em estudos realizados no Ceará. **Revista**

Pretexto, v. 10, n. 4, p. 79-98, 2009. Disponível em: <<http://revista.fumec.br/index.php/pretexto/article/view/498>>. Acesso em: 21 Ago. 2023.

PIAUÍ. Grupo Gestor de Arranjos produtivos Locais. **Plano de Desenvolvimento do Arranjo Produtivo da Opala na Região de Pedro II – PI**. 2008. Disponível em: <www.mdic.gov.br/portalmDIC/arquivos/dwnl_1247146958.pdf>. Acesso em: 03 set. 2023.

PNUD - Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento. **Atlas do desenvolvimento humano no Brasil**. 2014. Disponível em: <https://www.undp.org/pt/brazil/pnud-no-brasil> Acesso em: 12 Ago. 2023.

PROJETO RADAM. Folha SB.23 Teresina e parte da folha SB.24 Jaguaribe; geologia, geomorfologia, solos, vegetação e uso potencial da terra. Rio de Janeiro. 1973. Disponível em: <<https://biblioteca.ibge.gov.br/biblioteca-catalogo.html?id=224019&view=detalhes>>. Acesso em: 03 set. 2023.

SACHS, Liliane Lavoura Bueno et al. **Projeto avaliação dos depósitos de opalas de Pedro II**. Teresina: CPRM, 2015.

SANTIAGO, Carlos. **Turismo e economia em Pedro II**. O Dia. Teresina, 20/Fev./2016. Economia, p. 01.

REVISTA MEIO NORTE. **Agricultura em Pedro II. Jornal meio norte**. Teresina. 2014.

RINALDI, Edgard Ortiz. **Avaliação de impacto ambiental de projetos de mineração em São Paulo**: Estudo da evolução técnica e temporal e propostas de melhorias. São Paulo, 2017. Disponível em: <<https://cetesb.sp.gov.br/escolasuperior/wp-content/uploads/sites/30/2016/06/DissertacaoEdgard.pdf>>. Acesso em: 29 ago. 2023.

RINCÃO, Vinícius Pires; TRIGUEIRO, Rodrigo de Menezes. **Avaliação do impacto ambiental e licenciamento**. Londrina: Editora e Distribuidora Educacional S.A., 2018. Disponível em: <https://s3.amazonaws.com/cm-kls-content/LIVROS_UNOPAR_AEDU/Avalia%C3%A7%C3%A3o%20do%20Impacto%20Ambienta%20e%20Licenciamento.pdf>. Acesso em: 30 ago. 2023.

ROCHA, Leonardo Cristian. As tragédias de Mariana e Brumadinho: É Prejuízo? Para Quem? **Caderno de Geografia**, v. 31, n. 1, p. 185–195, 2021. Disponível em: <<https://periodicos.pucminas.br/index.php/geografia/article/view/25541/17777>>. Acessado em: 14 Ago. 2023.

RODRIGUES, Rodrigo Amaral. Os impactos invisíveis da mineração de pequena escala da opala no município de Pedro II – PI. **Revista Multidisciplinar de Educação e Meio Ambiente**, V. 4, Nº 1, 2023. Disponível em: <<https://ime.events/conasust2023/pdf/14319>>. Acesso em: 30 ago. 2023.

ROVERE, Emilio Lebre La. **Metodologia de Avaliação de Impacto Ambiental Metodologia de Avaliação de Impacto Ambiental**. Metodologia de Avaliação de Impacto Ambiental Documento final, “Instrumentos de Planejamento e Gestão Ambiental para a Amazônia, Pantanal e Cerrado – Demandas e Propostas”. Brasília: Ibama, 1992.

RUIZ, Mauro Silva.; CORREA, Rosany.; GALHARDO, Amarilis Lucia Casteli Figueiredo.; SINTONI, Ayrtton. Abordagens de conflitos socioambientais em casos de subsidência de minas de carvão no Brasil e EUA. **Ambiente & Sociedade**, v. 17, n. 2, p. 129-156, 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1414-753X2014000200010>. Acesso em: 27 ago. 2023.

SÁNCHEZ, Luís Enrique. **Avaliação de impacto ambiental: conceitos e métodos**. São Paulo: Oficina de Textos, 2020.

SÁNCHEZ, Luís Enrique. **Avaliação de impactos ambientais: conceitos e métodos**. São Paulo: Oficina de Textos, 495 p. 2006.

SANTOS, Caroline Gonçalves dos.; LIMA, Gustavo Figueiredo.; BULHÕES, Júlia Amorim. Subsidência do solo e remoções forçadas em Maceió-AL: as disputas pela cidade. **Brazilian Journal of Development**, v. 8, n. 10, p. 65711–65734, 2022. Disponível em: <https://ojs.brazilianjournals.com.br/ojs/index.php/BRJD/article/view/52783>. Acesso em: 23 dez. 2023.

SILVA, Ivya Clara de Melo. **Avaliação dos impactos ambientais causados pela mineração no município de Picuí-PB**. PICUI-PB. 2018.

SILVA, Marina Lima da.; ANDRADE, Márcia Cristiane Kravetz. Os Impactos Ambientais da Atividade Mineradora. **Caderno Meio Ambiente e Sociedade**, v. 11, n. 6, p. 68-82, 2017. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/324213012_Os_impactos_ambientais_da_atividade_mineradora. Acesso em: 27 Ago. 2023.

SILVA, Márcio Martins Napoleão Braz e.; FILHO, Francisco de Assis Veloso. Arranjos produtivos locais no Âmbito Estadual - Piauí. Informe Econômico, Ano 10 - 19 de MAIO/JUNHO DE 2009. Disponível em: <<https://periodicos.ufpi.br/index.php/ie/article/download/2279/2081>>. Acesso em: 22 Ago. 2023.

SOARES, Sidney. **Enciclopédia dos Municípios Piauienses**. Fortaleza: Escola gráfica Santo Antônio, 2013.

SOUSA JÚNIOR, Dilmo Vieira de. **O arranjo produtivo local da opala no município de Pedro II PI como instrumento de desenvolvimento sustentável a partir da mineração**. Belém/PA, 2023. Disponível em: <https://repositorio.ufpa.br/bitstream/2011/15580/4/Dissertacao_ArranjoProdutivoLocal.pdf>. Acesso em: 29 ago. 2023.

SOUSA, Francisco Wellington Araujo.; NOGUEIRA, Victor Memória.; SOUSA, Marcos Gomes. de.; LIMA, Iracilde Maria de Moura Fé. Roteiro Geoturístico da porção norte do município de Pedro II, Piauí, Brasil. **Turismo, Sociedade & Território**, v. 5, n. 1, 2023. Disponível em: <https://periodicos.ufrn.br/revtursoter/article/view/32136>. Acesso em: 1 set. 2023.

SOUSA, Linardy de Moura.; NETO, Pedro Luiz de Oliveira Costa.; DIAS, Samuel Campelo.; OLIVEIRA, Francisca das Chagas. Arranjo Produtivo Local -APL de base mineral: Estudo da Cadeia de Suprimentos da Opala de Pedro II- PI. **Research, Society and Development**, v. 9,

n. 8, p. e83984875, 2020. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v9i8.4875>. Acesso em: 21 Ago. 2023.

SOUSA, Márcia Fernanda Miranda de. A Opala de Pedro II (Piauí): artesanato e design. **Dissertação** de Mestrado, Programa de Pós-Graduação em Educação, Arte e História da Cultura da Universidade Presbiteriana Mackenzie. São Paulo, 2018. Disponível em: <<https://dspace.mackenzie.br/handle/10899/25059>>. Acesso em: 17 Ago. 2023.

SOUZA, V. C. **Perfil analítico da opala**. Brasília: DEPARTAMENTO NACIONAL DE PRODUÇÃO MINERAL, 1985.

TANNO, L. C. & SINTONI, A. (Coordenadores.). **Mineração e município: bases para planejamento e gestão dos recursos minerais**. São Paulo: Instituto de Pesquisas Tecnológicas, 2003.

TELLES, Andre. A preciosidade das opalas e jóias artesanais de Pedro II. **Revista A Lavoura**. Edição nº 712/2016. Disponível em: <<https://indicacaogeografica.com.br/a-preciosidade-das-opalas-e-joias-artesanais-de-pedro-ii/>>. Acesso em: 03 set. 2023.

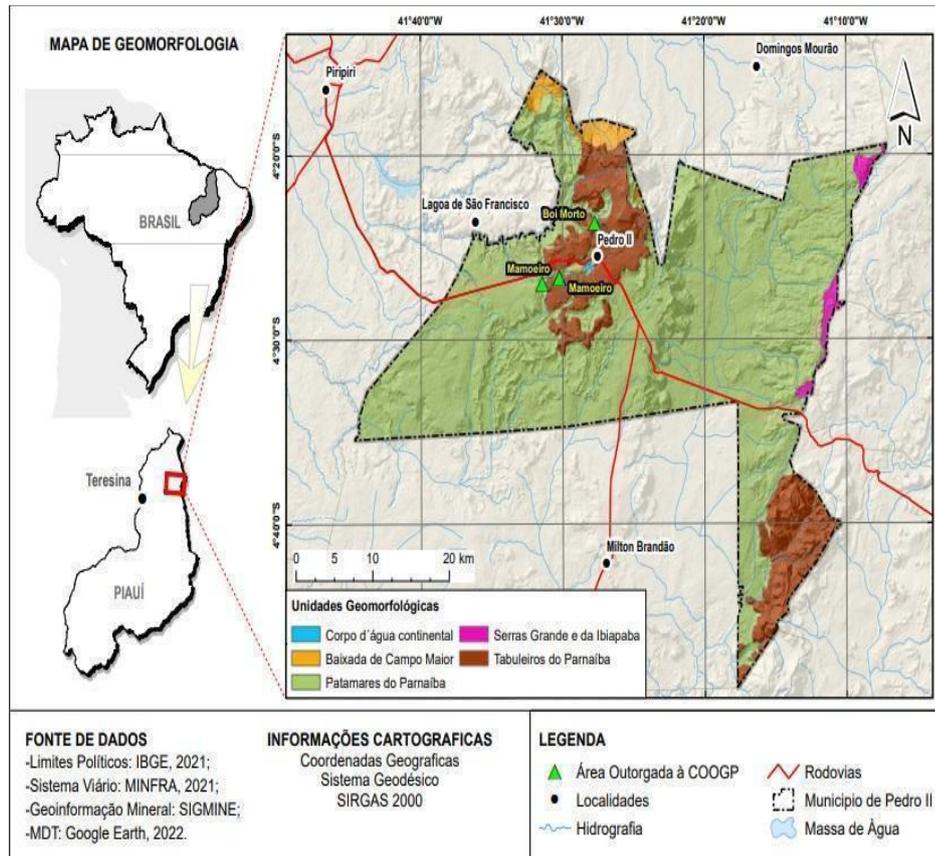
TOMMASI, L.R. Estudo de impacto ambiental. São Paulo: CETESB: Terragraph Artes e Informática, 354 p. 1993. *In*: SILVA, Ivya Clara de Melo. **Avaliação dos impactos ambientais causados pela mineração no município de Picuí-PB**. PICUI-PB. 2018.

VIDAL, Francisco Wilson Hollanda.; MORAIS, Marcelo Gonçalves Nunes de Oliveira.; FREIRE, Leonardo Cattabriga.; SANTOS, Carlos Alberto Melo. **As Opalas de Pedro II no Piauí e o Arranjo Produtivo Local**. Série rochas e minerais industriais. CETEM/MCTIC, 2018. Disponível em: <<http://mineralis.cetem.gov.br/bitstream/cetem/2126/3/SRMI-23.pdf>>. Acesso em: 03 set. 2023.

VIEIRA, Carla Iamara de Passos.; CARVALHO, Aécio Gomes.; BARRADAS, Maria Tereza.; VIANA, Bartira Araújo da Silva. Modelagem digital do terreno do município de Pedro II - PI. *In*: **Congresso de Pesquisa e Inovação da Rede Norte Nordeste de Educação Tecnológica**, 2010. Anais... Maceió: Editora da UFAL, 2010. v. 1. p. 1-8. Disponível em: <http://connepi.ifal.edu.br/ocs/index.php/connepi/CONNEPI2010/paper/viewFile/1217/736> Acesso em 25 Ago. 2023.

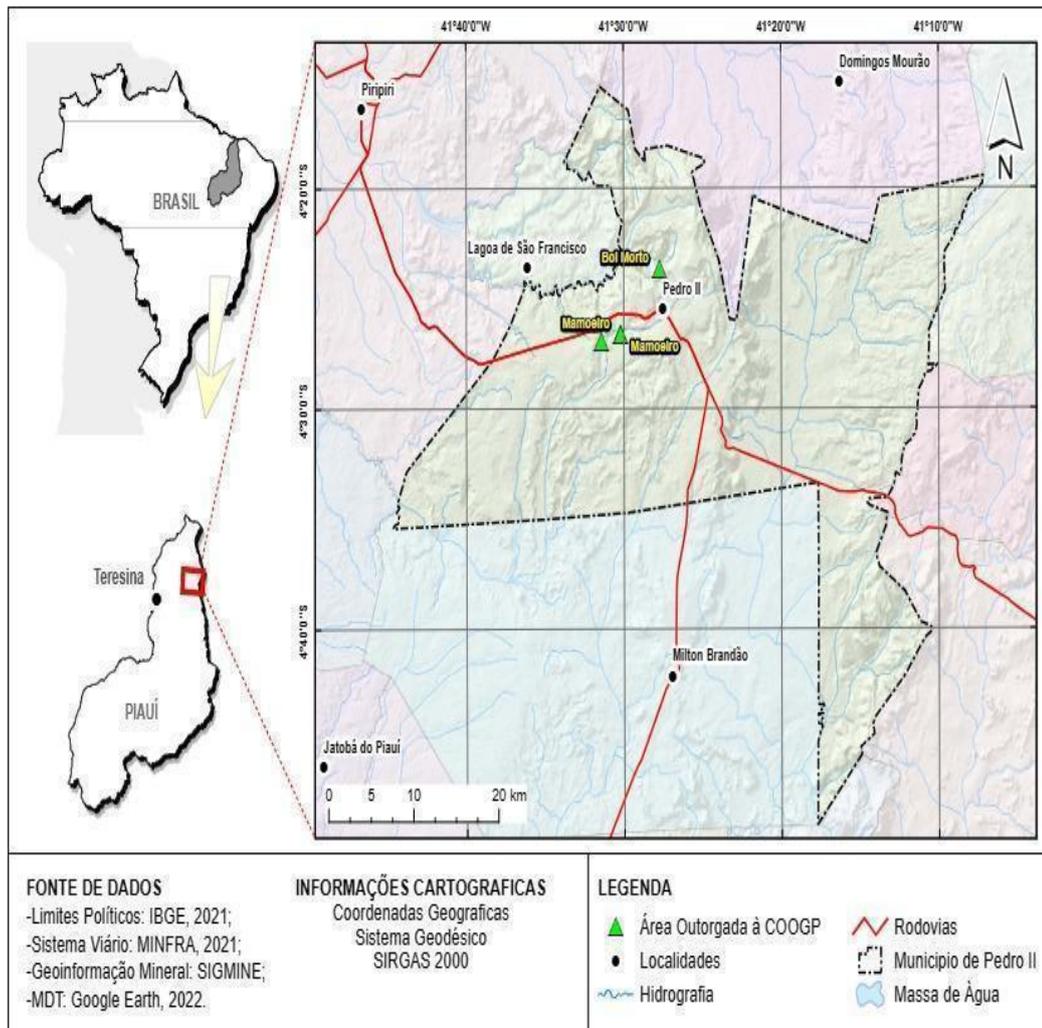
APÊNDICES

APÊNDICE A - MAPA DE GEOMORFOLOGIA DO MUNICÍPIO DE PEDRO II, NO ESTADO DO PIAUÍ



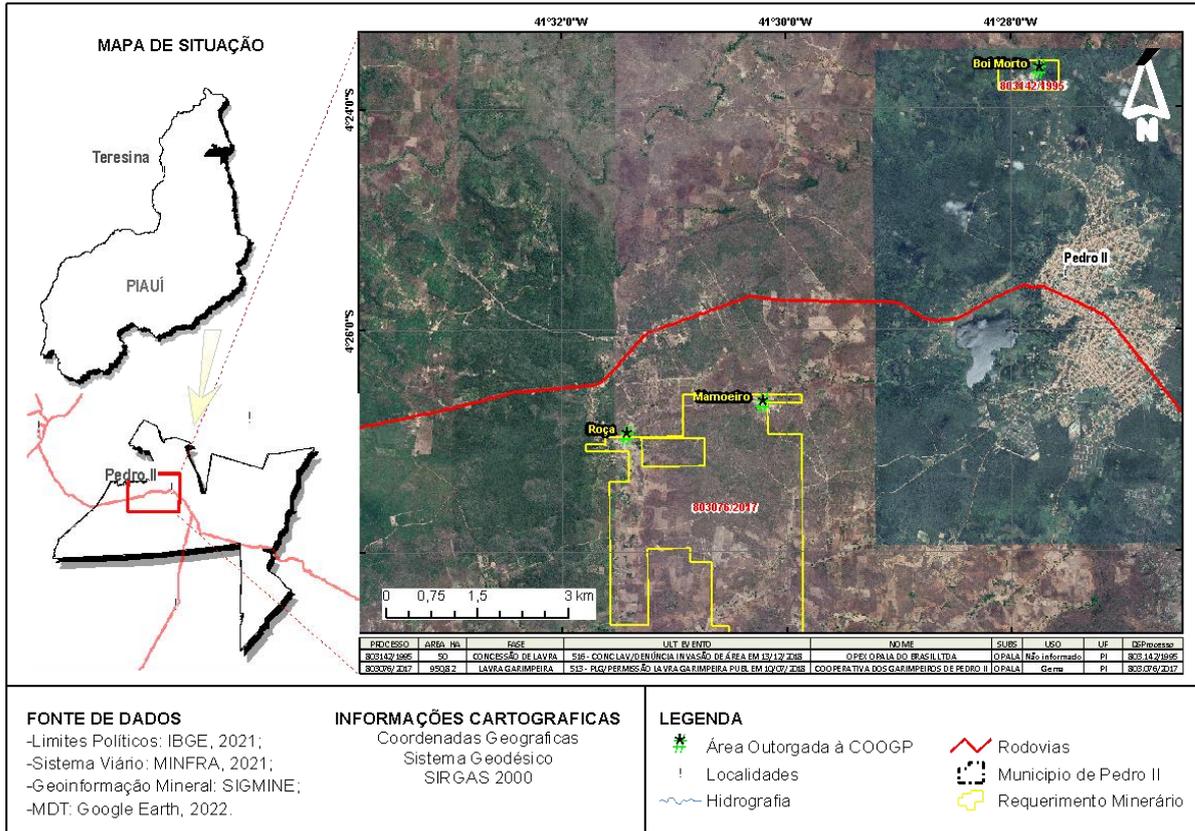
Fonte: Elaboração cartográfica por Gilmar Souza Acacio (Dez. 2022). Organizado por (Leuriane Santos, 2022).

APÊNDICE B - MAPA DE LOCALIZAÇÃO DO GARIMPO BOI MORTO E GARIMPO MAMOEIRO - MUNICÍPIO DE PEDRO II, NO ESTADO DO PIAUÍ



Fonte: Elaboração cartográfica por Gilmar Souza Acacio (Dez. 2022). Organizado por (Leuriane Santos, 2022).

APÊNDICE C - MAPA DE SITUAÇÃO DA LOCALIZAÇÃO INICIAL *IN LOCO* DE PESQUISA NO MUNICÍPIO DE PEDRO II, O ESTADO DO PIAUÍ



Fonte: Elaboração cartográfica por Gilmar Souza Acacio (Dez. 2022). Organizado por (Leuriane Santos, 2022).

APÊNDICE D - VALE COM USO DA TERRA: LAVOURA DE MILHO – GARIMPO BOI MORTO, PEDRO II - PIAUÍ



Fonte: Borges (2012).

APÊNDICE E - AFLORAMENTO DE ROCHA SEDIMENTAR COM MARCAS DE MOVIMENTO DE MASSA DE QUEDA DE BLOCOS



Fonte: Freitas *et al.*, (2016); Sena *et al.*, (2013).

APÊNDICE F - OPALAS EM PEDRO II - PIAUÍ



Fonte: Rogério Pereira (2023).

**APÊNDICE G - GARIMPO ROÇA 1 - IMPACTO (NEGATIVO): ACÚMULO DE ÁGUA
PONTO POSITIVO: RECUPERAÇÃO DA MATA VEGETAL CILIAR - BIOMA CAATINGA**



Fonte: Autor(a) (2023).

ANEXOS

ANEXO A – CHECKLIST APLICADO NA VISITA *IN LOCO* (EM BRANCO)

Nome do Garimpo:	Localização:			
Data da Visita:	Coordenadas:			
INFORMAÇÕES INICIAIS	S	N	NC	Observações
Ativo				
Qual substância está sendo extraída?				
Qual a produção				
IMPACTOS AMBIENTAIS NEGATIVOS				
Alteração da Topografia				
Supressão da vegetação				
Deposição de estéril				
Riscos de acidentes				
Coleta seletiva de lixo				
Sucatas dispersas sem controle				
Acúmulo de lixo doméstico sem controle				
Alteração da paisagem				
Poluição do solo				
Poluição sonora e vibração				
Processos erosivos				
Perigo de desmoronamento				
Contaminação das águas				
Poluição Atmosférica				
Deslocamento da fauna				

IMPACTOS AMBIENTAIS POSITIVOS	S	N	NA	Observações
Geração de emprego				
Quantidade de empregos				*
Contratação de mão de obra especializada				

ANEXO B – CHECKLISTS APLICADOS NA VISITA IN LOCO (PREENCHIDOS)

(Garimpo Roça 1)



Nome do Garimpo: GARIMPO ROÇA 01	Localização: PEDRO II
Data da Visita: 27/03/2023	Coordenadas: -4,450, -44,526

INFORMAÇÕES INICIAIS	S	N	NC	Observações
Ativo	X			
Qual substância está sendo extraída? OPALA				
Qual a produção 200g FORAM 90 QUILOS ENCONTRADOS EM 2022 FICARAM RESTRIÇÃO				
IMPACTOS AMBIENTAIS NEGATIVOS				
Alteração da Topografia	X			
Supressão da vegetação				
Deposição de estéril	X			
Riscos de acidentes EMINENTES	X			
Coleta seletiva de lixo			X	
Sucatas dispersas sem controle			X	
Acumulo de lixo doméstico sem controle				
Alteração da paisagem	X			
Poluição do solo	X			
Poluição sonora e vibração				
Processos erosivos	X			
Perigo de desmoronamento		X		
Contaminação das águas				
Poluição Atmosférica				
Deslocamento da fauna	X			

IMPACTOS AMBIENTAIS POSITIVOS	S	N	NA	Observações
Geração de emprego		X		
Quantidade de empregos				*
Contratação de mão de obra especializada				

FISCALIZAÇÃO - DM PM

(Garimpo Roça 2)



Nome do Garimpo: GARIMPO ROÇA 2	Localização: PEORO II
Data da Visita: 27/03/2023	Coordenadas: -4,450, -41,526

INFORMAÇÕES INICIAIS	S	N	NC	Observações
Ativo	X			
Qual substância está sendo extraída? OPALA				
Qual a produção				
IMPACTOS AMBIENTAIS NEGATIVOS				
Alteração da Topografia				
Supressão da vegetação				
Deposição de estéril	X			
Riscos de acidentes				
Coleta seletiva de lixo				
Sucatas dispersas sem controle				
Acumulo de lixo doméstico sem controle				
Alteração da paisagem				
Poluição do solo				
Poluição sonora e vibração				
Processos erosivos	X			
Perigo de desmoronamento				
Contaminação das águas ACUMULO DE AGUA	X			
Poluição Atmosférica				
Deslocamento da fauna				

IMPACTOS AMBIENTAIS POSITIVOS	S	N	NA	Observações
Geração de emprego		X		
Quantidade de empregos		X		*
Contratação de mão de obra especializada		X		

(Garimpo Roça 3)



Nome do Garimpo: GARIMPO 03	Localização: PEDRO II
Data da Visita: 27/03/2023	Coordenadas: -4,450,-41,526

INFORMAÇÕES INICIAIS	S	N	NC	Observações
Ativo		X		observou-se
Qual substância está sendo extraída? OPALA				trabalho na
Qual a produção				roça no
				Garimpo
				Beir Monte
IMPACTOS AMBIENTAIS NEGATIVOS				
Alteração da Topografia				
Supressão da vegetação				
Deposição de estéril				
Riscos de acidentes				
Coleta seletiva de lixo				
Sucatas dispersas sem controle				
Acúmulo de lixo doméstico sem controle				
Alteração da paisagem	X			
Poluição do solo				
Poluição sonora e vibração				
Processos erosivos Pela máquina desmatadora	X			
Perigo de desmoronamento				
Contaminação das águas				
Poluição Atmosférica				
Deslocamento da fauna Fauna local	X			

IMPACTOS AMBIENTAIS POSITIVOS	S	N	NA	Observações
Geração de emprego		X		observou-se
Quantidade de empregos		X		trabalho na
Contratação de mão de obra especializada		X		* roça no
		X		Garimpo Beir
				Monte.

(Garimpo Boi Morto)



Nome do Garimpo: GARIMPO 04	Localização: Pedro II
Data da Visita: 27/03/2023	Coordenadas: -4,450, -41,526

INFORMAÇÕES INICIAIS	S	N	NC	Observações
Ativo		X		
Qual substância está sendo extraída? OPALA				
Qual a produção				
IMPACTOS AMBIENTAIS NEGATIVOS				
Alteração da Topografia				
Supressão da vegetação				
Deposição de estéril				
Riscos de acidentes				
Coleta seletiva de lixo				
Sucatas dispersas sem controle				
Acumulo de lixo doméstico sem controle				
Alteração da paisagem	X			
Poluição do solo				
Poluição sonora e vibração				
Processos erosivos	X			
Perigo de desmoronamento				
Contaminação das águas				
Poluição Atmosférica				
Deslocamento da fauna	X			

IMPACTOS AMBIENTAIS POSITIVOS	S	N	NA	Observações
Geração de emprego		X		
Quantidade de empregos		X		*
Contratação de mão de obra especializada		X		