

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PAMPA

WALLAS MARQUES DA SILVA

**AVALIAÇÃO DE IMPACTOS AMBIENTAIS CAUSADOS PELA ATIVIDADE DE GARIMPO
DE MINÉRIO DE OURO E CASSITERITA E OS ASPECTOS RELACIONADOS PARA
LEGALIZAÇÃO DE EMPREENDIMENTO SOB O REGIME DE PERMISSÃO DE LAVRA
GARIMPEIRA NO MUNICÍPIO DE TUCUMÃ – PA**

**CAÇAPAVA DO SUL
2024**

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PAMPA

WALLAS MARQUES DA SILVA

AVALIAÇÃO DE IMPACTOS AMBIENTAIS CAUSADOS PELA ATIVIDADE DE GARIMPO DE MINÉRIO DE OURO E CASSITERITA E OS ASPECTOS RELACIONADOS PARA LEGALIZAÇÃO DE EMPREENDIMENTO SOB O REGIME DE PERMISSÃO DE LAVRA GARIMPEIRA NO MUNICÍPIO DE TUCUMÃ – PA

Dissertação apresentada ao programa de Pós-graduação Stricto Sensu em Engenharia Mineral da Universidade Federal do Pampa, como requisito parcial para obtenção do Título de Mestre em Engenharia Mineral.

Orientador: Prof. Dr. Mateus Guimarães da Silva

**CAÇAPAVA DO SUL
2024**

Ficha catalográfica elaborada automaticamente com os dados fornecidos
pelo(a) autor(a) através do Módulo de Biblioteca do
Sistema GURI (Gestão Unificada de Recursos Institucionais) .

S586a Silva, Wallas Marques da

Avaliação de impactos ambientais causados pela atividade de garimpo de minério de ouro e cassiterita e os aspectos relacionados para legalização de empreendimento sob o regime de permissão de lavra garimpeira no município de Tucumã - PA / Wallas Marques da Silva.

124 p.

Dissertação(Mestrado)-- Universidade Federal do Pampa,
MESTRADO EM ENGENHARIA MINERAL, 2024.

"Orientação: Mateus Guimaraes da Silva".

1. Lavra garimpeira. 2. impacto ambiental. 3. recursos naturais. I. Título.

WALLAS MARQUES DA SILVA

AValiação de Impactos Ambientais Causados pela Atividade de Garimpo de Minério de Ouro e Cassiterita e os Aspectos Relacionados para Legalização de Empreendimento sob o Regime de Permissão de Lavra Garimpeira no Município de Tucumã – PA

Dissertação apresentada ao programa de Pós-graduação Stricto Sensu em Engenharia Mineral da Universidade Federal do Pampa, como requisito parcial para obtenção do Título de Mestre em Engenharia Mineral.

Dissertação defendida e aprovada em: 26 de junho de 2024.

Banca examinadora:

Prof. Dr. Mateus Guimarães da Silva

Orientador

UNIPAMPA

Prof. Dr. Luciano Marquette

UFSM

Prof. Dr. Pedro Daniel da Cunha Kemerich

UFSM



Assinado eletronicamente por **MATEUS GUIMARAES DA SILVA, PROFESSOR DO MAGISTERIO SUPERIOR**, em 09/09/2024, às 18:09, conforme horário oficial de Brasília, de acordo com as normativas legais aplicáveis.



Assinado eletronicamente por **Luciano Marquette, Usuário Externo**, em 10/09/2024, às 07:51, conforme horário oficial de Brasília, de acordo com as normativas legais aplicáveis.



Assinado eletronicamente por **PEDRO DANIEL DA CUNHA KEMERICH, Usuário Externo**, em 11/09/2024, às 08:46, conforme horário oficial de Brasília, de acordo com as normativas legais aplicáveis.



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site https://sei.unipampa.edu.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **1540889** e o código CRC **49E09794**.

Dedico este trabalho *in memoriam* ao meu pai José Marques da Silva, por todos os ensinamentos ao longo de sua vida, exemplos, força e garra em lutar para vencer.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a todos que me apoiaram nessa jornada, em especial as minhas amigas Dhanny Souza Ribeiro, Lorrana Dias Ferreira, Verginia Dantas Cabral e ao amigo Gustavo Cabral, Luiz Drews

À minhas mãezinhas do coração, dona Anailda Cabral, Neide Campos e Cleomar Dantas.

Aos meus familiares, em especial as minhas irmã Sarana Marques da Silva, Samara Marques da Silva e Sarah Aline Marques da Silva.

A todos os colaboradores e professores do PPGEM. E a todos que fizeram parte desta etapa decisiva em minha vida.

RESUMO

Os impactos ambientais podem ser identificados quando a atividade econômica envolve o uso de recursos naturais. Estes existem desde a fase de planejamento, tendo aumento na implantação e maximizados na operação. Para as lavras garimpeiras, estes envolvem premissas que vão desde o entendimento sobre os meios físicos, bióticos e socioeconômicos e suas respectivas avaliações. O Brasil, nos últimos anos, têm presenciado o aumento constante da atividade clandestina, ora caracterizada como garimpo, avançar em vários de seus biomas, em especial na região da Amazônia, gerando impactos, que destoante de uma lavra legalizada, possuem danos, por vezes irreparáveis. Desta forma, cabe a comunidade científica diferenciar os danos ambientais bem como caracterizar o que vêm a ser a lavra garimpeira. É notório mencionar que este regime minerário, em sua concepção técnica e jurídica, representa para uma parcela significativa de mineradores e/ou garimpeiros, uma ferramenta de apoio a mineração artesanal, por possuir menor nível de burocracias se comparado aos demais mecanismos existentes. No contexto de sua compreensão, existe a necessidade de respeito às normas minerárias e ambientais, em especial na elaboração dos projetos que serão submetidos a Agência Nacional de Mineração e aos órgãos ambientais competentes, de modo que estes consigam mapear os principais pontos do futuro empreendimento, para que práticas de mitigação, recuperação e preservação, além da garantia de segurança ao trabalhador inserido nesta, sejam executados coerentemente, somado a fiscalização incisiva de modo a coibir práticas predatórias e/ou irregulares. Desta forma, neste trabalho objetivou-se a caracterização das diversas nuances da PLG em seu contexto técnico, operacional e ambiental, fazendo-se uso de metodologia pautada na descrição dos mais distintos aspectos, sejam estes por observações in loco, utilização de softwares, além da construção de método próprio para validação do porte de determinado impacto.

PALAVRAS – CHAVE: Lavra garimpeira, impacto ambiental, recursos naturais, meio físico, meio biótico, meio socioeconômico

ABSTRACT

Environmental impacts can be identified when economic activity involves the use of natural resources. These exist from the planning phase, having increased in implementation and maximized in operation. For mining operations, these involve premises that range from understanding the physical, biotic and socioeconomic environments and their respective assessments. Brazil, in recent years, has seen a constant increase in clandestine activity, sometimes characterized as mining, advancing in several of its biomes, especially in the Amazon region, generating impacts, which, unlike legalized mining, cause damage, sometimes irreparable. In this way, it is up to the scientific community to differentiate environmental damage as well as characterize what mining entails. It is notable to mention that this mining regime, in its technical and legal conception, represents, for a significant portion of miners and/or garimpeiros, a tool to support artisanal mining, as it has a lower level of bureaucracy compared to other existing mechanisms. In the context of its understanding, there is a need to respect mining and environmental standards, especially in the preparation of projects that will be submitted to the National Mining Agency and the competent environmental bodies, so that they are able to map the main points of the future enterprise, so that mitigation, recovery and preservation practices, in addition to guaranteeing safety for the worker involved, are carried out coherently, in addition to incisive supervision in order to curb predatory and/or irregular practices. Therefore, this work aimed to characterize the various nuances of PLG in its technical, operational and environmental context, using a methodology based on the description of the most distinct aspects, whether through on-site observations, use of software, in addition to the construction of a specific method to validate the size of a given impact.

KEY WORDS: Mining mining, environmental impact, natural resources, physical environment, biotic environment, socioeconomic environment

LISTA DE TABELAS

| | | |
|-----------|--|-----|
| Tabela 01 | Procedimentos de quantificação dos critérios definidores | 45 |
| Tabela 02 | Classificação e significância dos impactos ambientais a partir da pontuação obtida | 46 |
| Tabela 03 | Coordenadas da permissão de lavra garimpeira | 48 |
| Tabela 04 | Equipamentos para lavra e beneficiamento | 54 |
| Tabela 05 | Mão – de obra para a lavra garimpeira na instalação e operação | 57 |
| Tabela 06 | Custo em salários e encargos sociais | 58 |
| Tabela 07 | Relação de custos dos benefícios e insalubridade na lavra garimpeira | 60 |
| Tabela 08 | Vértices da poligonal da área degradada | 61 |
| Tabela 09 | Vértices da poligonal da frente de lavra I | 70 |
| Tabela 10 | Vértices da poligonal da frente de lavra II | 70 |
| Tabela 11 | Vértices da poligonal da frente de lavra III | 71 |
| Tabela 12 | Vértices da poligonal do beneficiamento | 76 |
| Tabela 13 | Vértices da poligonal da pilha de estéril | 80 |
| Tabela 14 | Vértices da poligonal da bacia de rejeitos | 81 |
| Tabela 15 | Vértices da poligonal da bacia de decantação | 82 |
| Tabela 16 | Vértices da poligonal da área verde | 83 |
| Tabela 17 | Vértices da poligonal do plantio de cacau | 86 |
| Tabela 18 | Quantitativo dos minerais alvo na mina taperebá | 89 |
| Tabela 19 | Outros substâncias ocorrentes na mina taperebá | 89 |
| Tabela 20 | Projeção da produção mineral em toneladas de rocha de minério de ouro e cassiterita na frente de lavra I | 91 |
| Tabela 21 | Projeção da produção mineral em toneladas de rocha de minério de ouro e cassiterita na frente de lavra II | 91 |
| Tabela 22 | Projeção da produção mineral em toneladas de rocha de minério de ouro e cassiterita na frente de lavra III | 92 |
| Tabela 23 | Projeção mensal do lucro operacional da lavra garimpeira na frente de lavra I | 93 |
| Tabela 24 | Projeção mensal do lucro operacional da lavra garimpeira na frente de lavra II | 93 |
| Tabela 25 | Projeção mensal do lucro operacional da lavra garimpeira na frente de lavra III | 94 |
| Tabela 26 | Projeção dos custos mensais operacionais para a frente de lavra I | 95 |
| Tabela 27 | Projeção dos custos mensais operacionais para a frente de lavra II | 95 |
| Tabela 28 | Projeção dos custos mensais operacionais para a frente de lavra III | 98 |
| Tabela 29 | Identificação dos impactos ambientais conforme atividade transformadora na fase de planejamento | 98 |
| Tabela 30 | Identificação dos impactos ambientais conforme atividade transformadora na fase de implantação | 98 |
| Tabela 31 | Identificação dos impactos ambientais conforme atividade transformadora na fase de operação | 100 |

| | | |
|-----------|---|-----|
| Tabela 32 | Classificação dos impactos ambientais conforme nível de risco no meio antrópico | 108 |
| Tabela 33 | Classificação dos impactos ambientais conforme nível de risco no meio biótico | 109 |
| Tabela 34 | Classificação dos impactos ambientais conforme nível de risco no meio físico | 109 |

LISTA DE FIGURAS

| | | |
|-----------|--|-----|
| Figura 01 | Impactos ambientais da mineração na água | 25 |
| Figura 02 | Impactos ambientais da mineração na biosfera | 26 |
| Figura 03 | Forma da análise do requerimento até a outorga da lavra garimpeira | 34 |
| Figura 04 | Simplificação de metodologia de avaliação de impacto ambiental | 43 |
| Figura 05 | Sequenciamento dos dados que compõem cada coluna da matriz | 44 |
| Figura 06 | Fluxograma das etapas da metodologia aplicada na matriz da avaliação | 45 |
| Figura 07 | Acesso a permissão de lavra garimpeira | 48 |
| Figura 08 | Identificação da permissão de lavra garimpeira no imóvel rural | 53 |
| Figura 09 | Área degradada por garimpos ilegais anteriores ao licenciamento | 61 |
| Figura 10 | Imagem histórica de junho de 2016 | 64 |
| Figura 11 | Imagem histórica de junho de 2018 | 64 |
| Figura 12 | Cava de garimpo antigo | 65 |
| Figura 13 | Cava de garimpo antigo | 65 |
| Figura 14 | Layout geral das servidões da lavra garimpeira - Mina Taperebá | 66 |
| Figura 15 | Frente de lavra I, II e III da Mina Taperebá | 69 |
| Figura 16 | Fluxo das operações de lavra garimpeira | 74 |
| Figura 17 | Áreas de supressão | 75 |
| Figura 18 | Planta de beneficiamento da Mina Taperebá | 76 |
| Figura 19 | Fluxo operacional do beneficiamento de minério de Au e Sn | 78 |
| Figura 20 | Estruturas de contenção de resíduos minerais da lavra e beneficiamento | 83 |
| Figura 21 | Área do plantio de cacau e de preservação | 88 |
| Figura 22 | Análise dos impactos para o meio antrópico | 106 |
| Figura 23 | Análise dos impactos para o meio biótico | 106 |
| Figura 24 | Análise dos impactos para o meio físico | 108 |

LISTA DE SIGLAS

| | |
|---------|--|
| ANM | Agência Nacional de Mineração |
| ASV | Autorização de supressão vegetal |
| CONAMA | Conselho Nacional de Meio Ambiente |
| DNPM | Departamento Nacional de Produção Mineral |
| EIA | Estudo de Impacto Ambiental |
| EPI | Equipamento de proteção individual |
| GEOSGB | Dados, informações e produtos do Serviço Geológico do Brasil |
| IBAMA | Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis |
| PLG | Permissão de Lavra Garimpeira |
| RIMA | Relatório de Impacto Ambiental |
| SAGRH | Secretaria Adjunta de Gestão de Recursos Hídricos e Clima |
| SEMA | Secretaria de Estado de Meio Ambiente |
| SEMAS | Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Sustentabilidade |
| SEMATI | Secretaria de Meio Ambiente, Turismo e Indústria |
| SIGMINE | Sistema de Informações Geográficas da Mineração |
| UTM | Unidade de tratamento de minérios |

SUMÁRIO

| | |
|---|-----------|
| 1. INTRODUÇÃO | 14 |
| 2. OBJETIVOS | 17 |
| 2.1. OBJETIVO GERAL..... | 17 |
| 2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS | 17 |
| 3. REFERENCIAL TEÓRICO | 18 |
| 3.1. AVALIAÇÃO DE AMBIENTAIS..... | 18 |
| 3.2. IMPACTO AMBIENTAL NA MINERAÇÃO | 18 |
| 3.3. IMPACTOS AMBIENTAIS COMUNS NA MINERAÇÃO..... | 22 |
| 3.3.1. Impactos no ar | 24 |
| 3.3.2. Impactos no solo | 24 |
| 3.3.3. Impactos na água | 25 |
| 3.3.4. Impactos na biodiversidade | 26 |
| 3.3.5. Impactos sociais | 26 |
| 3.4. A MINERAÇÃO POR LAVRA GARIMPEIRA..... | 27 |
| 3.4.1. Impactos gerados pela lavra garimpeira | 28 |
| 3.4.2. Avaliação dos impactos da lavra garimpeira | 28 |
| 3.5. A LAVRA GARIMPEIRA NA LEGISLAÇÃO MINERÁRIA..... | 29 |
| 3.5.1. Requerimento à outorga da permissão de lavra garimpeira | 32 |
| 3.6. A LAVRA GARIMPEIRA NA LEGISLAÇÃO AMBIENTAL | 35 |
| 3.6.1. Legislação ambiental para lavra garimpeira no estado do Pará | 38 |
| 3.7. DA RECUPERAÇÃO DA ÁREA DEGRADADA..... | 40 |
| 4. METODOLOGIA | 42 |
| 4.1. DOS CRITÉRIOS METODOLÓGICOS PARA AVALIAÇÃO DOS IMPACTOS AMBIENTAIS..... | 42 |
| 5. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO | 47 |
| 5.1. HISTÓRICO DO EMPREENDIMENTO | 47 |
| 5.2. CARACTERIZAÇÃO DO EMPREENDIMENTO | 48 |
| 5.2.1. Localização e vias de acesso | 48 |
| 5.2.2. Georreferenciamento | 48 |
| 5.2.3. Área afetada | 52 |
| 5.2.4. Abastecimento de água e luz | 53 |
| 5.2.5. Gestão de equipamentos e resíduos | 54 |
| 5.2.5.1. Máquinas e equipamentos do empreendimento | 54 |
| 5.2.5.2. Óleos e graxas | 55 |
| 5.2.5.3. Sucatas | 55 |
| 5.2.5.4. Resíduos domésticos..... | 55 |
| 5.2.6. Utilidades | 56 |
| 5.2.6.1. Comunicação | 56 |
| 5.2.6.2. Serviços básicos e de emergência..... | 56 |
| 5.2.6.3. Instalações básicas..... | 56 |
| 5.2.7. Regime operacional da lavra garimpeira | 56 |
| 5.2.8. Mão – de – obra | 57 |
| 5.2.9. Histórico de atividades anteriores | 60 |
| 5.3. ESTRUTURAS OPERACIONAIS E DE PRESERVAÇÃO | 66 |
| 5.3.1. Lavra | 66 |
| 5.3.1.1. Elementos geométricos da lavra garimpeira | 67 |
| 5.3.1.2. Localização das frentes de lavra..... | 69 |
| 5.3.1.3. Desenvolvimento mineiro | 73 |

| | | |
|--------------|--|------------|
| 5.3.1.3.1. | Preparação e desenvolvimento para a lavra | 75 |
| 5.3.1.3.1.1. | <i>Decapeamento e supressão</i> | 75 |
| 5.3.1.3.1.2. | <i>Desmonte hidráulico</i> | 75 |
| 5.3.2. | Beneficiamento mineral | 76 |
| 5.3.2.1. | Beneficiamento do minério de ouro..... | 78 |
| 5.3.2.2. | Beneficiamento do minério de cassiterita..... | 79 |
| 5.3.3. | Estruturas de estéril, rejeito e decantação | 80 |
| 5.3.4. | Área de preservação e de plantio na poligonal | 83 |
| 5.3.5. | Estimativa de produção e de lucro da lavra garimpeira | 88 |
| 6. | RESULTADOS | 98 |
| 6.1. | IDENTIFICAÇÃO DOS IMPACTOS AMBIENTAIS EXISTENTES NA LAVRA GARIMPEIRA | 98 |
| 6.1.1. | Avaliação dos impactos a partir dos critérios metodológicos | 104 |
| 6.2. | ANÁLISE DOS RESULTADOS | 110 |
| 6.2.1. | Análise dos resultados sob o meio antrópico | 110 |
| 6.2.2. | Análise dos resultados sob o meio biótico | 111 |
| 6.2.3. | Análise dos resultados sob o meio físico | 112 |
| 7. | CONSIDERAÇÕES FINAIS | 114 |
| 8. | BIBLIOGRAFIA CONSULTADA | 120 |

1. INTRODUÇÃO

De acordo com definição dada pela Agência Nacional de Mineração – ANM (2015), antigo Departamento Nacional de Produção Mineral – DNPM, “de um modo genérico, pode-se definir mineração como a extração de minerais existentes nas rochas e/ou no solo. ” Ainda conforme este, minerar é uma ocupação que “trata-se de uma atividade de natureza fundamentalmente econômica que também é referida, num sentido lato, como indústria extrativa mineral ou indústria de produtos minerais.”

No decorrer da história do Brasil (colônia, império e república) a mineração desenvolveu-se em boa parte sem a adoção de métodos, hoje em dia já consolidados, salvo exceções, que visassem uma exploração adequada para a geração do menor impacto possível. Tal premissa possui relação com vários fatores, dentre os quais podem ser destacados: a inexistência de tecnologias, marcos regulatórios, técnicas extrativas difundidas, dentre outros itens relevantes à época.

Ao longo da história nacional, a atividade minerária passou por diversos ciclos, nos quais estes, no objetivo de aprimoramento e/ou melhoramento das práticas, tiveram desenvolvimento considerado. Dentre tais arranjos que possuíram melhoramento, pode-se citar o licenciamento da atividade garimpeira, também conhecida como mineração artesanal, faiscação etc.

No entanto, assim como qualquer outra extração mineral, o garimpo em si possui riscos ambientais, que devem ser estudados e caracterizados, visando a identificação de elementos nocivos à continuidade do *habitat* degradado pela exploração do minério atrativo economicamente.

De acordo com Machado (2016), atualmente, não se pode esquecer que a exploração e o tratamento de minerais, além de servir de base ao progresso industrial e ao comércio, em função das tecnologias avançadas, é uma das bases do poder econômico, militar e político de um país.

Para Mechi e Sanches (2010) a mineração causa impacto significativo ao meio ambiente, pois quase sempre o desenvolvimento dessa atividade implica na supressão de vegetação, exposição do solo aos processos erosivos com alterações na quantidade e qualidade dos recursos hídricos superficiais e subterrâneos, além de causar poluição do ar, entre outros aspectos negativos.

Nesse contexto, convém observar que o desenvolvimento econômico, social e cultural de várias regiões do país ocorreu a partir da difusão da extração predatória

de metais básicos, preciosos e de pedras preciosas, pendendo ao retorno financeiro rápido, deixando como legado negativo, elevados níveis de destruição do meio ambiente, causando impactos irreversíveis no curto e médio prazo.

Ainda, compreende-se que a atividade minerária por meio da extração artesanal e/ou garimpo, são comuns e frequentes nas mais distintas regiões do país e estão inseridas no contexto cultural de inúmeras localidades, sendo referência e expoentes para o desenvolvimento econômico, em especial, para com a circulação financeira nos centros e/ou zonas extrativas. Em estados como a Bahia, Pará, Mato Grosso, Rondônia e Roraima, por exemplo, este tipo de atividade é corriqueira, seja pela ocupação legalizada, ora devidamente licenciada e com projetos ambientais e minerários aprovados pelos órgãos ambientais competentes e pela Agência Nacional de Mineração, respectivamente; além daquelas consideradas ilegais.

É importante ser frisado, que diferentemente de outras atividades econômicas, a mineração em si não é específica e/ou de livre escolha, uma vez que as ocorrências minerais poderão estar situadas em áreas diversas. Na construção civil, por exemplo, há a possibilidade de escolha quanto ao local em que será feita determinado tipo de obra. O mesmo pode ser ressaltado para a agropecuária, cujos terrenos onde serão cultivados determinada safra ou a criação de animais, estes podem ser preparados de modo a garantir o êxito da atividade.

A mineração, entretanto, por não possuir características de mobilidade, requer que estruturas sejam instaladas para que a mesma possa existir. A instalação de tais itens, podem afetar drasticamente o meio biótico, socioeconômico, cultural, dentre outros aspectos. Nesse contexto, é facilmente entendido o porquê de os licenciamentos ambientais serem longos.

Nesse ínterim, Mechi e Sanches (2010) abordam que “muitas vezes, os locais de ocorrência são ambientalmente sensíveis e importantes para a preservação da biodiversidade, dos recursos hídricos, da paisagem ou de demais recursos naturais com função ambiental de grande importância”.

Desta forma, em compreensão ao contexto histórico no qual a mineração, das problemáticas socioeconômico e ambientais, em nível local, este estudo abordará a caracterização de garimpo legalizado para minério de ouro e cassiterita situado em Tucumã – PA.

Assim sendo, no entorno dos vários impactos que podem ocorrer a partir da atividade garimpeira, serão abordados aqui, itens e tópicos relacionados aos danos

que podem dar-se a partir da operação local da permissão de lavra garimpeira. Desta forma, as medidas de controle e mitigação, práticas adotadas pelo empreendedor, dentre outras ações serão discutidas e abordadas no tangente a sua compatibilidade com a legislação vigente bem como para com sua efetividade.

Para tanto, antes de qualquer avaliação dos impactos ambientais notoriamente existentes pela extração mineral, é importante compreender o seu funcionamento, através da caracterização dos itens que compõem a organização de uma permissão de lavra garimpeira, seus aspectos legais, contexto operacional, bem como obrigações, direitos e deveres do titular.

Portanto, das inúmeras necessidades atuais do país para com o combate da prática de garimpos clandestinos, alinhada com a demanda de informações técnicas, que vão desde o entendimento sobre o licenciamento mineral e ambiental para o regime de permissão de lavra garimpeira, compreendendo ainda a exiguidade de informações operacionais que sejam compreensíveis ao garimpo de boa-fé e seus profissionais, este trabalho objetiva ser ferramenta de auxílio aos protagonistas desta atividade secular, ao mesmo tempo em que esta é tipificada na conjuntura socioambiental, econômica e técnica, com analogia às práticas espúrias a estas.

2. OBJETIVOS

2.1. OBJETIVOS GERAL

Contextualizar os impactos ambientais provocados pela atividade ilegal de mineração na área de influência de empreendimento de mineração e a caracterização quanto a legalização e licenciamento de áreas lavráveis sob o regime de Permissão de Lavra Garimpeira para extração de minério de ouro e cassiterita, no município de Tucumã no Estado do Pará.

2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Para alcance do objetivo geral, foram estabelecidos os seguintes objetivos específicos para o projeto:

- Identificar os danos ambientais causados aos meios físico, biótico e socioeconômicos em permissão de lavra garimpeira em Tucumã – PA;
- Caracterizar medidas de controle e mitigação para os impactos ambientais provocados pela atividade no regime de lavra garimpeira;
- Caracterizar diretrizes técnicas para empreendimentos sob o Regime de Permissão de Lavra Garimpeira;
- Caracterizar o Regime de Permissão de Lavra Garimpeira e sua contextualização para legalização de empreendimentos minerários existentes na região do sul do estado do Pará;
- Verificar a importância da lavra garimpeira e os impactos econômicos causados pela atividade ilegal x legalizada;
- Sintetizar mecanismos práticos para empreendimentos de lavra garimpeira de minério de ouro e cassiterita no tangente a sua estrutura operacional.

3. REFERENCIAL TEÓRICO

3.1. AVALIAÇÃO DE IMPACTOS AMBIENTAIS

Sanchez (2020) afirma que os estudos ambientais não são compilações de dados (muitas vezes secundários e irrelevantes para a tomada de decisões), mas ferramentas para organizar a coleta e a análise de informações pertinentes e relevantes.

Desta forma, Aquino *et al* (2017) contribui, afirmando que as avaliações qualitativa e quantitativa de sustentabilidade, vulnerabilidade e riscos ambientais, são ferramentas para uma emergente transformação: a transformação ambiental. Esta, como outras transformações, encontra resistência nos mais diversos setores sociais, porém como está relacionada à manutenção da vida de todos os indivíduos, vem encontrando, rapidamente, diversos adeptos e a aprovação da opinião pública.

Sanchez (2020) elucida que a base para estruturar e organizar um estudo de impacto ambiental é a identificação preliminar dos prováveis impactos.

Duleba *et al* (2019) trazem que entendimento da questão ambiental e sua relação com o crescimento econômico e desenvolvimento é um objeto em construção. Se, por um lado, manifestações discursivas posicionam-se favoravelmente à defesa do meio ambiente, por outro, ações rumo ao crescimento econômico, muitas vezes, degradam a natureza ultrapassando seus limites de resiliência

Sanchez (2020) ratifica que os impactos ambientais resultam da interação entre o projeto proposto e o meio ambiente, para identificar corretamente os impactos é preciso, então, ter um bom entendimento do projeto, de seus diversos componentes, das obras e demais atividades necessárias para sua implantação e das operações que serão realizadas durante seu funcionamento, assim como das atividades relacionadas à desativação do empreendimento, ao final de sua vida útil.

3.2. IMPACTO AMBIENTAL NA MINERAÇÃO

A mineração é a atividade direta de extração de recursos naturais contidos nas camadas de solo e subsolo, que quando houver interesse econômica, o seu desenvolvimento poderá acarretará em impactos ambientais que podem atingir os mais diversos meios.

Para Silva (2001) descreve que os impactos gerados pelas minerações abrangem diversas áreas, ocasionam alterações geomorfológicas, biológicas, hídricas e atmosféricas, tais como: retirada da cobertura de vegetação, poluição e

contaminação dos solos e recursos hídricos pelas substâncias utilizadas, aumento do processo de erosão, sedimentação e assoreamento dos rios, poluição do ar, geração de resíduos, mortalidade dos animais, migração dos animais da área e poluição sonora.

Aquino *et al* (2020) compreende que a vulnerabilidade do meio ambiente, de sistemas sociais e econômicos é mais do que o resultado de riscos aos desastres ou de boas ou más formas de gerenciamento, não se refere somente às mudanças climáticas, globalização ou acordos comerciais, mas engloba também a compreensão de como qualquer sistema pode se relacionar com outro.

Análogo a compreensão sobre as necessidades técnicas quanto ao planejamento, implantação e operação de empreendimentos minerários é relevante a equiparação dos impactos ambientais gerados pela atividade.

Assim, Sanchez (2020) contribui em sua obra, afirmando que a finalidade da avaliação de impacto ambiental é considerar os impactos ambientais antes de se tomar qualquer decisão que possa acarretar significativa degradação da qualidade do meio ambiente.

Desta forma, Leite *et al.* (2017) afirma que os impactos acarretados pelas atividades que comprometem o meio ambiente, que consistem em: treinamentos com os funcionários, implantação de gerenciamento de resíduos sólidos, tratamento dos efluentes, inspeção no maquinário, monitoramento constante das áreas limítrofes, impermeabilização dos solos para não serem contaminados com óleos e substâncias perigosas utilizadas, preservação e manutenção das Áreas de Preservação Permanentes (APPs) próximas do local, recuperação de áreas degradadas e monitoramento dos recursos hídricos.

Por sua vez Milanez (2017) corrobora com a elucidação sobre a responsabilidade para o setor, onde os impactos socioambientais da mineração não são simples, nem espacialmente limitados, muito menos temporalmente restritos. Na verdade, muitos deles são ecologicamente complexos, espacialmente amplos e, por serem irreversíveis, temporalmente permanentes.

Conforme Sanchez (2013) os estudos de impacto ambiental são realizados quando há a perspectiva de se encontrar impactos significativos. Estes, por sua vez, são geralmente originados de ações ou atividades de caráter tecnológico, como a construção de uma barragem, a extração de minerais ou o carregamento de navios em um porto. Estabelece-se, assim, uma relação de causa e efeito, na qual as ações

tecnológicas são a causa de alterações de processos ambientais que, por sua vez, modificam a qualidade do ambiente – ou, em outras palavras, induzem a impactos ambientais.

Consoante às diversas necessidades do mundo contemporâneo para com minimização dos impactos provocados pela atividade humana, Silva Junior *et al.* (2018), corroboram em sua contribuição que:

“A incorporação do planejamento estratégico e a dissolução de políticas públicas ambientais, através de programas de controle de danos ambientais, surgiram como mecanismos de contenção de impactos devido à expansão humana e a sociedade desenvolvimentista. Assim, o crescimento populacional aliado às premissas do capitalismo, através das atividades industriais, são responsáveis pelas maiores modificações ambientais até os dias de hoje.”

Sanchez (2020) define que o processo de avaliação de impacto ambiental é um conjunto de procedimentos concatenados de maneira lógica, com a finalidade de analisar a viabilidade ambiental de projetos e fundamentar uma decisão a respeito.

Neste panorama, frente às várias necessidades da sociedade globalizada, ávida por desenvolvimento e novas tecnologias, as commodities minerais são largamente utilizadas e essenciais para tal. Todavia é necessário destacar, que cada ação gera impacto, que merece destaque. Assim, Mechi e Sanchez (2010), trazem a seguinte abordagem, conceitualmente bem definida sobre os impactos da mineração e suas implicações:

“Praticamente, toda atividade de mineração implica supressão de vegetação ou impedimento de sua regeneração. Em muitas situações, o solo superficial de maior fertilidade é também removido, e os solos remanescentes ficam expostos aos processos erosivos que podem acarretar em assoreamento dos corpos d'água do entorno. A qualidade das águas dos rios e reservatórios da mesma bacia, a jusante do empreendimento, pode ser prejudicada em razão da turbidez provocada pelos sedimentos finos em suspensão, assim como pela poluição causada por substâncias lixiviadas e carregadas ou contidas nos efluentes das áreas de mineração, tais como óleos, graxa, metais pesados. Estes últimos podem também atingir as águas subterrâneas. O regime hidrológico dos cursos d'água e dos aquíferos pode ser alterado quando se faz uso desses recursos na lavra (desmonte hidráulico) e no beneficiamento, além de causar o rebaixamento do lençol freático. O rebaixamento de calha de rios com a lavra de seus leitos pode provocar a instabilidade de suas margens, causando a supressão das matas ciliares, além de possibilitar o descalçamento de pontes com eventuais rupturas. Com frequência, a mineração provoca a poluição do ar por particulados suspensos pela atividade de lavra, beneficiamento e transporte, ou por gases emitidos da queima de combustível. Outros impactos ao meio ambiente estão associados a ruídos, sobrepressão acústica e vibrações no solo associados à operação de equipamentos e explosões.”

É facilmente observado o quão é a relação de impactos ambientais que podem ser ocasionados pela mineração e quando esta ocorre de maneira desordenada, temos danos que podem ser irreversíveis.

Nessa retórica, Filho e Souza (2005), trazem críticas para com os atuais mecanismos de controle existentes na legislação brasileira, que embora possuam relativo rigor, não permitem associação imediata com as medidas de controle ambiental; no qual estes trazem exemplificação de uma estrutura comum a qualquer empreendimento minerário.

De maneira geral, os EIAs/RIMAs da mineração não estabelecem uma relação direta entre os impactos ambientais identificados e as ações propostas para sua minimização. Isso porque, para a mineração, é comum serem apresentadas propostas de ações de mitigação ambiental que procuram minimizar um conjunto de impactos ambientais do empreendimento e não os impactos individualizados. Nesse aspecto, pode-se citar, por exemplo, a adoção da revegetação de pilhas de estéril e de outras áreas degradadas na mina, que acaba por fazer o "serviço" de recuperar paisagisticamente o local degradado, de controlar os focos erosivos, de minimizar da geração de poeiras, de combater indiretamente a alteração da qualidade das águas e do assoreamento de cursos d'água pela diminuição do carreamento de finos e de, numa função ambiental positiva acessória, ajudar na dispersão biológica de espécies vegetais na área do empreendimento e na própria (re)atração da fauna para a região.

Ainda, conforme abordagem de Filho e Souza (2005), é importante relatar que a realidade operacional é distinta quanto aos projetos executivos, tendo assim, a abordagem difundida:

“Contudo, principalmente no ramo mineral, o fato é que a realidade operacional e de mercado impõe certo dinamismo ao empreendimento, fazendo com que as ações indicadas em estudos ambientais prévios acabem não sendo postas em prática e executadas exatamente como o estabelecido na análise de viabilidade ambiental do empreendimento.”

Para Gomes *et al.* (2000), a mineração é uma atividade poluente e esta deve conter em seu planejamento ações de controle que estabelecem eficácia no contexto agente x medida de controle.

“As técnicas utilizadas para medir os impactos causados pelas atividades de mineração não diferem das utilizadas para estudar impactos provocados por outras atividades antrópicas. Os métodos empregados visam estabelecer se as atividades mineradoras introduzem poluentes no ambiente, determinar a biodisponibilidade desses poluentes, verificar a existência de respostas mensuráveis do ambiente e estabelecer a relação causal entre resposta e poluentes.”

Na compreensão de Filho e Souza (2005), estes abordam as dificuldades entre teoria do projeto executivo ambiental e a operação de um empreendimento minerário.

“Na medida em que o procedimento do licenciamento ambiental prévio de dado empreendimento (que se inicia por meio da apresentação e análise do EIA e do seu respectivo PCA) engloba aspectos técnicos, científicos, administrativos e, necessariamente, o acompanhamento (ou a auditoria) da execução das medidas ambientais indicadas naqueles documentos de legalização ambiental, constata-se que a identificação das falhas e dos acertos na condução da análise pré e pós-projeto, ainda é tarefa considerada de difícil implementação e, portanto, carece de maior atenção e de regulamentação pelos órgãos encarregados do licenciamento ambiental.”

No ponto de vista de Aquino (2020) a questão ambiental é ampla e complexa, mas aos poucos tem sido colocada em pauta nos mais diversos setores sociais e, dessa maneira, a humanidade caminha em direção ao desenvolvimento ambiental. Um mecanismo adotado para alcançar esse desenvolvimento é a tentativa de subdividir o tema em diversos aspectos, tais como: gestão ambiental, riscos, políticas e práticas ambientais, sustentabilidade e preservação. Lembrando sempre que todas essas subdivisões interagem entre si. A abordagem de risco é mais uma nota que visa auxiliar a composição dessa complexa sinfonia.

Face às inúmeras necessidades tecnicamente importantes para com a atividade de mineração, serão demonstrados no decorrer deste trabalho, as premissas primordiais para os licenciamentos, em especial ao regime de permissão de lavra garimpeira.

3.3. IMPACTOS AMBIENTES COMUNS NA MINERAÇÃO

Os impactos ambientais provocados pela mineração atingem o meio físico, biótico e socioeconômico de forma, magnitude, extensão, entre outros, de maneiras diferenciadas. Para tanto o entendimento e identificação destes na atividade são obrigações permanentes dos que utilizam os recursos naturais.

Para Pontes *et al.* (2013) os impactos causados pela mineração, associados à competição pelo uso e ocupação do solo, geram conflitos socioambientais, os quais, por vezes, são motivados pela ausência de políticas públicas, que reconheçam a pluralidade dos interesses envolvidos. Nesta perspectiva, os conflitos gerados pela mineração próxima às áreas urbanas, devido à expansão desordenada e à falta de controle dos loteamentos nas áreas limítrofes, exigem uma constante evolução na condução técnica da atividade mineradora, para evitar situações de impasse entre as empresas do setor mineiro e a população localizada no entorno do empreendimento.

Bacci (2006) salienta que os fatores geológicos ligados à localização natural da jazida e ao grande volume das reservas, proporcionando longa vida útil aos

empreendimentos, são fatores rígidos e imutáveis que impedem a mudança das áreas de extração. Neste contexto, é imprescindível a atuação das políticas públicas, como uma ferramenta na gestão do planejamento urbano, pois na ausência destas, ocorre a ocupação humana e o crescimento urbano em direção às áreas periféricas e próximas às jazidas de minério, originando um quadro crescente de conflitos entre as empresas que exploram minério e a população do seu entorno.

Milanez (2017) afirma que dentro do senso comum, existe certo entendimento de que os danos sociais e ambientais da mineração tenderiam a se restringir à mudança da paisagem e ao local da mina. A mineração causaria impactos, porém eles seriam contidos espacialmente à mina. Essa mensagem muitas vezes é reforçada pelo próprio setor mineral, em uma tentativa de minimizar sua imagem negativa.

Em contraponto, Gusmão *et al.* (2021) afirma que apesar de ser muito difundida, esta atividade extrativista possui uma imagem negativa por afetar o meio ambiente, utilizando recursos não renováveis e alterando o equilíbrio ecológico da fauna e flora da área escolhida para implantação do empreendimento. Os principais problemas gerados pela mineração podem ser de: poluição de água, do ar, sonora e descaracterização do solo. Para que estes impactos não ocorram de forma excessiva e danifiquem ao meio ambiente de maneira desordenada, existem órgãos ambientais federais que atuam fiscalizando e exigem dos empreendimentos a realização do licenciamento ambiental, estabelecendo mecanismos de controle afim de manter-se a qualidade ambiental.

Nos tópicos subsequentes serão abordados a partir da compreensão de autores distintos e com referências consolidadas, os impactos gerados pela mineração. No decorrer do trabalho, os mesmos serão caracterizados sob a ótica do regime de permissão de lavra garimpeira, que em citação a Gusmão *et al.* (2021) afirma que o conhecimento destas questões é de fundamental importância para que se possa conhecer a magnitude que esses impactos causam no meio ambiente e a partir do reconhecimento, podem ser implantadas medidas que os amenizem.

Na abordagem de Milanez (2013) sob a atividade garimpeira temos que A mineração é apontada como estratégia de desenvolvimento econômico local devido ao potencial de geração de empregos e renda. Entretanto, a condição de informalidade ainda é um fator relevante quando se trata da atividade mineral, principalmente a mineração artesanal, caracterizada como garimpo.

3.3.1. Impactos no ar

Os impactos ao ar existentes na mineração possuem em grande parte origem para com a utilização de máquinas e equipamentos a combustão, que promovem a queima de combustíveis fósseis.

Em atenção a contribuição de Bomfim (2017), os impactos desta tipologia possuem como principais fontes poluidoras a matriz de partículas – dispersas pelo vento durante escavações, explosões, jateamento, transporte de material e rejeitos, erosão eólica (em mineração a céu aberto); e emissão de gases – gerados durante a combustão de combustíveis, explosões e processamento mineral. Na atmosfera, os poluentes podem causar sérios danos à saúde.

3.3.2. Impactos no solo

Bomfim (2017) argumenta que as rotinas das atividades de mineração modificam a paisagem, expondo os solos a erosão além da lixiviação de contaminantes afetar os solos. A mineração superficial, por exemplo, é a que mais degrada o solo devido supressão da vegetação e abertura de cavas e construção de vias de acesso.

Segundo a Environmental Law Alliance Worldwide (2010), as áreas com produção agrícola nas proximidades de mineradoras podem ser afetadas. Os riscos ambientais se dão pela contaminação do solo pela poeira soprada pelo vento e pelos derrames químicos e de resíduos. A poeira pode ser constituída por metais como As, Pb e radionuclídeos. Os resíduos podem ser reutilizados para fins não permitidos como paisagismo, fertilizantes para o solo, entre outros.

Contudo, é possível salientar que as alterações sofridas pelas camadas de solo durante a extração e pelo processo operacional para que a mineração ocorra, reduz significativamente em períodos de curto, médio e longo, a produtividade das terras para atividades econômicas agropastoris. Tal impacto, requer, portanto, do responsável pela mineração, a execução de técnicas para melhoramento das condições de aproveitamento das áreas utilizadas para com futuro aproveitamento econômico.

3.3.3. Impactos na água

A mineração possui naturalmente o uso de água como item extremamente necessário para o desenvolvimento de seu ciclo produtivo, sejam estes, na lavra, no beneficiamento, tratamento e/ou concentração mineral.

Diante de muitos eventos na história recente da mineração brasileira, em especial aos desastres ocorridos com barragens de rejeitos como os de Mariana e Brumadinho, da mineradora Samarco e da Vale, respectivamente; e os danos quase que permanentes causados aos meios hídricos, a adoção de práticas que permitam minimização do uso de água são e serão tendências para o setor.

Milanez (2017) ressalta que com relação aos recursos hídricos, os impactos da mineração ocorrem, pelo menos, em três níveis. Primeiramente, existe o elevado consumo de água; em segundo lugar, há problemas associados à extração mineral em si, que pode levar ao rebaixamento do lençol freático e ao comprometimento da recarga dos aquíferos; por fim, existe o risco de contaminação dos corpos d'água.

Bonfim (2017) elucida claramente que as atividades minerárias afetam e deterioram a qualidade da água principalmente pela descarga no sistema de drenagem em superfície. Os impactos na água são divididos em categorias: a) químicas que afetam o pH, alterando a concentração de metais dissolvidos e compostos sintéticos; b) físicas que aumenta a concentração de sólidos em suspensão, causando turbidez e adsorção de metais; c) biológicas quando ocorre migração e morte de espécies, além de perturbar solos, vegetação e fauna; d) ecológico, alterações do habitat, bioacumulação de metais na cadeia alimentar, extinção de espécies e produtividade primária reduzida. Na Figura 01, Bonfim (2017) ilustra os impactos mais comuns da mineração na água:

Figura 01: Impactos ambientais da mineração na água



Fonte: Bonfim (2017)

3.3.4. Impactos na biodiversidade

A diversidade ecológica afetada é algo que sempre será debate em qualquer setor econômico da sociedade, no qual os sistemas biodiversos sejam prejudicados, removidos e/ou suprimidos. Para Bomfim (2017) a perda da biodiversidade é uma das maiores consequências das atividades de mineração, devido a degradação da vegetação ao qual é destruída para que a exploração seja iniciada. Na elucidação da autora, tem-se ainda na Figura 02, os impactos gerados para com a biosfera.

Figura 02: Impactos ambientais da mineração na biodiversidade



Fonte: Bomfim (2017)

3.3.5. Impactos sociais

Bomfim (2017) afirma que por um lado, é visível o progresso da instalação da mineração, seja pela geração de emprego, renda, pagamento de impostos que favorecem economicamente o crescimento do município, do Estado e do país. Por outro lado, os impactos inerentes a estas atividades afetam a subsistência principalmente das comunidades locais, além da relevante gravidade social.

Pereira (2021) afirma que a implantação de uma empresa mineradora pode desenvolver uma cidade, uma região, aumentar o número de habitantes, porém, isso também pode ocasionar alguns problemas pela falta de infraestrutura de alguns locais.

Tais impactos diretos geram atritos com a atividade, que segundo Milanez (2017) os conflitos com as comunidades não estão relacionados apenas com as atividades de extração, mas podem também se estender por todo o território sob influência da rede de produção das empresas mineradoras.

Bomfim (2017) elucida que as comunidades são expostas a impactos do ar, da água, do solo, ruídos e vibrações que causam danos à saúde em muitos casos são sentidos a longo prazo. Estes impactos na saúde humana podem ocorrer em duas categorias: i. as imediatas, como exemplo os acidentes e; ii. os progressivos, como estresse, radiação e doenças pulmonares.

Por fim, Pereira (2021) colabora com seguinte conclusão e significação para os impactos provocados pela mineração, onde o meio ambiente em inúmeros casos obtém prejuízos oriundos dos processos da indústria mineira. Os meios físico e biótico são enormemente danificados por processos erosivos, assoreamento de rios, contaminação de solos, poluição do ar e posteriormente danos à fauna e flora locais. Neste sentido os danos ocasionados danificam e causam extinção de espécimes vegetais e animais. A cultura dos locais é imensamente alterada, pois o ambiente sofre mudanças e, assim a mineração passa a disputar território com outras formas de atividades. Isso causa modificações no modo de vida de algumas comunidades que passam a depender da mineração para sobreviver economicamente. Por isso ferramentas sustentáveis são primordiais para o crescimento econômico ter êxito sem prejudicar meio ambiente e culturas diversas

3.4. A MINERAÇÃO POR LAVRA GARIMPEIRA

Amade e Lima (2009) em sua contribuição afirmam que a atividade garimpeira é vista como degradadora do meio ambiente e do recurso mineral, por ser predatória e rudimentar, além de não dispor de um planejamento das operações de extração do minério.

Nobrega e Menezes (2010) definem o garimpo como uma atividade rudimentar e artesanal e enfatizam que é uma atividade simples e ordinária. Mas, na verdade, é parte de uma cadeia econômica complexa, que envolve uma atividade econômica instalada no meio rural, trabalhadores do campo e da cidade extraindo minérios para uma cadeia de diferentes tipos, empresas em diferentes escalas municipais, regionais, nacionais e internacionais.

Para Barbosa (2014) o trabalho do garimpo tem como principal característica econômica o ganho por produtividade, ou seja, quanto maior a quantidade de ouro extraído, maior será a porcentagem que cada garimpeiro receberá, assim quanto maior a produção, maior o lucro de cada um. Isso faz com que, muitas vezes os trabalhadores excedam as horas trabalhadas interferindo diretamente no ciclo fisiológico do organismo, além de gerarem maior dano ambiental, haja vista, a busca por ganho em elevada produção mineral.

As proposições anteriores são evidenciadas por Nobrega e Menezes (2010), ao elucidar que os garimpeiros se inserem nesta atividade para buscar alternativa de

renda que sustente a família e atenda às necessidades vitais mais imediatas e que, também, proporcione certa melhoria nas condições de vida.

Silva (2022) salienta ainda o papel do estado ao afirmar que O garimpo se configurou como uma realidade social emblemática na história do Brasil e se tornou um problema público latente na agenda governamental, devido à questão ilegal e informal. Como forma de solução, o Estado priorizou o modelo cooperativo na Permissão de Lavra Garimpeira com a Lei n. 11.685 de 2008, o que resultou num aumento expressivo de constituição de cooperativas minerais.

3.4.1. Impactos gerados pela lavra garimpeira

Assim como qualquer atividade minerária, a lavra garimpeira gera impactos que notoriamente podem ser visualizados como de alto potencial poluidor, face as inúmeras técnicas impróprias e/ou pouco sustentáveis.

Deste modo, Matta (2006) afirma em sua contribuição que a clandestinidade no setor mineral, relacionada, na maioria das vezes, com a atividade garimpeira, deve ser enfrentada com bastante rigor e cuidado, já que a atividade clandestina é totalmente desprovida de compromissos com o controle e recuperação ambiental. O objetivo da atividade ilegal está exclusivamente ligado à exploração ambiciosa dos recursos minerais, não importa como, não importa onde.

Em complemento, Nascimento (2009) afirma que os impactos dos processos da atividade de mineração geralmente estão associados aos distúrbios da superfície, a produção de rejeitos sólidos e por conseguinte, de partículas químicas e reativas, que têm influência no sistema atmosférico e hidrosférico.

Segundo Gonçalves *et al.* (2017) os reflexos da degradação ambiental em áreas de garimpo podem ser observados, tanto no conjunto da paisagem e em todos os seus elementos, como: solo, fauna, flora e na geomorfologia. Assim, as mudanças que ocorrem no meio físico advêm do grande impacto no ambiente minerado.

Em complemento, Nascimento (2009) destaca que a atividade de mineração comporta uma intensa modificação e transformação nas estruturas dos ecossistemas, do meio natural, bem como de todos os elementos associados.

3.4.2. Avaliação dos impactos da lavra garimpeira

Para Sanchez (2013) os impactos ambientais decorrem de uma ou de um conjunto de ações ou atividades humanas realizadas em um certo local. Um estudo

de impacto ambiental pressupõe que tais ações sejam planejadas, sendo usualmente descritas por meio de documentos, como projetos de engenharia, memoriais descritivos, plantas etc. Dessa premissa, decorre a impossibilidade (ou incoerência) de aplicar a avaliação de impacto ambiental para a análise de ações não planejadas, como um garimpo, o lançamento clandestino de resíduos, a construção individual de residências em áreas rurais ou em periferias urbanas.

Bonfim (2017) afirma que cenário econômico mundial durante décadas teve grande participação de empresas e empreendimentos em busca da exploração e beneficiamento de minerais, o que trouxe aos pesquisadores e cientistas preocupação com as alterações no equilíbrio ecológico. Este cenário tem sido mantido pelo crescimento populacional e urbanização que tem demandado por *commodities* minerais, avançando as atividades minerárias, provocando impactos no ambiente em grandes proporções.

Segundo Gonçalves *et al.* (2017), os impactos ambientais causados pela mineração na área de extração de ouro, implicam, entre outras causas, o desmatamento de áreas verdes, modificação da topografia, contaminação dos corpos líquidos como possivelmente dos garimpeiros. Por ser uma atividade essencial para os garimpeiros, toda a problemática relacionada a esta atividade merece tratamento especial regulamentando sua forma de ação, vigilância continuada e permanente dessas populações, além de se estabelecer as bases para avaliar a resolutividade das medidas preventivas, corretivas e ou mitigadoras.

3.5. A LAVRA GARIMPEIRA NA LEGISLAÇÃO MINERÁRIA

Diante de uma atividade de elevado potencial poluidor e de degradação, a mineração, para tanto, possui inserções claras na Constituição Federal, quanto a necessidade de preservação e recuperação ambiental. Para a atividade objeto deste estudo, têm-se na Constituição Federal em seu art. 225 § 2º “Aquele que explorar recursos minerais fica obrigado a recuperar o meio ambiente degradado, de acordo com solução técnica exigida pelo órgão público competente, na forma da lei.”

A regulamentação para o garimpo ocorrer de forma legalizada para o minerador culturalmente adaptado a esta prática, iniciasse a partir do transcrito no inciso I do art. 70 do Decreto Lei nº 227/1967, na qual define que “garimpagem, o trabalho individual de quem utilize instrumentos rudimentares, aparelhos manuais ou máquinas simples e portáteis, na extração de pedras preciosas, semipreciosas e

minerais metálicos ou não metálicos, valiosos, em depósitos de eluvião ou aluvião, nos álveos de cursos d'água ou nas margens reservadas, bem como nos depósitos secundários ou chapadas (grupiaras), vertentes e altos de morros; depósitos esses genericamente denominados garimpos.”

O regime de permissão de lavra garimpeira está disposto na legislação minerária no art. 2º, IV do Decreto Lei nº 227/1967 e no art. 2º, IV da Lei nº 9.134/1996. Os aspectos legais apresentados em sequência são referentes àqueles consolidados no direito minerário e que são base para os processos submetidos ao crivo da Agência Nacional de Mineração.

Silva (2022) contribui, afirmando que uma das soluções empreendidas pelo Estado está descrita na Constituição Federal de 1988, que incentiva a formalização da extração mineral em pequena escala e, com isso, aumenta o controle governamental por meio da prerrogativa da concessão de prioridade de lavra a garimpeiros (e mineradores) que estejam organizados e constituídos em cooperativas. Neste sentido, o Estado adota a premissa de que as sociedades cooperativas seriam um modelo de organização adequado para resolver problemas de ordem legal, social, econômica e, sobretudo, ambiental da garimpagem.

Na Lei nº 7.805/1989 é definida o conceito de lavra garimpeira e a disciplina a forma de aproveitamento do jazimento mineral, no qual está dispõe que o regime de permissão de lavra garimpeira é o aproveitamento imediato de jazimento mineral que, por sua natureza, dimensão, localização e utilização econômica, possa ser lavrado, independentemente de prévios trabalhos de pesquisa, segundo critérios fixados pelo Departamento Nacional de Produção Mineral – DNPM.

No art. 3º da Lei nº 7.805/1989, este traz que o fator primordial para a outorga da lavra garimpeira, conforme transcrição “A outorga da permissão de lavra garimpeira depende de prévio licenciamento ambiental concedido pelo órgão ambiental competente.

No que diz respeito aos critérios para outorga da permissão de lavra garimpeira, a pregressa jurisprudência supracitada, cerca-se dos seguintes parâmetros, a partir do art. 5º:

A permissão de lavra garimpeira será outorgada a brasileiro, a cooperativa de garimpeiros, autorizada a funcionar como empresa de mineração, sob as seguintes condições:

I - a permissão vigorará por até 5 (cinco) anos, podendo, a critério do Departamento Nacional de Produção Mineral - DNPM, ser sucessivamente renovada;

- II - o título é pessoal e, mediante anuência do Departamento Nacional de Produção Mineral - DNPM, transmissível a quem satisfizer os requisitos desta Lei. Quando outorgado a cooperativa de garimpeiros, a transferência dependerá ainda de autorização expressa da Assembleia Geral;
- III - a área permissionada não poderá exceder 50 (cinquenta) hectares, salvo quando outorgada a cooperativa de garimpeiros.

A partir deste fragmento da legislação para o regime de lavra garimpeira, é constatado a possibilidade da extração de minerais de relevado valor econômico e de grande demanda, ser explorado por pessoa física, sem a necessidade de formalização da atividade, por viés empresarial. No entanto é necessário assenhorear, vastas obrigações por parte do minerador. Tais quais as elucidadas no art. 9º da lei já expressa.

São deveres do permissionário de lavra garimpeira:

- I - Iniciar os trabalhos de extração no prazo de 90 (noventa) dias, contado da data da publicação do título no Diário Oficial da União, salvo motivo justificado;
- II - Extrair somente as substâncias minerais indicadas no título;
- III - comunicar imediatamente ao Departamento Nacional de Produção Mineral - DNPM a ocorrência de qualquer outra substância mineral não incluída no título, sobre a qual, nos casos de substâncias e jazimentos garimpáveis, o titular terá direito a aditamento ao título permissionado;
- IV - Executar os trabalhos de mineração com observância das normas técnicas e regulamentares, baixadas pelo Departamento Nacional de Produção Mineral - DNPM e pelo órgão ambiental competente;
- V - Evitar o extravio das águas servidas, drenar e tratar as que possam ocasionar danos a terceiros;
- VI - Diligenciar no sentido de compatibilizar os trabalhos de lavra com a proteção do meio ambiente;
- VII - Adotar as providências exigidas pelo Poder Público;
- VIII - não suspender os trabalhos de extração por prazo superior a 120 (cento e vinte) dias, salvo motivo justificado;
- IX - Apresentar ao Departamento Nacional de Produção Mineral - DNPM, até o dia 15 de março de cada ano, informações quantitativas da produção e comercialização, relativas ao ano anterior; e
- X - Responder pelos danos causados a terceiros, resultantes, direta ou indiretamente, dos trabalhos de lavra.

Dadas as obrigações do minerador na lavra garimpeira, existem, todavia, uma série de substâncias minerais que estão limitadas para o regime em questão, as quais são mencionadas no art. 10 § 1º, onde são considerados minerais garimpáveis o ouro, o diamante, a cassiterita, a columbita, a tantalita e wolframita, nas formas aluvionar, eluvionar e coluvial; a sheelita, as demais gemas, o rutilo, o quartzo, o berilo, a muscovita, o espodumênio, a lepidolita, o feldspato, a mica e outros, em tipos de ocorrência que vierem a ser indicados, a critério do Departamento Nacional de Produção Mineral – DNPM. Ainda no § 2º à definição de garimpo como sendo o local em que ocorre a extração de minerais garimpáveis.

Em tempo a estas sistemáticas, têm-se com o advento da Lei nº 11.685/2008, foi adicionada a legislação minerária para o regime de permissão de lavra garimpeira, o Estatuto do Garimpeiro, que define conceitos, antes considerados como vagos e que possibilitem, de modo e em comum entendimento a conjuntura socioeconômica, os seguintes itens no art. 2º.

Para os fins previstos nesta Lei entende-se por:

I - Garimpeiro: toda pessoa física de nacionalidade brasileira que, individualmente ou em forma associativa, atue diretamente no processo da extração de substâncias minerais garimpáveis;

II - Garimpo: a localidade onde é desenvolvida a atividade de extração de substâncias minerais garimpáveis, com aproveitamento imediato do jazimento mineral, que, por sua natureza, dimensão, localização e utilização econômica, possam ser lavradas, independentemente de prévios trabalhos de pesquisa, segundo critérios técnicos do Departamento Nacional de Produção Mineral - DNPM; e

III - Minerais garimpáveis: ouro, diamante, cassiterita, columbita, tantalita, wolframita, nas formas aluvionar, eluvional e coluvial, scheelita, demais gemas, rutilo, quartzo, berilo, muscovita, espodumênio, lepidolita, feldspato, mica e outros, em tipos de ocorrência que vierem a ser indicados, a critério do DNPM.

Todavia, a outorga do título de permissão de lavra garimpeira, depende de diversos fatores normatizados pelo órgão regulador da mineração, no qual serão abordados sequencialmente.

3.5.1. Requerimento à outorga da permissão de lavra garimpeira

O regime de permissão de lavra garimpeira, assim como os demais regimes existentes na legislação minerária, pode ser requeridos junto a Agência Nacional de Mineração – ANM, antigo Departamento Nacional de Produção Mineral – DNPM, mediante a instrução de elementos para aferição e caracterização quanto a possibilidade de o requerente exercer a atividade.

Dentre as normas para o requerimento de permissão de lavra garimpeira, a Portaria Nº 178/2004 trouxe ao meio técnico, os principais elementos de instrução a serem exigidos; sendo posteriormente alterado pela Portaria nº 267/2008. Todavia, o Departamento Nacional de Produção Mineral, atual Agência Nacional de Mineração, a partir da Portaria nº 155/2016, consolidou várias normas e procedimentos administrativos, no intuito de instituir regramento padronizado para os regimes minerários existentes, em um movimento de desburocratização das práticas regulatórias para o setor mineral.

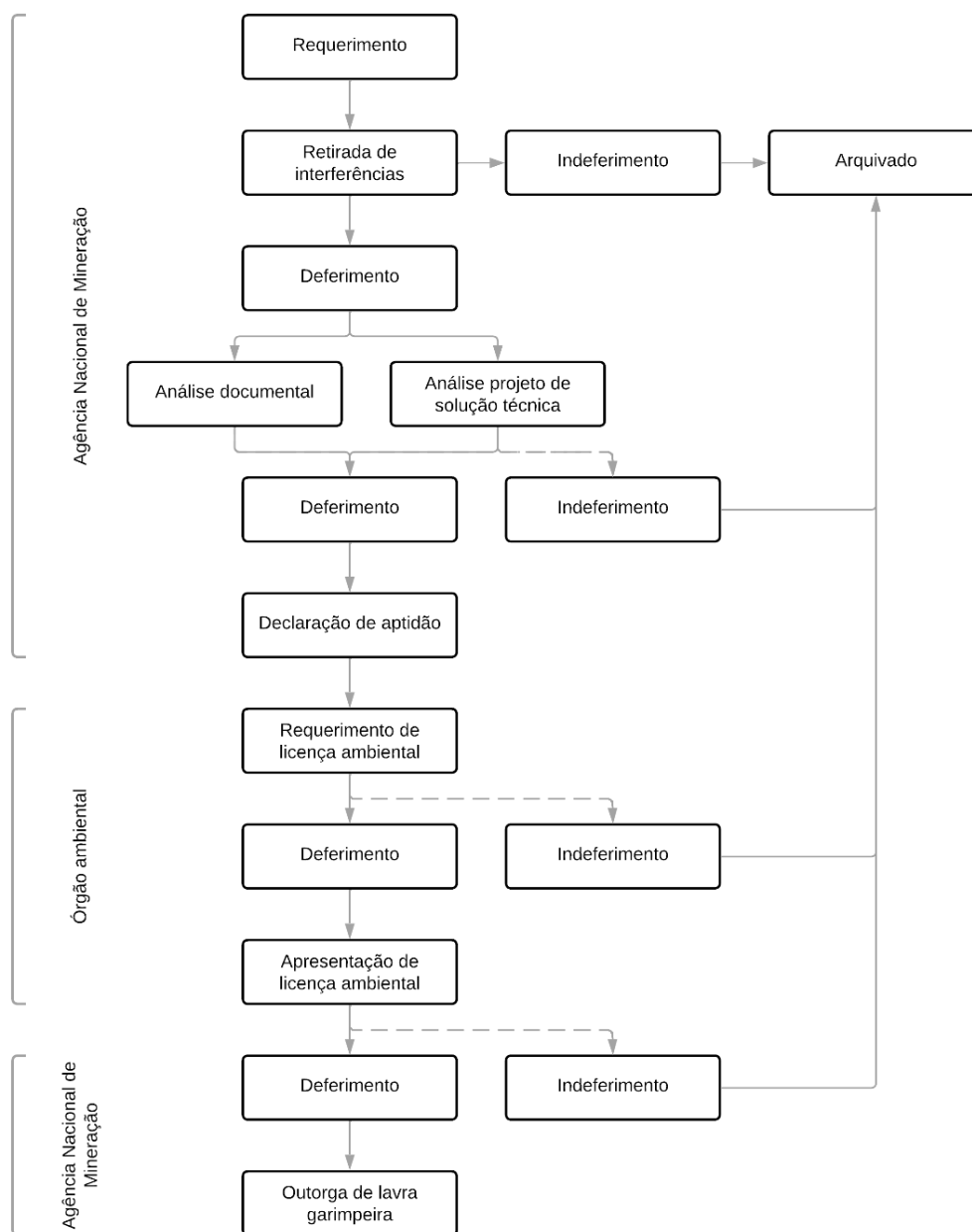
Nesta portaria, em seu capítulo IV, dispõe sob a forma da permissão de lavra garimpeira, no tangente aos aspectos técnicos em termos de projetos a serem desenvolvidos, documentos necessários para formação de processo, etapa do licenciamento ambiental, outorga e vigência do título, dentre outras explanações.

No art. 201, na protocolização do requerimento é instruído a obrigatoriedade dos seguintes elementos:

- I - Em se tratando o requerente de pessoa física:
 - a) indicação do nome e endereço;
 - b) comprovação do número de inscrição no CPF do Ministério da Fazenda; e
 - c) comprovação da nacionalidade brasileira.
- II - Em sendo a requerente cooperativa de garimpeiros ou firma individual:
 - a) indicação da razão social;
 - b) indicação do endereço;
 - c) comprovação do registro de seus atos constitutivos no Órgão de Registro de Comércio de sua sede;
 - d) comprovação do número de inscrição no CNPJ; e
 - e) cópia dos estatutos ou contrato social ou da declaração de firma individual, conforme o caso.
- III - designação da(s) substância(s) mineral(is), extensão da área em hectares e denominação do(s) Município(s) e Estado(s) onde se situa a área objeto do requerimento;
- IV - Memorial descritivo da área observado o disposto no art. 38;
- V - Planta de situação contendo a configuração gráfica da área e os principais elementos cartográficos, elaborada observando-se a escala adotada pelo DNPM na região do requerimento, e planta de detalhe com escala entre 1:2.000 e 1:25.000, observado o disposto no art. 41;
- VI - Anotação de responsabilidade - ART do técnico que elaborar a documentação de que tratam os incisos IV e V deste artigo;
- VII - procuração, se o requerimento não for assinado pelo requerente;
- VIII - prova de recolhimento dos respectivos emolumentos no valor fixado no Anexo II; e
- IX - Assentimento da autoridade administrativa do município de situação do jazimento mineral, em caso de lavra em área urbana, contendo o nome do requerente, a substância mineral, extensão da área em hectares, denominação do imóvel, se houver, e data de expedição do assentimento da autoridade administrativa do município de situação do jazimento mineral.

Estes elementos, excluso a necessidade de assentimento, a depender da localização do requerimento, contém elementos relativamente simples para serem desenvolvidos, contrastando com o potencial de degradação e poluição da lavra garimpeira, que deveriam exigir do minerador, maior nível de detalhamento quanto a solicitação pleiteada. Na Figura 03 é apresentado o fluxo técnico – administrativo para tramitação de um requerimento de PLG.

Figura 03: Forma da análise do requerimento até a outorga da lavra garimpeira



Fonte: O autor (2022)

Por muitos anos, dada a sua simplicidade, a lavra garimpeira, passou por inúmeros preconceitos, quanto a sua eficácia em implantação bem como de ser fiscalizada pela Agência Nacional de Mineração. A partir da Ordem de Serviço nº 528/2021, retificada pela Ordem de Serviço nº 595/2021, o órgão adotou a exigência de projeto de solução técnica para os requerimentos existentes e novos, bem como para as lavras garimpeiras já em operação. O item 1.2 desta normativa sugere os principais tópicos que o projeto deve conter “O Projeto de Solução Técnica, elaborado

por profissional legalmente habilitado e acompanhado da devida Anotação de Responsabilidade Técnica - ART, deverá identificar o método de lavra, relação de equipamentos, benfeitorias, escala de produção e investimento previstos.”

Os efeitos da Ordem de Serviço nº 595/2021 por acentuarem a necessidade de descrição das operações de lavra e beneficiamento mineral, complementam-se aos da Resolução ANM nº 68/2021, que estabelece aos titulares de que possuem título autorizativo para lavra, a necessidade de apresentação de Plano de Fechamento de Mina. No inciso I do art. 1º da resolução, a lavra garimpeira é inserida na relação de regimes minerários que passam a ter a obrigatoriedade.

Por fim, face a gravidade que os passivos ambientais de mineração podem representar ao meio ambiente, a Resolução ANM nº 85/2021 trouxe mecanismo legal para que títulos de autorizados para lavra, possam fazer o aproveitamento econômico dos estéreis e rejeitos da operação como um todo, que independentemente do regime minerário, o uso econômico destes devem seguir os ritos processuais estabelecidos pela resolução e seu termo de referência para elaboração de projeto técnico específico.

3.6.A LAVRA GARIMPEIRA NA LEGISLAÇÃO AMBIENTAL

A lavra garimpeira, assim como qualquer outro regime minerário, requer licença ambiental compatível para sua plena operação, ou seja, deverá o interessado cumprir junto ao órgão ambiental responsável uma série de requisitos para obtenção do título ambiental.

Desta forma, em atenção ao vigente na legislação ambiental brasileira, a Lei nº 9.805/1989 traz em seu art. 3º que “outorga da permissão de lavra garimpeira depende de prévio licenciamento ambiental concedido pelo órgão ambiental competente.” Ainda, em observância da lei federal supracitada, têm-se que em seu art. 11 “O Departamento Nacional de Produção Mineral - DNPM estabelecerá as áreas de garimpagem, levando em consideração a ocorrência de bem mineral garimpável, o interesse do setor mineral e as razões de ordem social e ambiental.”

Como principal expoente legal aos diversos tipos de impacto que podem ser gerados pela mineração, em especial ao foco do trabalho, ou seja da lavra garimpeira, a Lei nº 6.938/1981 que instituiu a Política Nacional do Meio Ambiente, expõe no inciso II do art. 2º, objetivos de preservação, melhoria e recuperação da qualidade ambiental para assegurar racionalidade quanto ao uso do solo, subsolo, da água e do ar.

A mesma lei tipifica diversas premissas do funcionamento da dinâmica do licenciamento ambiental para com os entes da federação. No anexo VIII da Lei nº 6.938/1981 incluído pela Lei nº 10.165/2000, a definição quanto ao potencial poluidor das atividades econômicas relacionadas aos regimes de extração e tratamento de minerais é tida como alto, incluso nesta caracterização o regime de permissão de lavra garimpeira.

Ainda, em consonância com a Resolução CONAMA nº 01/1986 estabelece no inciso IX do art. 2º que a extração mineral “Dependerá de elaboração de estudo de impacto ambiental e respectivo relatório de impacto ambiental - RIMA, a serem submetidos à aprovação do órgão estadual competente, e do SEMA em caráter supletivo, o licenciamento de atividades modificadoras do meio ambiente”.

A Resolução CONAMA nº 01/1986 estabelece ainda em seu art. 6º, atividades técnicas para fins de base para o licenciamento ambiental aplicáveis ao regime de permissão de lavra garimpeira, dado o potencial poluidor desta:

Art. 6º O estudo de impacto ambiental desenvolverá, no mínimo, as seguintes atividades técnicas:

I - Diagnóstico ambiental da área de influência do projeto completa descrição e análise dos recursos ambientais e suas interações, tal como existem, de modo a caracterizar a situação ambiental da área, antes da implantação do projeto, considerando:

a) o meio físico - o subsolo, as águas, o ar e o clima, destacando os recursos minerais, a topografia, os tipos e aptidões do solo, os corpos d'água, o regime hidrológico, as correntes marinhas, as correntes atmosféricas;

b) o meio biológico e os ecossistemas naturais - a fauna e a flora, destacando as espécies indicadoras da qualidade ambiental, de valor científico e econômico, raras e ameaçadas de extinção e as áreas de preservação permanente;

c) o meio socioeconômico - o uso e ocupação do solo, os usos da água e a socioeconômico, destacando os sítios e monumentos arqueológicos, históricos e culturais da comunidade, as relações de dependência entre a sociedade local, os recursos ambientais e a potencial utilização futura desses recursos.

II - Análise dos impactos ambientais do projeto e de suas alternativas, através de identificação, previsão da magnitude e interpretação da importância dos prováveis impactos relevantes, discriminando: os impactos positivos e negativos (benéficos e adversos), diretos e indiretos, imediatos e a médio e longo prazos, temporários e permanentes; seu grau de reversibilidade; suas propriedades cumulativas e sinérgicas; a distribuição dos ônus e benefícios sociais.

III - Definição das medidas mitigadoras dos impactos negativos, entre elas os equipamentos de controle e sistemas de tratamento de despejos, avaliando a eficiência de cada uma delas.

IV - Elaboração do programa de acompanhamento e monitoramento dos impactos positivos e negativos, indicando os fatores e parâmetros a serem considerados.

Parágrafo único. Ao determinar a execução do estudo de impacto ambiental, o órgão estadual competente, ou a SEMA ou, quando couber, o Município fornecerá as instruções adicionais que se fizerem necessárias, pelas peculiaridades do projeto e características ambientais da área.

Convém, entretanto, frisar, que o regime de permissão de lavra garimpeira, por mais que possua elevado potencial poluidor, este pode ter nível operacional pequeno ou médio, a depender da área licenciada e da estrutura a ser instalada, o que poderá acarretar em estudos ambientais diversos a serem requeridos pelo órgão ambiental licenciador competente da localidade em que o empreendimento garimpeiro se encontre.

Todavia, em atenção ao art. 9º da Resolução CONAMA nº 01/1986, os estudos ambientais, devem refletir as conclusões sobre os impactos a serem gerados pela atividade, de modo a abranger os seguintes itens:

Art. 9º O relatório de impacto ambiental - RIMA refletirá as conclusões do estudo de impacto ambiental e conterá, no mínimo:

I - Os objetivos e justificativas do projeto, sua relação e compatibilidade com as políticas setoriais, planos e programas governamentais;

II - A descrição do projeto e suas alternativas tecnológicas e locacionais, especificando para cada um deles, nas fases de construção e operação a área de influência, as matérias primas, e mão-de-obra, as fontes de energia, os processos e técnicas operacionais, os prováveis efluentes, emissões, resíduos e perdas de energia, os empregos diretos e indiretos a serem gerados;

III - A síntese dos resultados dos estudos de diagnósticos ambiental da área de influência do projeto;

IV - A descrição dos prováveis impactos ambientais da implantação e operação da atividade, considerando o projeto, suas alternativas, os horizontes de tempo de incidência dos impactos e indicando os métodos, técnicas e critérios adotados para sua identificação, quantificação e interpretação;

V - A caracterização da qualidade ambiental futura da área de influência, comparando as diferentes situações da adoção do projeto e suas alternativas, bem como com a hipótese de sua não realização;

VI - A descrição do efeito esperado das medidas mitigadoras previstas em relação aos impactos negativos, mencionando aqueles que não puderem ser evitados, e o grau de alteração esperado;

VII - O programa de acompanhamento e monitoramento dos impactos;

VIII - Recomendação quanto à alternativa mais favorável (conclusões e comentários de ordem geral).

Pode-se por assim dizer, que a resolução supracitada anteriormente é o principal norteamento para o licenciamento ambiental, tendo em vista a abrangência desta sobre a caracterização dos impactos ambientais gerados sobre os meios físicos, biótico e socioeconômico, independentemente da tipologia técnica do projeto ambiental, uma vez que toda atividade que gera impacto é passível de licenciamento.

Já a Resolução CONAMA nº 237/1997 acrescenta ao panorama existente do licenciamento ambiental, as competências e atribuições dos entes federativos, ora sendo União, Estados e Municípios, bem como dos procedimentos para obtenção de licença ambiental. Em seu anexo I, a lavra garimpeira é considerada como sendo uma atividade sujeita ao licenciamento ambiental, que poderá ser determinado da forma

que poderá ocorrer, de acordo com os procedimentos adotados por cada órgão licenciador.

Convém ressaltar, que a mineração pode ser desenvolvida em diversos tipos de ambientes, desde que com o devido licenciamento. Todavia, a Lei nº 9.985/2000 em seu § 6º do art. 17 estabelece prontamente a proibição da extração mineral em áreas consideradas de Floresta Nacional. Esta temática é nos dias atuais um dos pontos de maior sensibilidade para a sociedade e governos, uma vez que a ocorrência de minerais de elevando valor comercial em áreas de reservas, terras indígenas, servidões militares e de bloqueio, atrai vulgos garimpeiros a adentrarem nestas e extraírem de forma predatória e ilegal, os recursos minerais, que deveriam serem mantidos em conservação permanente, já que o artigo referenciado estabelece que “A Floresta Nacional é uma área com cobertura florestal de espécies predominantemente nativas e tem como objetivo básico o uso múltiplo sustentável dos recursos florestais e a pesquisa científica, com ênfase em métodos para exploração sustentável de florestas nativas.”

O contexto do licenciamento ambiental da lavra garimpeira ainda pode ser apoiado na Lei Complementar nº 140/2011 que fixa normas para cooperação entre União, Estados e Municípios, possibilitando assim que entes federativos possam atuar de forma supletiva ou subsidiária.

Salienta-se que os dispositivos da Lei nº 12.305/2010 que instituiu a política nacional de gerenciamento de resíduos sólidos devem ser adotados pelos mineradores, uma vez que a lavra garimpeira gera resíduos de diferentes características e cuja responsabilidade recai sobre o titular da mesma.

Por fim, dado que inúmeras áreas objetos de requerimentos de permissão de lavra garimpeira estão em zonas que necessitem de supressão vegetal e/ou aproveitamento econômico florestal, o rigor da Lei nº 12.651/2012 e da de nº 12.727/2012 que dispõe sobre diretrizes de conservação e exploração florestal são aplicáveis e devem ser solicitados pelos entes federativos quando do licenciamento ambiental for requerido a estes.

3.6.1. Legislação ambiental para lavra garimpeira no estado do Pará

Em nível estadual, a Secretaria Estadual de Meio Ambiente e Sustentabilidade do Estado do Pará atua no licenciamento da atividade de lavra garimpeira em situações distintas, em atenção às suas atribuições estabelecidas na Resolução

CONAMA nº 237/1997, no qual através Instrução Normativa nº 006/2013 sobre a forma do licenciamento.

O art. 1º da norma estabelece que a norma define os procedimentos e critérios para licenciamento do regime de PLG, semelhante ao já consolidado em nível federal. Ainda, a esta Instrução Normativa descreve inúmeros itens e seus significados, no aspecto da lavra garimpeira, em seu art. 2º. Todavia, em contradição potencial poluidor da lavra garimpeira, convém observar que em seu art. 3º há a seguinte concepção “O licenciamento ambiental para atividade de lavra garimpeira far-se-á por meio de Licença de Operação, devendo ser apresentado estudo ambiental para análise técnica, conforme termos de referência em anexo a esta Instrução Normativa e que dela são partes integrantes;” em complemento ao art. 3º desta Instrução Normativa, o parágrafo único coloca que “A SEMA-PA poderá exigir complementação ao estudo ambiental apresentado ou outros estudos ambientais caso verificada a necessidade decorrente das peculiaridades do caso concreto, baseada na complexidade, grau poluidor e sinergia dos impactos da atividade a ser licenciada.”

Se por um lado a Instrução Normativa nº 006/2013 prevê licenciamento ambiental que possibilite a operação da lavra garimpeira de forma ágil, por outro, existe a possibilidade de que estudos complementares possam ser requeridas ao titular do pleito. Essa perspectiva é bastante salutar, uma vez que, historicamente, as atividades de garimpo e de áreas potenciais para tal, ocorrem em zonas sensíveis do ponto de vista ecológico e social, tais como por locais com proximidade a terras indígenas, reservas ambientais, assentamentos, sítios arqueológicos, dentre outros.

O art. 13 prevê ainda, caso necessário a lavra garimpeira, o uso de produtos químicos, com a seguinte redação “A utilização de substância química para a atividade de lavra garimpeira somente será permitida mediante comprovação da origem pelo licenciado em empresa devidamente habilitada e com o Cadastro Técnico Federal (CTF)”.

Do ponto de vista técnico, é conveniente ser salientado, que esta previsão legal, comporta critérios vagos quando ao uso e manipulação, não havendo ainda, regulamentação posterior.

Em razoabilidade quanto ao possível impacto gerado pela lavra garimpeira, a presente Instrução normativa, traz em seu art. 26 que “Fica estabelecida como medida compensatória no licenciamento ambiental da atividade garimpeira a participação dos agentes licenciados no apoio ao programa de estruturação da gestão ambiental

municipal.” Embora conjecturado, este artigo é pouco aplicável na maior parte das lavras garimpeiras, cujas licenças foram outorgadas por estado e municípios.

Ainda, existe a previsão de responsabilidade civil, trabalhista, criminal e ambiental do titular da lavra garimpeira, do ponto de vista desta instrução normativa, em caso de descumprimento de itens elencados nesta. A mesma norma possui em sua estrutura o termo de referência para estudo ambiental para PLG.

Visando aproximar as demandas ambientais dos entes federativos, a SEMAS – PA, publicou em outubro de 2015, a Resolução COEMA nº 120/2015, que vigorou até fevereiro de 2021, sendo alterada pela Resolução COEMA nº 162/2021. Ambas as resoluções estabelecem as atividades que podem ser licenciadas pelos municípios paraenses. Esta resolução no seu §1º e 3º do art. 4º, todavia, cria critérios limitantes para diversas atividades, na qual a lavra garimpeira está enquadrada.

Art.4º Estão sujeitas ao licenciamento ambiental municipal as atividades ou empreendimento relacionados no Anexo I, II e III, partes integrantes desta Resolução, bem como as atividades ou empreendimento localizados em unidades de conservação instituídas pelo Município.

§1º O Anexo I apresenta as tipologias classificadas como de impacto local, passíveis de licenciamento ambiental municipal até os limites estabelecidos nesta Resolução.

§3º As atividades ou empreendimento listados nos Anexos I e II não serão classificadas como de impacto ambiental local, quando:

I – Os impactos diretos ultrapassarem os limites territoriais de um município; ou

II – Localizadas em unidades de conservação instituídas pela União ou pelo Estado, à exceção das unidades de conservação na categoria Áreas de Proteção Ambiental (APA's).

A lavra garimpeira, no âmbito desta resolução em seu anexo I, estabelece que o regime minerário em epígrafe possuirá limite para licenciamento de até 500,00 hectares de área requerida. Ainda, licenciamentos que possam ser considerados cumulativos aos municípios, poderão serem licenciados por estes, desde que respeitados os limites, conforme art. 7º e parágrafo único.

A Resolução COEMA nº 162/2021 não dispensa aos municípios que efetuem o licenciamento ambiental a necessidade de anuência à órgãos federativos, caso estas sejam necessárias.

3.7. DA RECUPERAÇÃO DA ÁREA DEGRADADA

A lavra garimpeira, embora carente de mecanismos relacionados as boas práticas no âmbito do setor mineral, é equiparada a outras atividades de lavra na ótica ambiental, possuindo enquadramento na legislação ambiental, conforme seu porte e

potencial poluidor.

O Decreto nº 97.632, de 10 de abril de 1989, que regulamenta o artigo 2º, inciso VIII da Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981, estabelece que um dos princípios da política nacional de meio ambiente é a recuperação das áreas degradadas e dá uma definição para degradação, como sendo “os processos resultantes dos danos ao meio ambiente, pelos quais se perdem ou se reduzem algumas das suas propriedades, tais como, a qualidade ou capacidade produtiva dos recursos ambientais”.

Nesse mesmo Decreto em seu artigo 3º que refere ao objetivo da recuperação, não estabelece uma exigência para o grau de recuperação, podendo dessa forma, ser implantado diferentes técnicas e ações que possam, por exemplo, reabilitar os locais degradados de forma harmoniosa e mais estável.

O Manual de Recuperação de Áreas Degradadas pela Mineração (IBAMA, 1990) define o que vem a ser a degradação de um determinado ambiente, como: “a degradação de uma área ocorre quando a vegetação nativa e a fauna forem destituídas, removidas ou expulsas; a camada fértil do solo foi perdida, removida ou enterrada, e a qualidade e regime de vazão do sistema hídrico às características físicas, químicas e biológicas e é inviabilizado o desenvolvimento sócio-econômico”.

Lei Federal 4771/65 (Código Florestal), alterada pelas Leis 5.106/66, 5.868/72, 5870/73, 7803/89, 7875/89, 9985/00 e pela Medida Provisória 2.166-67/00, regulamentada pelos Decretos 1.282/89 e 2.661/98, tendo revogado o Decreto 23.793/34, que estabelece como áreas especialmente protegidas (preservação permanente) a vegetação ripária em faixas que variam segundo a largura do corpo d'água.

Lei Federal nº 6.938, de 31 de agosto de 1981, regulamentada pelo Decreto nº 99.274/90, dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação.

Decreto nº 97.632/89 que regulamenta o Artigo 2º, Inciso VIII, da Lei nº 6.938/81, que dispõe sobre a recuperação de áreas degradadas.

Lei Federal nº 12.651 de 25 de maio de 2012, que institui o Novo Código Florestal Brasileiro, alterando as Leis nº 6.938, de 31 de agosto de 1981, Lei nº 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e Lei nº 11.428, de 22 de dezembro de 2006; revoga as Leis nº 4.771, de 15 de setembro de 1965, e Lei nº 7.754, de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória nº 2.166-67, de 24 de agosto de 2001.

4. METODOLOGIA

Neste capítulo é apresentada a metodologia utilizada e integralizada para o alcance dos objetivos propostos neste estudo.

- Construção de informações cartográficas por meio de mapas e plantas cartográficas, gráficos, tabelas, fluxogramas, fotografias; fazendo-se uso de softwares como o Qgis, Google Earth, Gaia GPS, Pacote Office, Canva, Timestamp, entre outros;
- Apresentação do contexto operacional para o Regime de Permissão de Lavra Garimpeira.
- Utilização de sistemas governamentais para coleta de dados públicos, tais como: Portal da Transparência da Agência Nacional de Mineração, Sistema de Informações Geográficas da Mineração - SIGMINE e GeoSGB.
- Análise dos impactos ambientais da área estudada através da coleta e registro de dados em campo com visitas *in loco*, utilizando-se GPS, câmera fotográfica, aplicativos de fotografia referenciada, bloco de anotações, entre outros equipamentos;
- Estudo da legislação minerária e ambiental para o regime de permissão de lavra garimpeira, por meio de consultas bibliográficas em sites oficiais dos órgãos regulares, bem como em literaturas devidamente credenciadas.
- Análise de dados relacionados ao contexto ambiental do regime de permissão de lavra garimpeira junto à Secretaria de Meio Ambiente, Turismo e Indústria do município de Tucumã.
- Análise de dados relacionados à produção mineral do município de Tucumã; por meio de consulta da Compensação Financeira pela Exploração Mineral; fazendo-se tabulação e concentração destes em planilhas, gráficos e ilustrações diversas.
- Sintetização de informações inerentes ao planejamento mineral e sua operacionalização para permissão de lavra garimpeira por meio de fluxogramas, gráficos, tabelas, memoriais descritivos, cartilhas, entre outros meios.

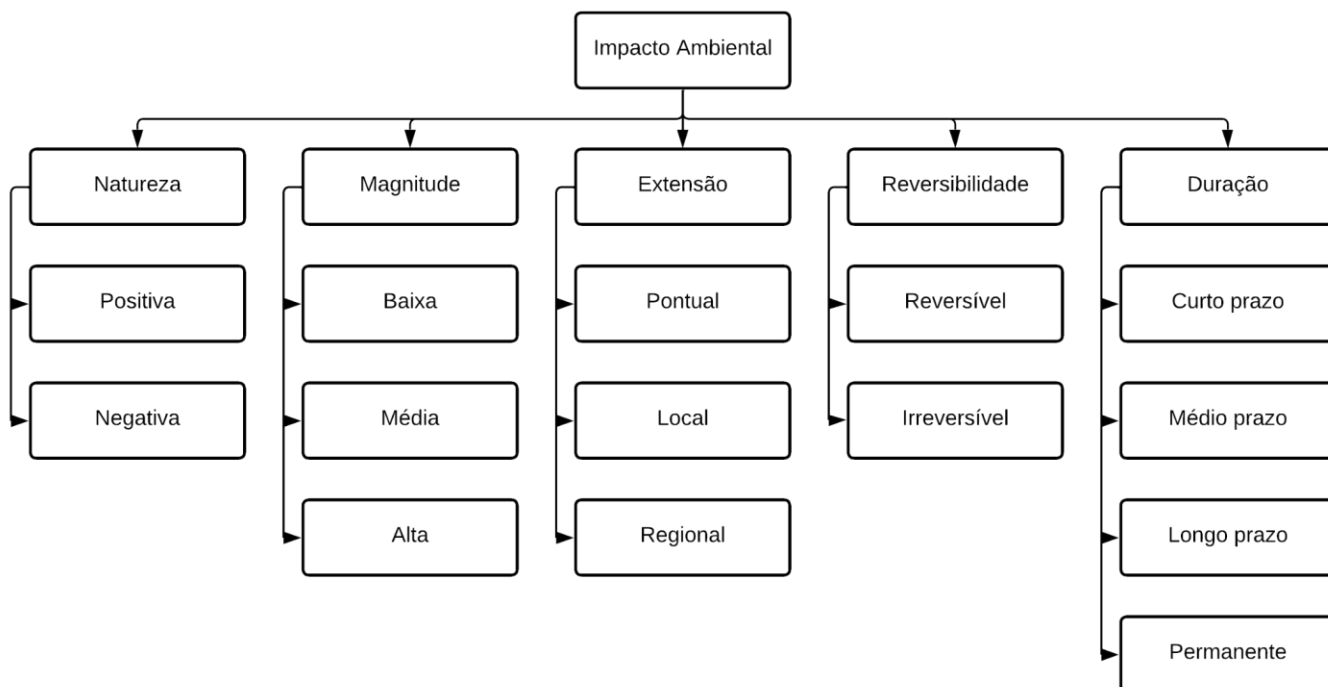
4.1. DOS CRITÉRIOS METODOLÓGICOS PARA AVALIAÇÃO DOS IMPACTOS AMBIENTAIS

Para identificação e avaliação de impactos ambientais gerados pela

implantação dos diferentes empreendimentos foi proposto um método que integre os procedimentos técnico-operacionais, preceitos descritivos de avaliação, a factibilidade econômica e a infraestrutura do empreendimento. Assim, para a avaliação dos impactos considerou-se os seguintes critérios definidores das alterações e ilustrado pela Figura 04.

- Quanto à natureza, positivas quando benéficas e, negativas quando adversas.
- Quanto à magnitude, definida por uma escala de três categorias baixa, média e alta densidade.
- Quanto à abrangência (extensão), pontual ou local, se relacionado à área de influência direta do empreendimento, ou regional, se relacionado à área de influência indireta do empreendimento (num raio de 2,00 km), podendo eventualmente extrapolar esses limites.
- Quanto à reversibilidade, reversível e irreversível.
- Quanto ao período de duração, com quatro categorias, curto, médio, longo prazo e permanente.

Figura 04: simplificação de metodologia de avaliação de impacto ambiental



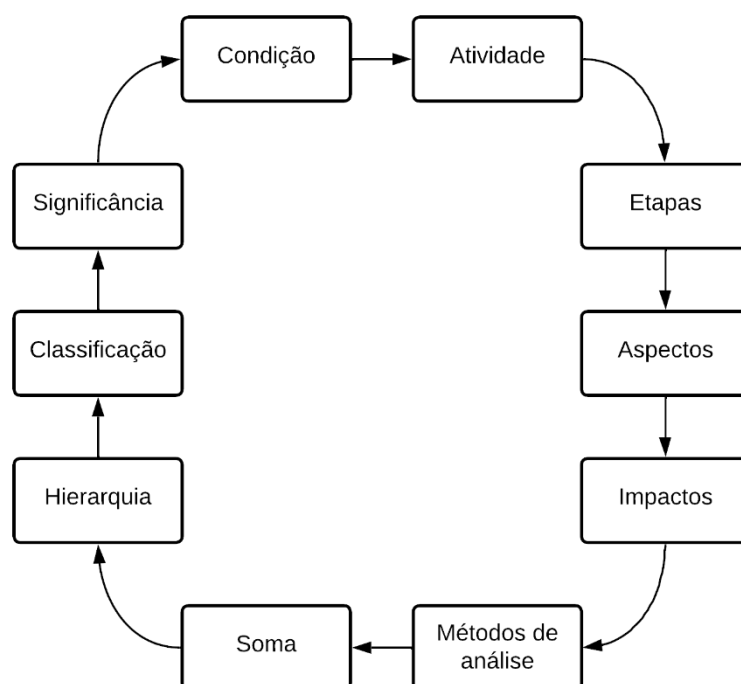
Fonte: O autor (2022)

Dadas as características da lavra garimpeira, objeto deste trabalho, optou-se pela utilização da metodologia proposta por Baptista (2015), no qual este faz análise

quantitativa para que os impactos ambientais fossem comparados e compreendidos rapidamente pelas partes envolvidas no processo de avaliação, de gestão e pela direção da organização. Contemplando os requisitos da NBR ISO 14001:2004, onde as avaliações dos impactos ambientais resultem da correlação atividade x etapa x aspecto x impacto ambiental e que os atributos de gravidade, temporalidade, espacialidade e controle dos impactos sejam avaliados e, posteriormente, obtendo-se a magnitude e a importância dos impactos ambientais identificados. Elaborando-se um modelo capaz de ser aplicado em todas as áreas da organização.

Baptista (2015) elenca que com os elementos correlacionados, elaborou-se uma matriz para a análise dos impactos ambientais, inserindo método de análise com atributos de avaliação adaptados à realidade da organização. Estruturando-se então, uma nova metodologia de avaliação dos impactos ambientais atendendo os requisitos da NBR ISO 14001:2004. Na figura 05, têm-se o sequenciamento dos dados e a forma de tratamento deste.

Figura 05: Sequenciamento dos dados que compõe cada coluna da matriz



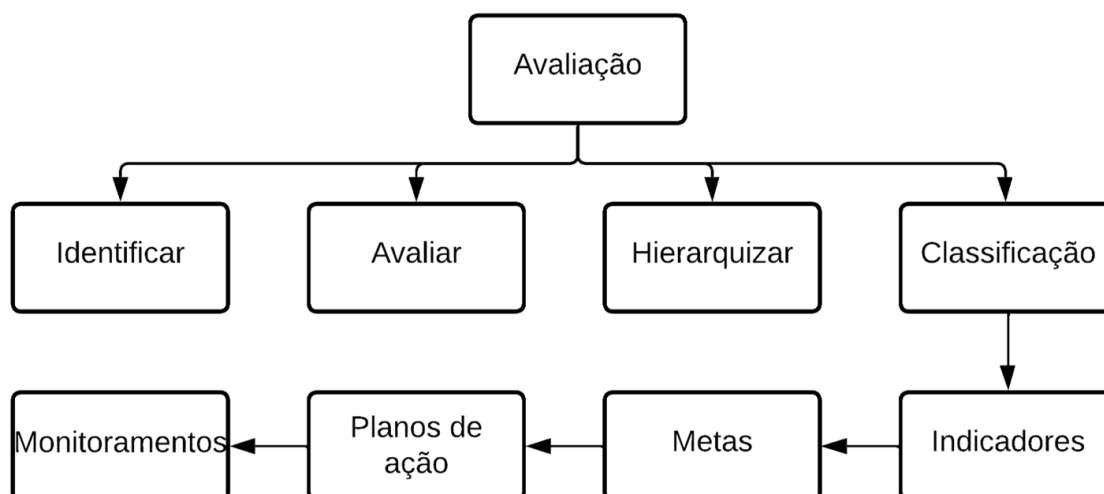
Fonte: Fonte: Fonte: O autor (2024) adaptado de Baptista (2015)

A avaliação dos impactos ambientais, visa primordialmente, identificar as ações e efeitos da atividade, de modo que seja hierarquizado aqueles de maior proporção, de acordo com o critério estabelecido.

Desta forma, a análise e quantificação dos eventuais e possíveis impactos

ambientais, segue o fluxograma da figura 06, apresentada em sequência.

Figura 06: Fluxograma das etapas da metodologia aplicada na matriz da avaliação



Fonte: Fonte: O autor (2024) adaptado de Baptista (2015)

Assim, para avaliação de cada impacto ambiental de acordo com o critério metodológico atribuído foi estabelecida escala de 01 a 04, de modo a estabelecer o grau de risco ambiental na lavra garimpeira, mapeando assim aqueles de maior exposição. Na Tabela 01, apresenta-se a escala sugerida.

Tabela 01: Procedimento de qualificação dos critérios definidores

| Escala | Critério definidor | | | | |
|--------|--------------------|-----------|----------|-----------------|------------|
| | Natureza | Magnitude | Extensão | Reversibilidade | Duração |
| 01 | Positiva | Baixa | Pontual | Reversível | Curto |
| 02 | Negativa | Média | Local | Irreversível | Médio |
| 03 | - | Alta | Regional | - | Longo |
| 04 | - | - | - | - | Permanente |

Fonte: O autor (2024) adaptado de Baptista (2015)

Logo, a classificação que determinado impacto pode ter sobre o ambiente será o resultado da soma de cada fator de acordo com a escala atribuída. Para impactos que possuam para o mesmo critério, mais de uma avaliação, deve ser considerado o de maior escala.

Os impactos para tanto possuíram grau de gravidade, sendo classificados em grau de pequeno, médio ou grande impacto, mediante a soma total dos critérios

definidores.

O impacto será considerado de pequeno porte, quando a soma total dos critérios for de até 06 pontos. Será considerado médio impacto o que possuir soma de 07 a 12 pontos. Para os de impacto grande serão considerados os que possuírem escala de soma acima de 12 pontos. Desta forma, chegou-se a classificação proposta pela Tabela 02.

Tabela 02: Classificação e significância dos impactos ambientais a partir da pontuação obtida

| Classificação | Soma da escala | Importância |
|---------------|----------------|-------------|
| Pequeno | Até 06 | Não |
| Médio | De 07 a 12 | Sim |
| Grande | Acima de 13 | Sim |

Fonte: O autor (2024) adaptado de Baptista (2015)

Logo, o impacto que possuir a maior soma de pontos será aquele considerado o que requer maior atenção. Ainda, todos os critérios podem ser revisados sistematicamente, na medida que alterações nos meios afetados sejam percebidas. Obtidos os dados será possível realizar a integração de informações e meios com maior exposição.

5. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA ESTUDO

5.1. HISTÓRICO DO EMPREENDIMENTO

O empreendimento minerário objeto deste estudo é a permissão de lavra garimpeira de titularidade de pessoa física, cujos sonhos pela atividade mineração o levaram a realizar investimentos para com o licenciamento visando trabalhar de forma legalizada e com tranquilidade, em contraponto aos inúmeros casos de garimpos aparentemente ilegais na região de Tucumã.

Em 18/12/2019 o titular da permissão de lavra requereu junto a Agência Nacional de Mineração no Estado do Pará, o direito para exercer a atividade de mineração para a extração de minério de ouro e cassiterita. Em 15/06/2020 foi requerido pedido de licença junto a Secretaria de Meio Ambiente, Turismo e Indústria – SEMATI. Em 08/10/2021 em atendimento a compromisso firmado entre empreendedor e SEMATI, foi apresentado pedido de redução da área originalmente requerida, de 21,00 hectares para um total de 18,41 hectares. A redução foi necessária tendo em vista a exclusão de área degradada, cujo aproveitamento de resíduos e rejeitos minerários seriam inviáveis. Em 30/08/2021 foi emitida licença de operação nº 0041/2021. Em 02/03/2022 foi publicado título de permissão de lavra garimpeira.

O licenciamento minerário e ambiental levou cerca de 805 dias para sua conclusão, desde o requerimento até a publicação do título de permissão de lavra garimpeiras. As atividades de instalação iniciaram em maio de 2022. O empreendimento foi nomeado de Mina Taperebá (*Spondias mombin L.*), também conhecida como cajazeira, cajá, dentre outros; em homenagem a presença deste espécime frutífero na região sul do Estado do Pará.

Embora já possua título de permissão de lavra garimpeira, a operação de lavra não foi iniciada, estando este na etapa de planejamento e captação de recursos financeiros junto a investidores do setor mineral.

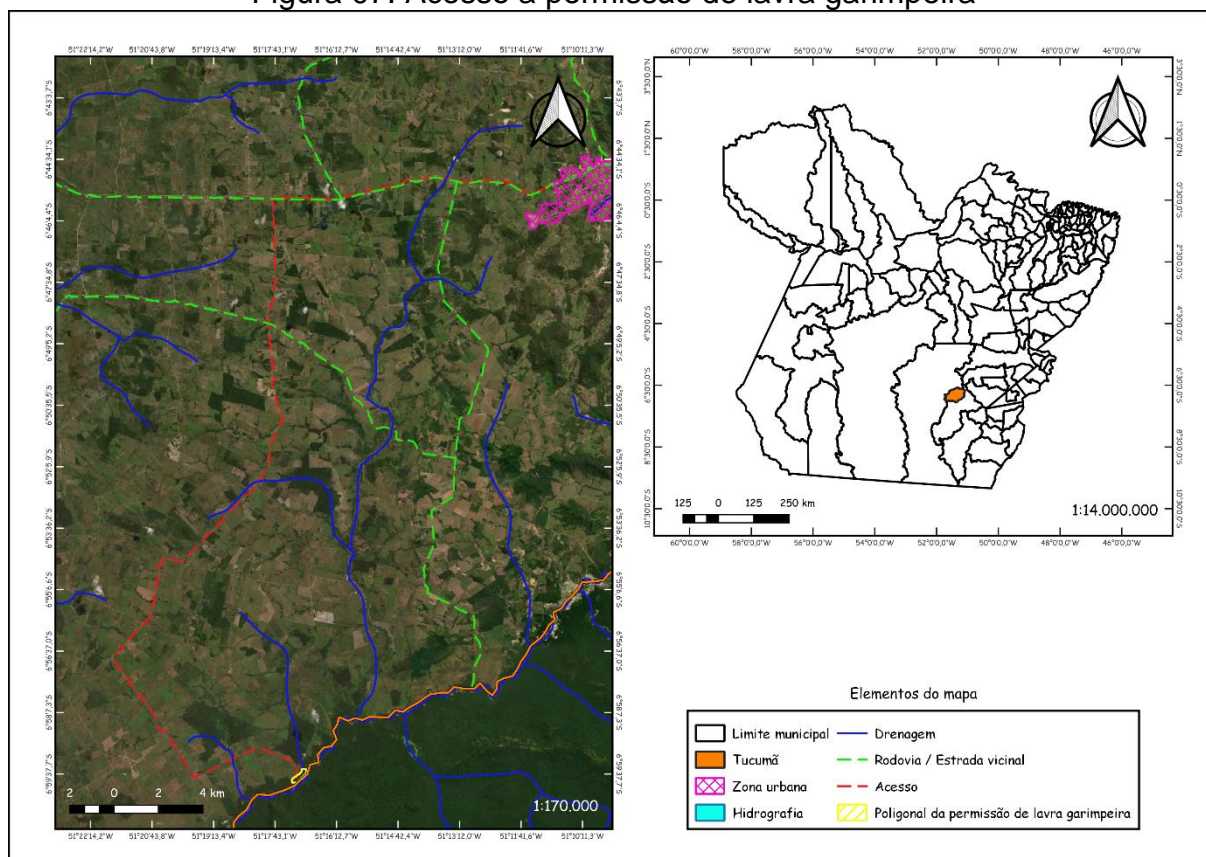
O empreendimento possui planejamento da extração mineral para ocorrer em três frentes de lavra, a serem operadas de modo subsequente ao exaurimento da cava anterior, além de planta de beneficiamento, tanque de decantação e demais instalações básicas para uso individual e coletivo, tais como alojamento, refeitório e vestiários.

5.2. CARACTERIZAÇÃO DO EMPREENDIMENTO

5.2.1. Localização e vias de acesso

O acesso ao local do empreendimento de lavra garimpeira em licenciamento é feito a partir do centro urbano de Tucumã pela rodovia estadual PA – 279. O polígono em estudos está situado às margens do Rio Branco, estando aproximadamente a 49,00 Km de Tucumã., conforme demonstrado na Figura 07.

Figura 07: Acesso a permissão de lavra garimpeira



Fonte: O autor (2022)

5.2.2. Georreferenciamento

A Tabela 03 expressa as coordenadas da permissão de lavra garimpeira para minério de ouro e cassiterita em uma área total de 18,41 hectares.

Tabela 03: coordenadas da permissão de lavra garimpeira

(continua)

| Vértice | Latitude | Longitude |
|---------|-------------------|--------------------|
| 01 | 6° 59' 30.3540" S | 51° 17' 03.9876" W |
| 02 | 6° 59' 33.9792" S | 51° 17' 03.9876" W |
| 03 | 6° 59' 33.9792" S | 51° 17' 04.7292" W |

Tabela 03: coordenadas da permissão de lavra garimpeira
(continua)

| Vértice | Latitude | Longitude |
|---------|-------------------|--------------------|
| 04 | 6° 59' 35.4372" S | 51° 17' 04.7292" W |
| 05 | 6° 59' 35.4372" S | 51° 17' 05.9424" W |
| 06 | 6° 59' 36.7872" S | 51° 17' 05.9424" W |
| 07 | 6° 59' 36.7872" S | 51° 17' 07.2492" W |
| 08 | 6° 59' 38.2344" S | 51° 17' 07.2492" W |
| 09 | 6° 59' 38.2344" S | 51° 17' 09.1140" W |
| 10 | 6° 59' 38.9904" S | 51° 17' 09.1140" W |
| 11 | 6° 59' 38.9904" S | 51° 17' 10.0428" W |
| 12 | 6° 59' 39.5664" S | 51° 17' 10.0428" W |
| 13 | 6° 59' 39.5664" S | 51° 17' 10.9644" W |
| 14 | 6° 59' 40.0236" S | 51° 17' 10.9644" W |
| 15 | 6° 59' 40.0236" S | 51° 17' 11.6808" W |
| 16 | 6° 59' 40.5456" S | 51° 17' 11.6808" W |
| 17 | 6° 59' 40.5456" S | 51° 17' 12.4440" W |
| 18 | 6° 59' 41.0748" S | 51° 17' 12.4440" W |
| 19 | 6° 59' 41.0748" S | 51° 17' 13.1784" W |
| 20 | 6° 59' 41.5212" S | 51° 17' 13.1784" W |
| 21 | 6° 59' 41.5212" S | 51° 17' 13.6716" W |
| 22 | 6° 59' 41.8704" S | 51° 17' 13.6716" W |
| 23 | 6° 59' 41.8704" S | 51° 17' 14.1000" W |
| 24 | 6° 59' 41.9568" S | 51° 17' 14.1000" W |
| 25 | 6° 59' 41.9568" S | 51° 17' 14.2044" W |
| 26 | 6° 59' 42.0504" S | 51° 17' 14.2044" W |
| 27 | 6° 59' 42.0504" S | 51° 17' 14.3844" W |
| 28 | 6° 59' 42.1512" S | 51° 17' 14.3844" W |
| 29 | 6° 59' 42.1512" S | 51° 17' 14.6508" W |

Tabela 03: coordenadas da permissão de lavra garimpeira
(continua)

| Vértice | Latitude | Longitude |
|---------|-------------------|--------------------|
| 30 | 6° 59' 42.2736" S | 51° 17' 14.6508" W |
| 31 | 6° 59' 42.2736" S | 51° 17' 14.9820" W |
| 32 | 6° 59' 42.4752" S | 51° 17' 14.9820" W |
| 33 | 6° 59' 42.4752" S | 51° 17' 15.4248" W |
| 34 | 6° 59' 42.9504" S | 51° 17' 15.4248" W |
| 35 | 6° 59' 42.9504" S | 51° 17' 16.1448" W |
| 36 | 6° 59' 43.6884" S | 51° 17' 16.1448" W |
| 37 | 6° 59' 43.6884" S | 51° 17' 16.9404" W |
| 38 | 6° 59' 45.1104" S | 51° 17' 16.9404" W |
| 39 | 6° 59' 45.1104" S | 51° 17' 18.3408" W |
| 40 | 6° 59' 50.3484" S | 51° 17' 18.3408" W |
| 41 | 6° 59' 50.3484" S | 51° 17' 10.8132" W |
| 42 | 6° 59' 49.5456" S | 51° 17' 10.8132" W |
| 43 | 6° 59' 49.5456" S | 51° 17' 09.2544" W |
| 44 | 6° 59' 48.9084" S | 51° 17' 09.2544" W |
| 45 | 6° 59' 48.9084" S | 51° 17' 08.2104" W |
| 46 | 6° 59' 48.3396" S | 51° 17' 08.2104" W |
| 47 | 6° 59' 48.3315" S | 51° 17' 07.5674" W |
| 48 | 6° 59' 47.7869" S | 51° 17' 07.5674" W |
| 49 | 6° 59' 47.7869" S | 51° 17' 07.0137" W |
| 50 | 6° 59' 47.2968" S | 51° 17' 07.0137" W |
| 51 | 6° 59' 47.2968" S | 51° 17' 06.5054" W |
| 52 | 6° 59' 46.7476" S | 51° 17' 06.5054" W |
| 53 | 6° 59' 46.7476" S | 51° 17' 06.0312" W |
| 54 | 6° 59' 46.0583" S | 51° 17' 06.0312" W |
| 55 | 6° 59' 46.0583" S | 51° 17' 05.4338" W |

Tabela 03: coordenadas da permissão de lavra garimpeira
(continua)

| Vértice | Latitude | Longitude |
|---------|-------------------|--------------------|
| 56 | 6° 59' 45.3690" S | 51° 17' 05.4338" W |
| 57 | 6° 59' 45.3690" S | 51° 17' 04.6526" W |
| 58 | 6° 59' 44.5419" S | 51° 17' 04.6526" W |
| 59 | 6° 59' 44.5419" S | 51° 17' 03.8255" W |
| 60 | 6° 59' 43.7795" S | 51° 17' 03.8255" W |
| 61 | 6° 59' 43.7795" S | 51° 17' 02.9013" W |
| 62 | 6° 59' 43.1838" S | 51° 17' 02.9013" W |
| 63 | 6° 59' 43.1838" S | 51° 17' 02.3499" W |
| 64 | 6° 59' 42.5719" S | 51° 17' 02.3499" W |
| 65 | 6° 59' 42.5719" S | 51° 17' 01.6325" W |
| 66 | 6° 59' 42.0001" S | 51° 17' 01.6325" W |
| 67 | 6° 59' 42.0001" S | 51° 17' 01.0675" W |
| 68 | 6° 59' 41.2628" S | 51° 17' 01.0675" W |
| 69 | 6° 59' 41.2628" S | 51° 17' 00.2652" W |
| 70 | 6° 59' 40.8732" S | 51° 17' 00.2652" W |
| 71 | 6° 59' 40.8732" S | 51° 16' 59.8153" W |
| 72 | 6° 59' 40.6156" S | 51° 16' 59.8153" W |
| 73 | 6° 59' 40.6156" S | 51° 16' 59.5667" W |
| 74 | 6° 59' 40.3937" S | 51° 16' 59.5667" W |
| 75 | 6° 59' 40.3937" S | 51° 16' 59.3433" W |
| 76 | 6° 59' 39.8929" S | 51° 16' 59.3433" W |
| 77 | 6° 59' 39.8929" S | 51° 16' 58.7892" W |
| 78 | 6° 59' 39.4044" S | 51° 16' 58.7892" W |
| 79 | 6° 59' 39.4044" S | 51° 16' 58.4436" W |
| 80 | 6° 59' 36.9384" S | 51° 16' 58.4436" W |
| 81 | 6° 59' 36.9384" S | 51° 16' 57.0792" W |

Tabela 03: coordenadas da permissão de lavra garimpeira
(conclusão)

| Vértice | Latitude | Longitude |
|---------|-------------------|--------------------|
| 82 | 6° 59' 30.3540" S | 51° 16' 57.0792" W |
| 83 | 6° 59' 30.3540" S | 51° 17' 03.9876" W |

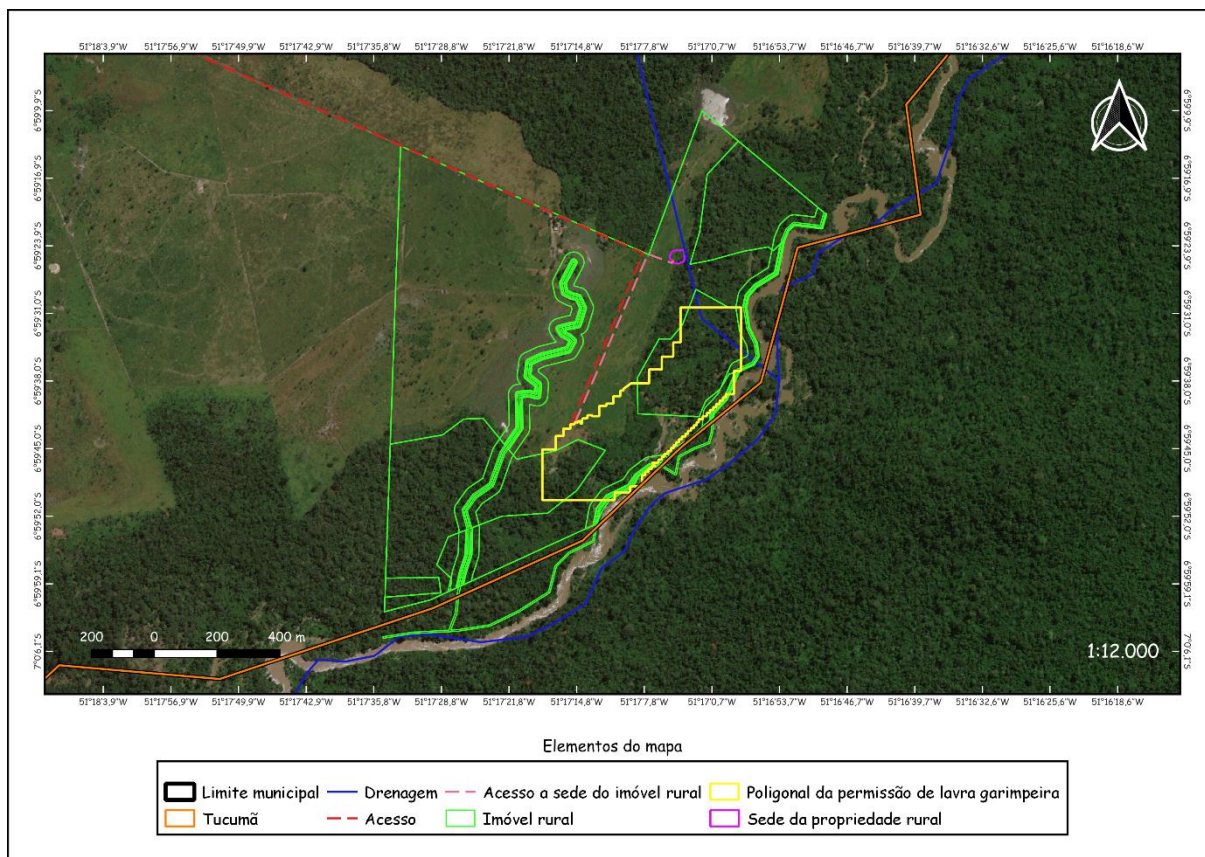
Fonte: Agência Nacional de Mineração (2022)

5.2.3. Área afetada

A área total a ser afetada pelo empreendimento, envolvendo todas as operações de extração, beneficiamento, instalações civis, circulação, expedição, entre outras. A área de lavra e beneficiamento da lavra garimpeira passam por processo de supressão vegetal, outorgado pela Secretaria de Meio Ambiente, Turismo e Indústria da Prefeitura Municipal de Tucumã.

O imóvel rural no qual a permissão de lavra garimpeira está inserida possui uma área total de 125,38 hectares, no qual em comum acordo com o titular, as premissas relacionadas ao licenciamento ambiental para obtenção de licença de operação para a atividade puderam serem alcançadas com êxito, do ponto de vista técnica. Tais itens, como a utilização das edificações da propriedade, desenvolvimento das vias de acesso para a instalação de estruturas, dentre outros acordos, foram possíveis e contemplam o planejamento para posterior operação extrativa. Na Figura 08 é possível identificar a relação que o imóvel rural possui para com a atividade de lavra garimpeira.

Figura 08: Área da permissão de lavra garimpeira no imóvel rural



Fonte: O autor (2022)

É importante ressaltar que as atividades econômicas desenvolvidas pelo superficiário continuam a coexistir com a lavra garimpeira. São desenvolvidas o plantio de cacau, banana, além da criação de animais de pequeno porte.

5.2.4. Abastecimento de água e luz

O suprimento de energia elétrica utilizado na lavra garimpeira é fornecido por rede trifásica da Companhia Equatorial Energia, concessionária de eletricidade no estado do Pará.

A água necessária para o consumo humano, higienização e preparação de alimentos é fornecida por meio de aquisição de garrafões de 20,00 litros, adquiridos no comércio local, nos estabelecimentos de Tucumã. A água utilizada na umectação das vias de acesso para controle de poeiras e demais detritos, é feita a partir de captação de água subterrânea, conforme autorização para perfuração de poço emitida pela Secretaria Adjunta de Gestão de Recursos Hídricos e Clima – SAGRH da Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Sustentabilidade – SEMAS/PA.

Comum em muitas empresas de mineração e similares, o uso de água das surgências desta lavra garimpeira não é feito pelo empreendedor, tendo em vista que existem inúmeros garimpos clandestinos situados na porção nordeste do Rio Branco, estes geram contaminação frequente do corpo hídrico supracitado. A utilização de água das surgências das cavas de extração poderia ocasionar contaminação com fluidos alterados, gerando assim poluição do solo, da vegetação limítrofe as vias de circulação, bem como do lençol freático.

5.2.5. Gestão de equipamentos e resíduos

5.2.5.1. Máquinas e equipamentos do empreendimento

A Tabela 04 apresenta a lista dos equipamentos principais e auxiliares, a serem utilizados na lavra, no beneficiamento e em operações auxiliares.

Tabela 04: Equipamentos para lavra e beneficiamento

| Equipamento | Qtd | Função |
|---------------------------------|-----|---|
| Escavadeira hidráulica | 01 | Carregamento do estéril e minério |
| Pá-carregadeira | 01 | Apoio no beneficiamento e lavra |
| Caminhões basculantes de 30 t | 01 | Transporte do minério/estéril |
| Caminhão Pipa com 10.000 litros | 01 | Apoio as operações de lavra |
| Motoniveladora | 01 | Manutenção estradas |
| Trator modelo D6 | 01 | Apoio a lavra e da pilha de estéril |
| Britador de mandíbulas | 01 | |
| Britador de martelos | 01 | |
| Moinho de bolas | 01 | |
| Mesa de concentração | 03 | Apoio ao processo de beneficiamento e de concentração mineral |
| Centrífuga | 01 | |
| Hidrociclone | 01 | |
| Peneira vibratória | 01 | |
| Jigue | 02 | |
| Veículo leve | 01 | Apoio as operações do empreendimento |

Fonte: O autor (2022)

5.2.5.2. Óleos e graxas

O empreendimento, no geral, realiza a manutenção de caminhões e equipamentos móveis leves em oficinas licenciados e localizados em Tucumã. Os óleos e graxas utilizados na manutenção dos equipamentos pesados, são transportados em pequenas quantidades para a área do empreendimento e mantidos acondicionados em seus recipientes originais, em local de piso cimentado e coberto até que sejam utilizados para abastecimento.

O empreendedor arquiva os comprovantes de destinação dos óleos usados ou de troca nos postos de abastecimento, para fins de comprovação junto ao órgão ambiental responsável.

O consumo médio para um período diário de trabalho de 08 horas é na ordem de 5.885,00 litros de óleo/mês. Para a manutenção das máquinas utiliza-se óleo lubrificante e graxa sintética. O volume de óleo lubrificante por mês é de aproximadamente 250,00 litros/mês, enquanto o volume de graxa utilizado é de aproximadamente de 140,00 kg/mês. O consumo destes insumos fora dimensionado a partir das especificações técnicas das máquinas e equipamentos projetados para a lavra e beneficiamento.

5.2.5.3. Sucatas

O principal gerador de resíduo nesta etapa é a planta de beneficiamento. Grandes quantidades de ferro resultantes das partes de desgastes dos equipamentos são geradas constantemente. Grelhas, martelos, bastilhas, revestimentos diversos são gerados em quantidades significantes. Esse tipo de sucata não possui contaminação com óleos ou graxas. A sucata é acondicionada em tambores metálicos ou em área reservada; sempre que o volume atingir aproximadamente 10,00 toneladas, a mesma é comercializada ou destinada para compradores de sucata em Tucumã.

5.2.5.4. Resíduos domésticos

Os resíduos domésticos produzidos na lavra garimpeira são os restos de alimentos e embalagens. Eles são coletados em tambores com capacidade para 200,00 litros e, posteriormente, destinados a locais apropriados como o aterro sanitário do município.

5.2.6. Utilidades

5.2.6.1. Comunicação

O sistema de comunicação da lavra garimpeira é composto pelos seguintes elementos:

- Sistema de telefonia e internet
- Telefones móveis e internet via rádio;
- Sistema de rádio, utilizando transceptores fixos e móveis (veículos de supervisão) para comunicações operacionais, de manutenção e segura;

5.2.6.2. Serviços básicos e de emergência

A lavra garimpeira possui programa de gerenciamento de riscos e plano de emergência aprovados pela Secretaria de Meio Ambiente, Turismo e Indústria de Tucumã. Na sede municipal existem serviços médicos, comércio, escolas, bancos, entre outros; em nível de boa estruturação, no qual podem ser utilizados, quando necessários para o fornecimento de serviços básicos e demais relacionados ao empreendimento.

5.2.6.3. Instalações básicas

A propriedade rural no qual está situada a lavra garimpeira, dispõe de instalações que são utilizadas pelo empreendimento para fins de alojamento, vestiário e refeitório.

Já estruturas de oficina e/ou lavador, são realizados na zona urbana de Tucumã em lava-jatos licenciados pelo órgão ambiental responsável e com alvará municipal. Até o momento, não há intenção de instalação de oficina e lava-jato para atender as máquinas e equipamentos da lavra garimpeira.

5.2.7. Regime operacional da lavra garimpeira

A lavra garimpeira funciona nesta fase de instalação apenas em um único turno operacional de 08 horas diárias. O expediente é de segunda a sexta-feira, das 07h às 11h e das 13h às 17h, com 02 horas de pausa para almoço; aos sábados o expediente é das 07h às 11h. Mensalmente são trabalhados, um total de 24 dias em total de 176h. Anualmente é previsto um total de 12 meses de trabalho, respeitados o período de férias dos colaboradores, que conforme planejamento do minerador é feito de forma intercalada.

Na fase de operação o empreendimento continuará com o mesmo horário vigente durante a instalação, tendo em vista condicionantes quanto ao funcionamento, visando atendimento para com a legislação municipal. O empreendedor fornecerá transporte aos colaboradores para fins de locomoção para aqueles que não ficaram alojados no empreendimento.

5.2.8. Mão – de – obra

A mão-de-obra para a lavra e tratamento de minério é formada por colaboradores de Tucumã e região. Exceções para profissionais especializados foram feitas devido o município não haver opções disponíveis.

Na Tabela 05 é apresentada a mão – de – obra necessária para a fase de operação mineral. Para a instalação, compõem a força de trabalho do empreendimento, os profissionais da referentes a operação de equipamentos de extração.

Tabela 05: Mão – de – obra para a lavra garimpeira na instalação e operação
(continua)

| Função | Atribuições |
|----------------------------------|---|
| Engenheiro de minas | O engenheiro de minas do empreendimento é responsável por toda a gestão processual minerária e ambiental, estando este apto para com as faces do desenvolvimento das operações gerais á lavra garimpeira. |
| Engenheiro ambiental | O engenheiro ambiental é o responsável pelo monitoramento, coordenação e gerenciamento das práticas ambientais para o empreendimento. |
| Administrador | Responsável pelo gerenciamento administrativo e financeiro do empreendimento, além da gestão de pessoas no tangente a contratação, demissão e substituição de mão – de – obra. |
| Técnico em Mineração | Responsável pela coordenação e desenvolvimento dos projetos de mineração nas frentes de lavra e de beneficiamento, conforme orientações do engenheiro de minas. |
| Técnico em segurança do trabalho | Responsável pela condução da gestão de segurança do trabalho, DDS, monitoramento e fiscalização do uso de EPI's e EPC's, entre outras atribuições. |
| Motorista de caminhão | Responsável pela condução de caminhões e demais equipamentos de carregamento e transporte |

Tabela 05: Mão – de – obra para a lavra garimpeira na instalação e operação (conclusão)

| Função | Atribuições |
|------------------------------------|--|
| Operador de escavadeira hidráulica | Responsável pela operação dos equipamentos de extração mineral, bem como pela manutenção preditiva e preventiva, devendo reportar-se ao gerente de mina no tangente a necessidade de manutenção e abastecimento. |
| Operador de pá carregadeira | |
| Operar de planta de beneficiamento | Responsável pela operação dos equipamentos de beneficiamento (mesa concentradora e centrífuga) |
| Auxiliar de extração | Responsável pela classificação e separação do material na face da mina, além de operar os equipamentos de lavra. |
| Auxiliar de beneficiamento | Responsável pela operação dos equipamentos de beneficiamento mineral. |
| Cozinheiro | Responsável pelo preparo de alimentos da lavra garimpeira |
| Auxiliar de serviços gerais | Responsável pela limpeza das instalações administrativas e de uso coletivo do empreendimento |
| Vigia | Responsável pela vigilância da lavra garimpeira e de seus equipamentos no período de não funcionamento |

Fonte: O autor (2022)

Serviços de contabilidade são prestados a partir de escritório terceirizado. Na política salarial para a lavra garimpeira, os salários pagos pelo minerador são apresentados na Tabela 06. Toda a mão – de – obra possui vínculo em carteira de trabalho, no qual são recolhidos mensalmente os impostos relativos.

Tabela 06: Custo em salários e encargos sociais

(continua)

| Função | Qtd | Salário mensal | Encargos sociais | Custo mensal | Custo anual |
|----------------------|-----|----------------|------------------|---------------|----------------|
| Engenheiro de minas | 01 | R\$ 7.150,00 | R\$ 3.781,56 | R\$ 10.931,56 | R\$ 145.389,75 |
| Engenheiro ambiental | 01 | R\$ 7.150,00 | R\$ 3.781,56 | R\$ 10.931,56 | R\$ 145.389,75 |
| Administrador | 01 | R\$ 4.000,00 | R\$ 1.688,89 | R\$ 5.688,89 | R\$ 75.662,24 |

Tabela 06: Custo em salários e encargos sociais

(conclusão)

| Função | Qtd | Salário mensal | Encargos sociais | Custo mensal | Custo anual |
|--------------------------------------|-----|----------------|------------------|---------------|----------------|
| Técnico em segurança trabalho | 01 | R\$ 2.750,00 | R\$ 1.454,44 | R\$ 4.204,44 | R\$ 55.919,05 |
| Técnico mineração | 01 | R\$ 2.750,00 | R\$ 1.454,44 | R\$ 4.204,44 | R\$ 55.919,05 |
| Motorista caminhão | 01 | R\$ 2.000,00 | R\$ 1.057,78 | R\$ 3.057,78 | R\$ 40.668,47 |
| Operador de escavadeira hidráulica | 01 | R\$ 2.500,00 | R\$ 1.322,22 | R\$ 3.822,22 | R\$ 50.835,53 |
| Operador de pá carregadeira | 01 | R\$ 2.500,00 | R\$ 1.322,22 | R\$ 3.822,22 | R\$ 50.835,53 |
| Operador de planta de beneficiamento | 01 | R\$ 2.500,00 | R\$ 1.322,22 | R\$ 3.822,22 | R\$ 50.835,53 |
| Auxiliar de extração | 01 | R\$ 1.650,00 | R\$ 872,67 | R\$ 2.522,67 | R\$ 33.551,51 |
| Auxiliar de beneficiamento | 01 | R\$ 1.650,00 | R\$ 872,67 | R\$ 2.522,67 | R\$ 33.551,51 |
| Cozinheiro | 01 | R\$ 2.000,00 | R\$ 1.057,78 | R\$ 3.057,78 | R\$ 40.668,47 |
| Auxiliar de serviços gerais | 01 | R\$ 1.400,00 | R\$ 740,44 | R\$ 2.140,44 | R\$ 28.467,85 |
| Vigia | 01 | R\$ 1.400,00 | R\$ 740,44 | R\$ 2.140,44 | R\$ 28.467,85 |
| Total | 14 | R\$ 41.400,00 | R\$ 21.469,33 | R\$ 62.869,33 | R\$ 836.162,09 |

Fonte: O autor (2022)

Ainda são pagos valores adicionais aos colaboradores para insalubridade (considerado como risco operacional alto, com percentual em 40%) além de benefícios, que incluem: seguro de vida, auxílio saúde e auxílio odontológico; ambos os comuns a todos os funcionários, conforme tabela 07.

Tabela 07: Relação de custos dos benefícios e insalubridade na lavra garimpeira

| Função | Qtd. | Seg. de vida | Auxílio saúde | Auxílio odonto | Insalubridade |
|--------------------------------------|------|--------------|---------------|----------------|---------------|
| Engenheiro de minas | 01 | R\$ 29,16 | R\$ 99,90 | R\$ 29,00 | R\$ 484,80 |
| Engenheiro ambiental | 01 | R\$ 29,16 | R\$ 99,90 | R\$ 29,00 | R\$ 484,80 |
| Administrador | 01 | R\$ 29,16 | R\$ 99,90 | R\$ 29,00 | R\$ 484,80 |
| Técnico em segurança do trabalho | 01 | R\$ 29,16 | R\$ 99,90 | R\$ 29,00 | R\$ 484,80 |
| Técnico em mineração | 01 | R\$ 29,16 | R\$ 99,90 | R\$ 29,00 | R\$ 484,80 |
| Motorista de caminhão | 01 | R\$ 29,16 | R\$ 99,90 | R\$ 29,00 | R\$ 484,80 |
| Operador de escavadeira hidráulica | 01 | R\$ 29,16 | R\$ 99,90 | R\$ 29,00 | R\$ 484,80 |
| Operador de pá carregadeira | 01 | R\$ 29,16 | R\$ 99,90 | R\$ 29,00 | R\$ 484,80 |
| Operador de planta de beneficiamento | 01 | R\$ 29,16 | R\$ 99,90 | R\$ 29,00 | R\$ 484,80 |
| Auxiliar de extração | 01 | R\$ 29,16 | R\$ 99,90 | R\$ 29,00 | R\$ 484,80 |
| Auxiliar de beneficiamento | 01 | R\$ 29,16 | R\$ 99,90 | R\$ 29,00 | R\$ 484,80 |
| Cozinheiro | 01 | R\$ 29,16 | R\$ 99,90 | R\$ 29,00 | R\$ 484,80 |
| Auxiliar de serviços gerais | 01 | R\$ 29,16 | R\$ 99,90 | R\$ 29,00 | R\$ 484,80 |
| Vigia | 01 | R\$ 29,16 | R\$ 99,90 | R\$ 29,00 | R\$ 484,80 |
| Total | 14 | R\$ 408,24 | R\$ 1.398,60 | R\$ 406,00 | R\$ 6.787,20 |

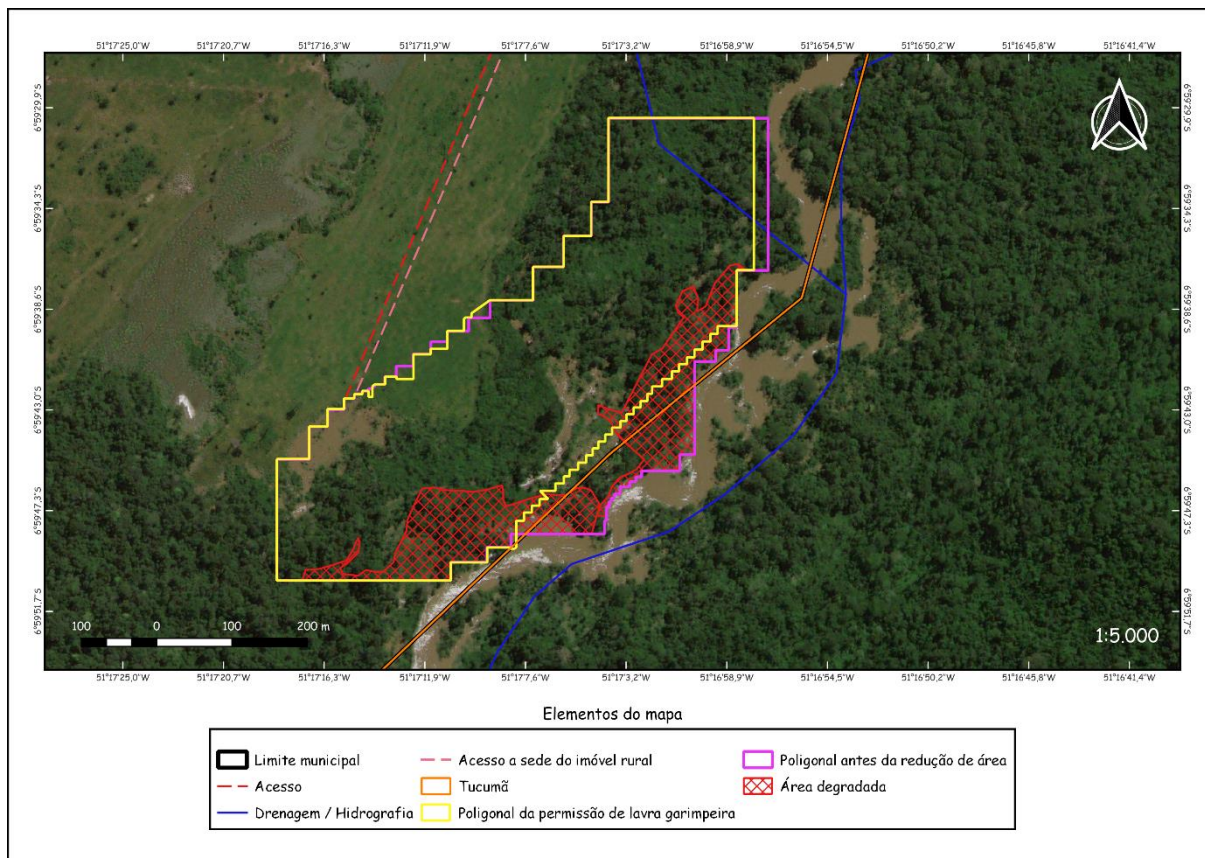
Fonte: O autor (2022)

5.2.9. Histórico de atividades anteriores

A poligonal do empreendimento minerário possui histórico de atividades anteriores de garimpos ilegais e/ou similares. Em relação a poligonal requerida e

posteriormente reduzida, a área degradada por atividades anteriores está assim caracterizada, conforme Figura 09.

Figura 09: Área degradada por garimpos ilegais anteriores ao licenciamento



Fonte: O autor (2022)

As coordenadas de área com histórico de degradação, ocupam um total de 7,09 hectares na poligonal anteriormente requerida, conforme tabela 08.

Tabela 08: Vértices da poligonal da área degradada

(continua)

| Vértice | Latitude | Longitude |
|---------|-------------------|--------------------|
| 01 | 6° 59' 50.1015" S | 51° 17' 17.4609" W |
| 02 | 6° 59' 48.6624" S | 51° 17' 16.6900" W |
| 03 | 6° 59' 47.4803" S | 51° 17' 14.9425" W |
| 04 | 6° 59' 46.0926" S | 51° 17' 13.2978" W |
| 05 | 6° 59' 45.1674" S | 51° 17' 12.1157" W |
| 06 | 6° 59' 44.6021" S | 51° 17' 11.2933" W |
| 07 | 6° 59' 45.5786" S | 51° 17' 10.1112" W |

Tabela 08: Vértices da poligonal da área degradada
(continua)

| Vértice | Latitude | Longitude |
|---------|-------------------|--------------------|
| 08 | 6° 59' 45.8356" S | 51° 17' 08.6207" W |
| 09 | 6° 59' 45.6300" S | 51° 17' 07.4900" W |
| 10 | 6° 59' 44.8591" S | 51° 17' 07.0788" W |
| 11 | 6° 59' 44.4993" S | 51° 17' 05.3314" W |
| 12 | 6° 59' 43.2658" S | 51° 17' 04.6632" W |
| 13 | 6° 59' 42.5462" S | 51° 17' 03.7895" W |
| 14 | 6° 59' 41.2099" S | 51° 17' 03.1727" W |
| 15 | 6° 59' 39.5138" S | 51° 17' 01.9906" W |
| 16 | 6° 59' 38.0233" S | 51° 17' 01.1683" W |
| 17 | 6° 59' 36.3273" S | 51° 16' 59.5750" W |
| 18 | 6° 59' 35.4535" S | 51° 16' 59.4208" W |
| 19 | 6° 59' 34.6312" S | 51° 16' 58.9582" W |
| 20 | 6° 59' 34.6312" S | 51° 16' 57.2107" W |
| 21 | 6° 59' 36.6356" S | 51° 16' 57.3649" W |
| 22 | 6° 59' 36.6870" S | 51° 16' 58.7012" W |
| 23 | 6° 59' 38.9999" S | 51° 16' 58.7526" W |
| 24 | 6° 59' 39.1027" S | 51° 16' 59.1124" W |
| 25 | 6° 59' 40.1306" S | 51° 16' 59.0096" W |
| 26 | 6° 59' 40.0278" S | 51° 16' 59.5750" W |
| 27 | 6° 59' 40.5418" S | 51° 16' 59.6264" W |
| 28 | 6° 59' 40.5932" S | 51° 17' 00.5001" W |
| 29 | 6° 59' 44.6535" S | 51° 17' 00.5515" W |
| 30 | 6° 59' 44.7049" S | 51° 17' 01.1169" W |
| 31 | 6° 59' 45.3216" S | 51° 17' 01.1169" W |
| 32 | 6° 59' 45.2702" S | 51° 17' 02.6588" W |
| 33 | 6° 59' 46.0412" S | 51° 17' 03.6353" W |

Tabela 08: Vértices da poligonal da área degradada
(conclusão)

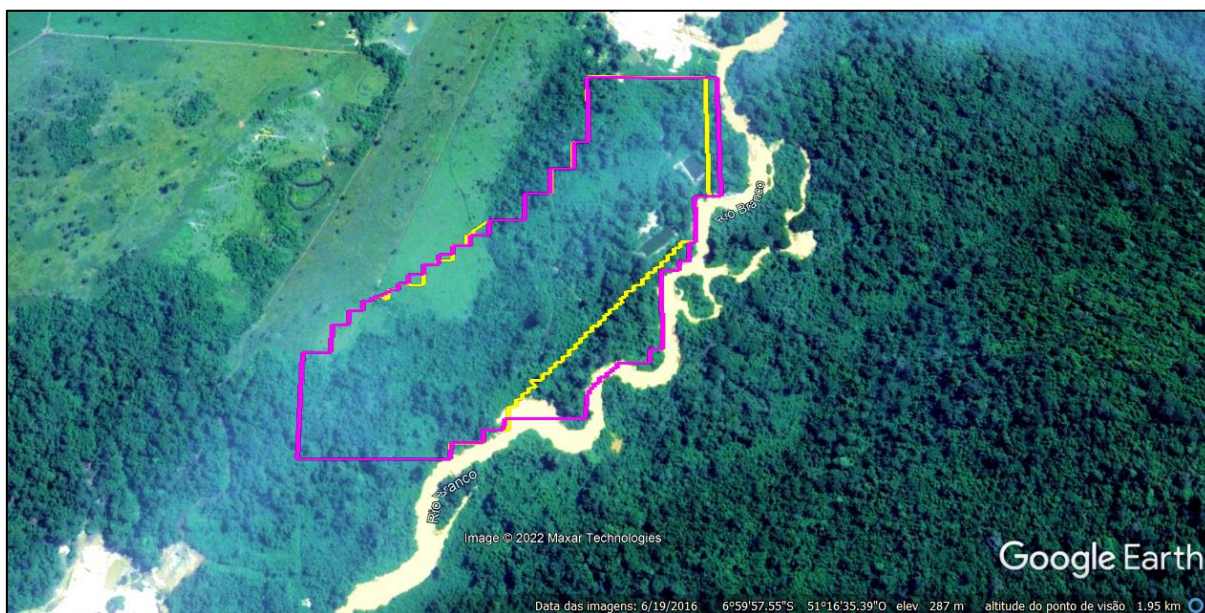
| Vértice | Vértice | Vértice |
|---------|-------------------|--------------------|
| 34 | 6° 59' 46.8635" S | 51° 17' 04.4062" W |
| 35 | 6° 59' 48.0970" S | 51° 17' 04.5090" W |
| 36 | 6° 59' 48.2148" S | 51° 17' 08.4066" W |
| 37 | 6° 59' 48.7502" S | 51° 17' 08.3852" W |
| 38 | 6° 59' 48.7930" S | 51° 17' 09.4345" W |
| 39 | 6° 59' 49.4141" S | 51° 17' 09.3703" W |
| 40 | 6° 59' 49.4355" S | 51° 17' 10.9764" W |
| 41 | 6° 59' 50.2064" S | 51° 17' 10.9336" W |
| 42 | 6° 59' 50.0194" S | 51° 17' 17.4067" W |
| 43 | 6° 59' 50.1015" S | 51° 17' 17.4609" W |

Fonte: O autor (2021)

Em simples observações feitas a partir do Google Earth com a ferramenta de imagens históricas é possível visualizar a velocidade da degradação na poligonal. Embora já existissem atividades econômicas e até mesmo garimpos ilegais no entorno do atual empreendimento, estes ainda não haviam avançado para a parte do atual estudo.

Convém ressaltar que as ações de extração clandestinas foram realizadas por superficiário anterior. O atual proprietário do imóvel rural, possui este desde o ano de 2019. Já o requerimento de permissão de lavra garimpeira é do mês de dezembro de 2019. Na figura 10 pode ser observado os fatos discorridos.

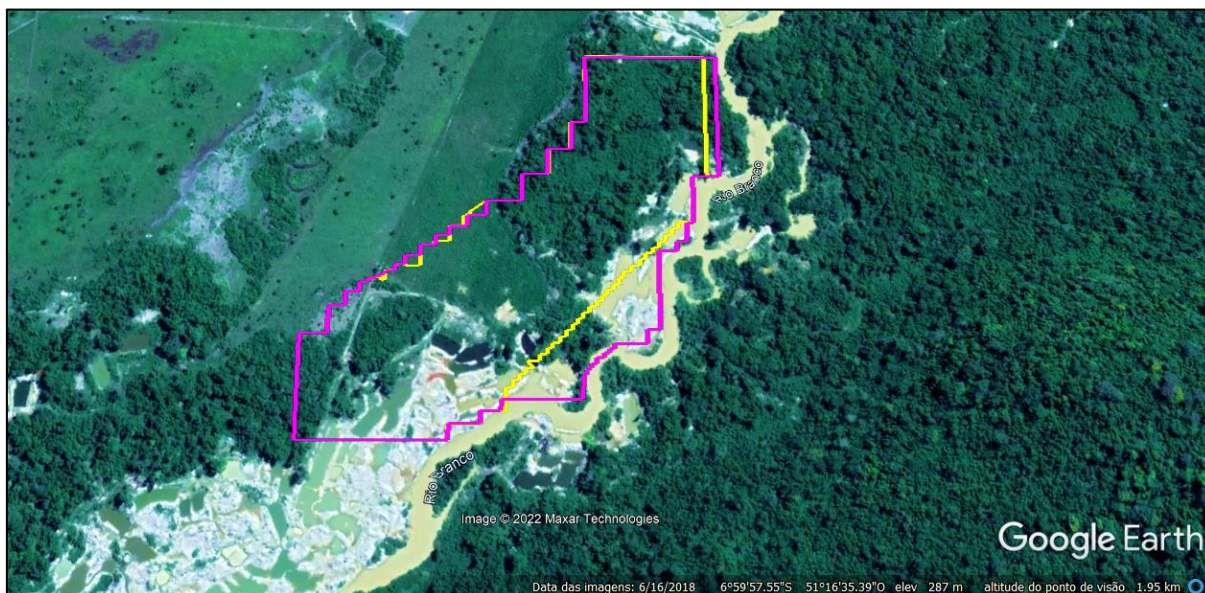
Figura 10: Imagem histórica de junho de 2016



Fonte: Google Earth (2022)

Ainda, conforme a mesma ferramenta, a degradação iniciou-se 02 anos após a figura 08. Na figura 11 já é possível constatar degradação na área.

Figura 11: Imagem histórica de junho de 2018



Fonte: Google Earth (2022)

Nos anos seguintes a atividade predatória continuou a ocorrer até a venda imóvel rural para o atual proprietário, no qual este optou pela não continuidade de tais práticas, face as diversas complicações legais que porventura decorreriam destas. Na figura 12 e 13 expõe-se o cenário resultante da degradação.

Figura 12: Cava de garimpo antigo



Fonte: O autor (2020)

Figura 13: Cava de garimpo antigo



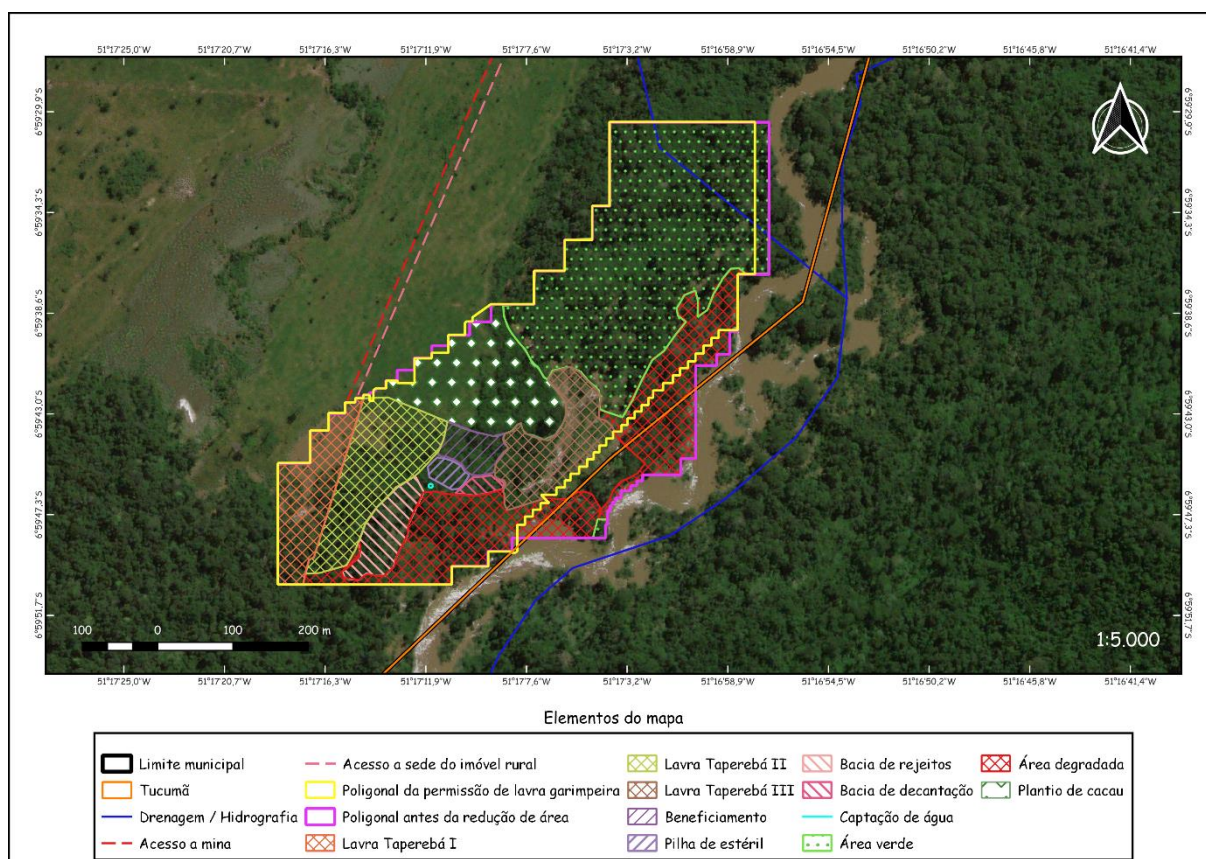
Fonte: O autor (2020)

Nas figuras apresentadas, embora seja possível observar que existem indícios de regeneração da vegetação local, devem ser ressaltados fatores de investigação ambiental uma vez que o ambiente em si possui desequilíbrio, tendo em vista que boa parte destes espécimes são considerados invasores.

5.3. ESTRUTURAS OPERACIONAIS E DE PRESERVAÇÃO

O empreendimento de lavra garimpeira está ordenado, conforme a seguir, a partir de estruturas aprovadas pela Secretaria de Meio Ambiente, Turismo e Indústria de Tucumã e da Agência Nacional de Mineração. No layout da Figura 14, têm-se a identificação das instalações das estruturas em desenvolvimento e/ou a serem desenvolvidas.

Figura 14: Layout geral das servidões da lavra garimpeira - Mina Taperebá



Fonte: O autor (2022)

5.3.1. Lavra

O método de lavra utilizado para a extração do minério de ouro e cassiterita é o de lavra de mina a céu aberto, por meio de bancada em cava (*open pit mining*). Assim que o minério é exposto, a lavra se dá na forma de bancada única, podendo haver o desenvolvimento de níveis em taludes, à medida que ocorre o aprofundamento da extração mineral.

A lavra em cava detém a sua cota abaixo da topografia original do terreno, tornando a mina em um reservatório, necessitando-se de bombeamento para o escoamento das águas pluviais. A altura dos taludes desenvolvidos não possui altura

superior a 5,00 metros. No empreendimento é lavrada apenas uma bancada por vez, com taludes podendo definir subníveis, até que ocorra a exaustão mineral. O desenvolvimento lateral é feito de forma que a praça possua uma inclinação de 1,50% no sentido descendente, com objetivo de escoar/drenar as águas pluviais para o fundo da cava para posterior bombeamento da água para utilização na planta de beneficiamento.

Para os depósitos com formação primária, também conhecidos como rochas friáveis, utiliza-se o desmonte da rocha por escavadeiras hidráulicas, tratores de esteiras, pás carregadeiras, escarificadores, entre outros; esses equipamentos são os responsáveis também por realizar o decapeamento superficial.

Para os depósitos de formação secundária, que são aqueles onde os sedimentos encontram-se nos depósitos coluvionares, aluvionares ou eluvionares, conhecidos também como *placers* é feito uso de equipamentos adequados as características do minério. Para esse tipo de minério é utilizado o desmonte hidráulico, método de lavra aplicado a substratos de cassiterita, onde se faz necessário o uso de energia concentrada em jatos d'água aplicado sob alta pressão nas frentes de lavra, para assim realizar o desmonte, resultando em uma polpa contendo uma mistura de sólidos com água.

5.3.1.1. Elementos geométricos da lavra garimpeira

A extração do minério é desenvolvida por lavra a céu aberto em bancadas em cava. Neste caso específico em que a geologia apresenta corpos subverticais, optou-se por bancadas de até 5,00 metros de altura. As bermas operacionais são de 5,00 metros de largura, e as bermas da cava final de 5,00 metros de largura. Os elementos geométricos considerados são:

- **Ângulo de Talude:** deve ser dimensionado para que permita a continuidade das operações realizadas em seu nível ou em níveis inferiores e superiores, permanecendo estável enquanto durarem as operações de lavra e após seu fechamento.
- **Berma:** a berma quebra a continuidade do talude, ajudando na estabilidade, segura blocos de rochas que possam se soltar e facilita a drenagem. Serve também de acesso aos diferentes níveis.
- **Praça:** é a área de manobras dos equipamentos de cota inferior e que dá acesso a todas as frentes da mina.

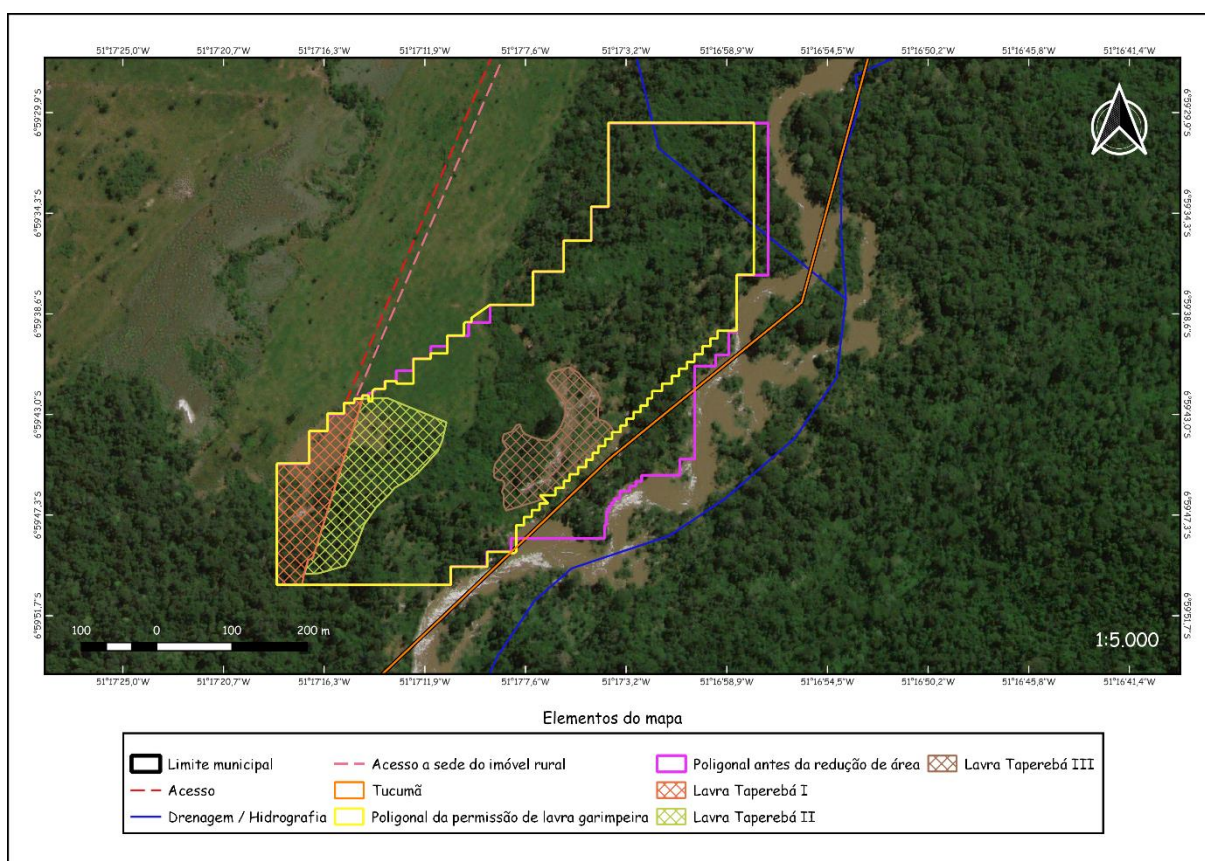
- Bancada: porção da rocha formada por duas bermas consecutivas, tendo um ângulo de talude próprio e onde é possível realizar o desmonte mecânico do material.
- Vias de acesso: são desenvolvimentos básicos que permitem atingir a jazida. O desenvolvimento da lavra e o acesso às pilhas de estéril dependem do sistema de acesso à mina.
- Ângulo geral de talude (α): definido com ângulo que uma reta que passa pelas cristas dos bancos faz com a horizontal. Esse ângulo é determinado baseando-se em estudos geotécnicos. O ângulo deve permitir a estabilidade das escavações durante o tempo mínimo igual a vida útil da mina.
- Ângulo de talude entre bermas, ou bancos de lavra (β): definido como o ângulo que a face do banco faz com a horizontal. O valor é definido com base no tipo de maquinário de escavação e o material a ser escavado de forma que manter a estabilidade da face do banco por um período mínimo igual ao tempo de operações de lavra naquele banco.
- Ângulo da berma (γ): é o ângulo que o piso da berma faz com a horizontal, seu valor deve ser tal que permita o escoamento das águas para a canaleta sem provocar erosão no piso da berma.
- Canaleta: posicionada longitudinalmente ao pé de cada banco, destinada a coletar as águas anteriormente referidas e conduzi-las para fora da área de lavra. É comum, e recomendado, criar frisos, posicionados no entorno dos bancos, para que assim a possa-se orientar a drenagem das águas. As canaletas devem ser posicionadas a uma distância adequada dos pés dos bancos de maneira que não sejam obstruídos por qualquer tipo de movimento de massas da face do banco superior.
- Largura da berma: dimensionada de maneira tal que permita o acesso de equipamentos destinados à remoção dos materiais que porventura escorreguem.
- Altura da bancada: parâmetro de grande importância na segurança e economicidade das operações. Deve ser dimensionada para que os fenômenos de instabilidade tenham efeitos apenas locais, além de adequado ajuste entre a escala de produção desejada e os equipamentos de lavra disponíveis.

- Ângulo de caída das canaletas (δ): dimensionado de tal forma que as águas coletadas nos pisos das bermas possam ser conduzidas para fora da área da mina sem erodir o fundo das canaletas.
- Altura das Leiras dos Taludes: As leiras dos taludes devem obter altura conforme a medida da metade da altura do maior pneu do equipamento a se transitar/utilizar na lavra.

5.3.1.2. Localização das frentes de lavra

O empreendimento ao longo de sua vida útil possuirá três frentes de lavra, conforme layout da Figura 15.

Figura 15: Frente de lavra I, II e III da Mina Taperebá



Fonte: O autor (2022)

A área total destinada para lavra é de 4,13 hectares, ocupando, portanto, um perímetro de aproximadamente 41.300,00 m². A frente de lavra I é situada nas seguintes coordenadas, em uma área total de 1,26 hectares, conforme Tabela 09.

Tabela 09: Vértices da poligonal de frente de lavra I

| Vértices | Latitude | Longitude |
|----------|-------------------|--------------------|
| 01 | 6° 59' 50.3002" S | 51° 17' 18.2886" W |
| 02 | 6° 59' 45.1698" S | 51° 17' 18.2544" W |
| 03 | 6° 59' 45.1100" S | 51° 17' 16.9400" W |
| 04 | 6° 59' 43.6870" S | 51° 17' 16.9400" W |
| 05 | 6° 59' 43.6889" S | 51° 17' 16.1209" W |
| 06 | 6° 59' 42.9960" S | 51° 17' 16.1052" W |
| 07 | 6° 59' 42.9857" S | 51° 17' 15.4027" W |
| 08 | 6° 59' 42.5163" S | 51° 17' 15.3856" W |
| 09 | 6° 59' 42.4923" S | 51° 17' 14.9470" W |
| 10 | 6° 59' 42.2881" S | 51° 17' 14.9358" W |
| 11 | 6° 59' 42.2964" S | 51° 17' 14.6364" W |
| 12 | 6° 59' 49.1531" S | 51° 17' 16.7809" W |
| 13 | 6° 59' 49.2620" S | 51° 17' 17.0209" W |
| 14 | 6° 59' 49.7424" S | 51° 17' 17.1336" W |
| 15 | 6° 59' 50.2968" S | 51° 17' 17.2881" W |
| 16 | 6° 59' 50.3002" S | 51° 17' 18.2886" W |

Fonte: O autor (2021)

A frente de lavra II é situada nas coordenadas da Tabela 10 em uma área total de 1,40 hectares.

Tabela 10: Vértices da poligonal de frente de lavra II

(continua)

| Vértices | Latitude | Longitude |
|----------|-------------------|--------------------|
| 01 | 6° 59' 42.3181" S | 51° 17' 14.3092" W |
| 02 | 6° 59' 42.7265" S | 51° 17' 12.9943" W |
| 03 | 6° 59' 43.2462" S | 51° 17' 11.1581" W |
| 04 | 6° 59' 44.0237" S | 51° 17' 11.3669" W |
| 05 | 6° 59' 44.5376" S | 51° 17' 11.6410" W |

Tabela 10: Vértices da poligonal de frente de lavra II
(conclusão)

| Vértices | Latitude | Longitude |
|----------|-------------------|--------------------|
| 06 | 6° 59' 45.0051" S | 51° 17' 12.1890" W |
| 07 | 6° 59' 45.4848" S | 51° 17' 12.7373" W |
| 08 | 6° 59' 45.8103" S | 51° 17' 13.2170" W |
| 09 | 6° 59' 46.1187" S | 51° 17' 13.6281" W |
| 10 | 6° 59' 46.6669" S | 51° 17' 14.1935" W |
| 11 | 6° 59' 47.4892" S | 51° 17' 14.7760" W |
| 12 | 6° 59' 48.5857" S | 51° 17' 15.1700" W |
| 13 | 6° 59' 49.2881" S | 51° 17' 15.5469" W |
| 14 | 6° 59' 49.4594" S | 51° 17' 16.0780" W |
| 15 | 6° 59' 49.3909" S | 51° 17' 16.5235" W |
| 16 | 6° 59' 48.9969" S | 51° 17' 16.5406" W |
| 17 | 6° 59' 42.3181" S | 51° 17' 14.3092" W |

Fonte: O autor (2021)

A frente de lavra III é situada nas coordenadas da Tabela 11, em uma área total de 1,47 hectares.

Tabela 11: Vértices da poligonal de frente de lavra III
(continua)

| Vértices | Latitude | Longitude |
|----------|-------------------|--------------------|
| 01 | 6° 59' 43.7675" S | 51° 17' 08.3302" W |
| 02 | 6° 59' 43.7032" S | 51° 17' 08.1556" W |
| 03 | 6° 59' 43.4304" S | 51° 17' 07.9733" W |
| 04 | 6° 59' 43.4016" S | 51° 17' 07.8265" W |
| 05 | 6° 59' 43.6452" S | 51° 17' 07.7430" W |
| 06 | 6° 59' 43.8181" S | 51° 17' 07.5997" W |
| 07 | 6° 59' 43.9608" S | 51° 17' 07.2772" W |
| 08 | 6° 59' 44.0623" S | 51° 17' 06.9561" W |
| 09 | 6° 59' 44.1113" S | 51° 17' 06.6468" W |

Tabela 11: Vértices da poligonal de frente de lavra III
(continua)

| Vértices | Latitude | Longitude |
|----------|-------------------|--------------------|
| 10 | 6° 59' 43.9921" S | 51° 17' 06.4738" W |
| 11 | 6° 59' 43.8449" S | 51° 17' 06.2980" W |
| 12 | 6° 59' 43.5882" S | 51° 17' 06.1019" W |
| 13 | 6° 59' 43.3832" S | 51° 17' 06.0040" W |
| 14 | 6° 59' 42.9799" S | 51° 17' 05.8551" W |
| 15 | 6° 59' 42.4757" S | 51° 17' 05.8390" W |
| 16 | 6° 59' 42.0766" S | 51° 17' 06.0364" W |
| 17 | 6° 59' 41.7682" S | 51° 17' 06.0021" W |
| 18 | 6° 59' 41.6312" S | 51° 17' 05.7965" W |
| 19 | 6° 59' 41.6826" S | 51° 17' 05.5310" W |
| 20 | 6° 59' 41.9395" S | 51° 17' 05.2740" W |
| 21 | 6° 59' 42.3593" S | 51° 17' 05.0855" W |
| 22 | 6° 59' 42.7705" S | 51° 17' 04.8885" W |
| 23 | 6° 59' 43.3658" S | 51° 17' 04.5855" W |
| 24 | 6° 59' 43.5585" S | 51° 17' 04.1358" W |
| 25 | 6° 59' 43.7153" S | 51° 17' 03.9437" W |
| 26 | 6° 59' 43.9620" S | 51° 17' 03.7844" W |
| 27 | 6° 59' 44.2498" S | 51° 17' 03.5890" W |
| 28 | 6° 59' 44.4145" S | 51° 17' 03.3944" W |
| 29 | 6° 59' 44.5688" S | 51° 17' 03.1725" W |
| 30 | 6° 59' 44.8768" S | 51° 17' 02.8644" W |
| 31 | 6° 59' 45.6617" S | 51° 17' 03.7007" W |
| 32 | 6° 59' 46.0344" S | 51° 17' 04.0733" W |
| 33 | 6° 59' 46.2488" S | 51° 17' 05.0603" W |
| 34 | 6° 59' 46.2712" S | 51° 17' 05.4959" W |
| 35 | 6° 59' 46.5503" S | 51° 17' 06.4994" W |

Tabela 11: Vértices da poligonal de frente de lavra III
(conclusão)

| Vértices | Latitude | Longitude |
|----------|-------------------|--------------------|
| 36 | 6° 59' 46.5366" S | 51° 17' 06.6981" W |
| 37 | 6° 59' 47.0232" S | 51° 17' 08.3839" W |
| 38 | 6° 59' 46.4338" S | 51° 17' 08.4525" W |
| 39 | 6° 59' 45.9851" S | 51° 17' 08.4848" W |
| 40 | 6° 59' 45.8343" S | 51° 17' 08.5551" W |
| 41 | 6° 59' 45.4758" S | 51° 17' 08.7613" W |
| 42 | 6° 59' 45.2702" S | 51° 17' 08.7099" W |
| 43 | 6° 59' 44.9447" S | 51° 17' 08.5386" W |

Fonte: O autor (2021)

5.3.1.3. Desenvolvimento mineiro

Os trabalhos iniciais que antecedem os serviços de lavra, consistem na remoção do solo orgânico e do material estéril antes da camada mineralizada. Como a área a ser lavrada possui depósitos minerais que estão em superfície e apresentam profundidade baixa, observa-se que o desenvolvimento da lavra e posterior produção mineral são justificáveis, haja vista, haver condições técnicas, geológicas e econômicas para a mesma.

Na abertura dos acessos, limpeza e preparação da área foi utilizado trator de esteiras. O solo removido e enriquecido com nutrientes presentes foi estocado em local apropriado nesta fase de instalação, para utilização posterior, visando à recuperação da área lavrada. Os acessos às praças serão realizados por estradas de até 10,00 m de largura, inclinação máxima de 10,00% e raios de curvatura superiores a 20,00 m.

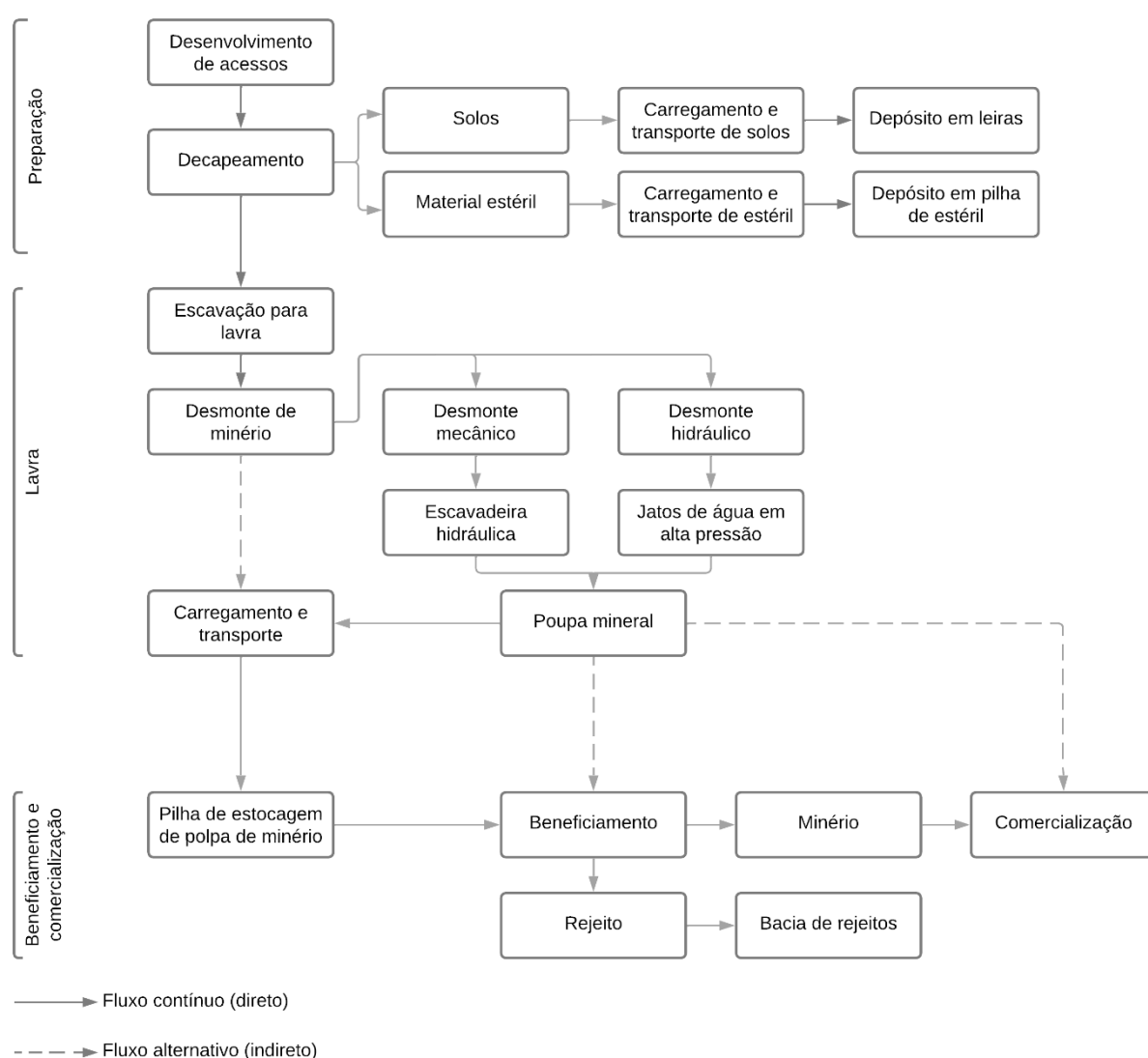
O desmonte do minério, quando a lavra estiver em operação, será realizado por meio mecânico, com uso de uma escavadeira hidráulica sob esteiras. O estéril e o minério serão carregados por uma escavadeira de esteiras e auxiliada por pá-carregadeira de pneus. O transporte será por caminhões basculantes para os locais correspondentes (beneficiamento ou depósitos de estéril).

Nos serviços de apoio, tais como abertura e conservação das estradas, drenagens, irrigação de pistas etc., serão utilizados trator de esteira, motoniveladora,

caminhão pipa e veículos diversos. A execução dos serviços relacionados a instalação do empreendimento ocorreu a partir da locação de máquinas na região de Tucumã. Para a operação, existe a pretensão do minerador de fazer uso de equipamentos próprios, em especial para o beneficiamento mineral. As máquinas de carregamento e transporte poderão ser locadas ou adquiridas a partir de financiamento junto a instituições financeiras.

O fluxograma exposto na Figura 16, ilustra o ciclo das operações da lavra garimpeira:

Figura 16: Fluxo das operações de lavra garimpeira



Fonte: O autor (2022)

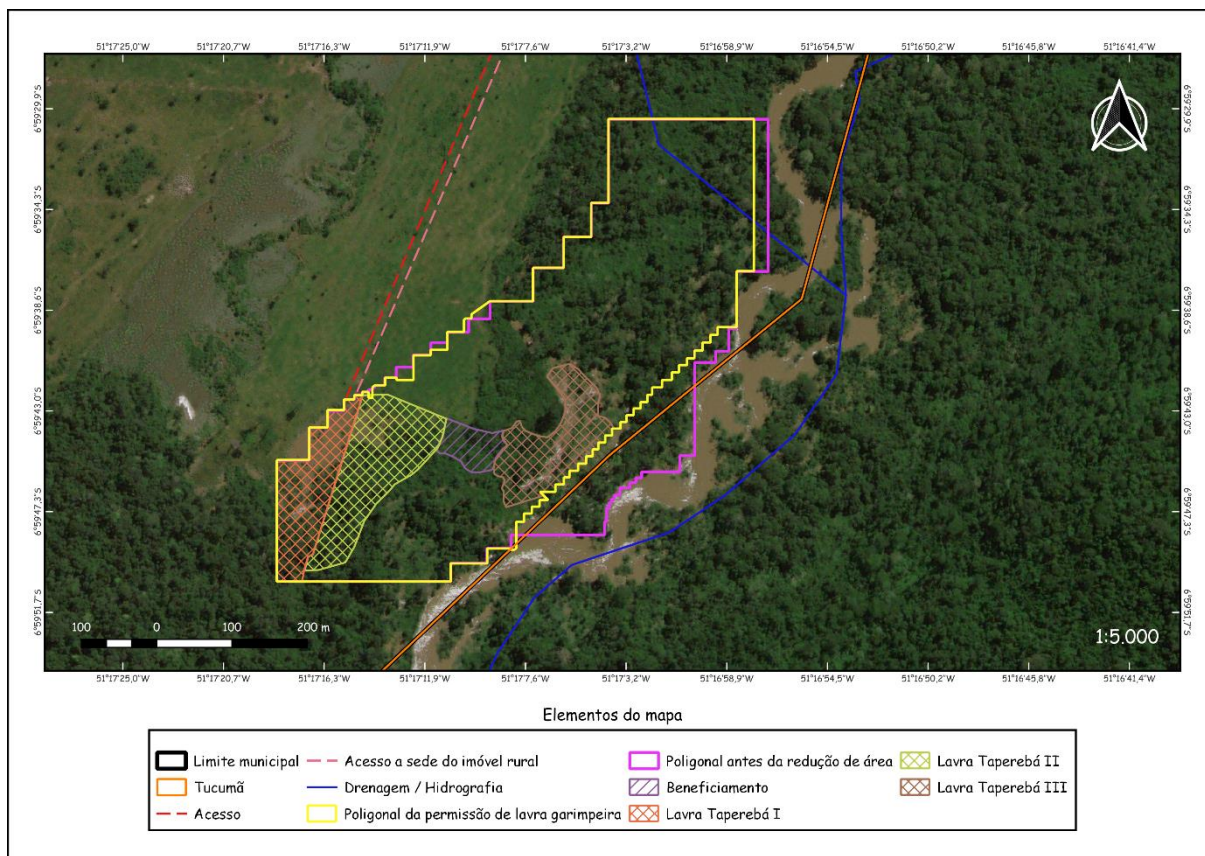
5.3.1.3.1. Preparação e desenvolvimento para a lavra

5.3.1.3.1.1. Decapeamento e supressão

O plano de preparação da mina contempla, para início da produção de minério, a construção de estrada interligando a área de lavra às instalações de apoio. Na atual fase de instalação, o desenvolvimento inicial para a mina é feito a partir do decapeamento solo orgânico e abertura das estradas de acessos a bancada inicial. A partir de então novos desenvolvimentos somente ocorrerão na preparação dos bancos de cotas inferiores após o sequenciamento da operação da mina.

As áreas nos quais existe a previsão de realização de supressão vegetal são as de beneficiamento mineral, frente de lavra (I, II e III), conforme ilustrado na figura 17.

Figura 17: Áreas de supressão



Fonte: O autor (2022)

5.3.1.3.1.2. Desmonte hidráulico

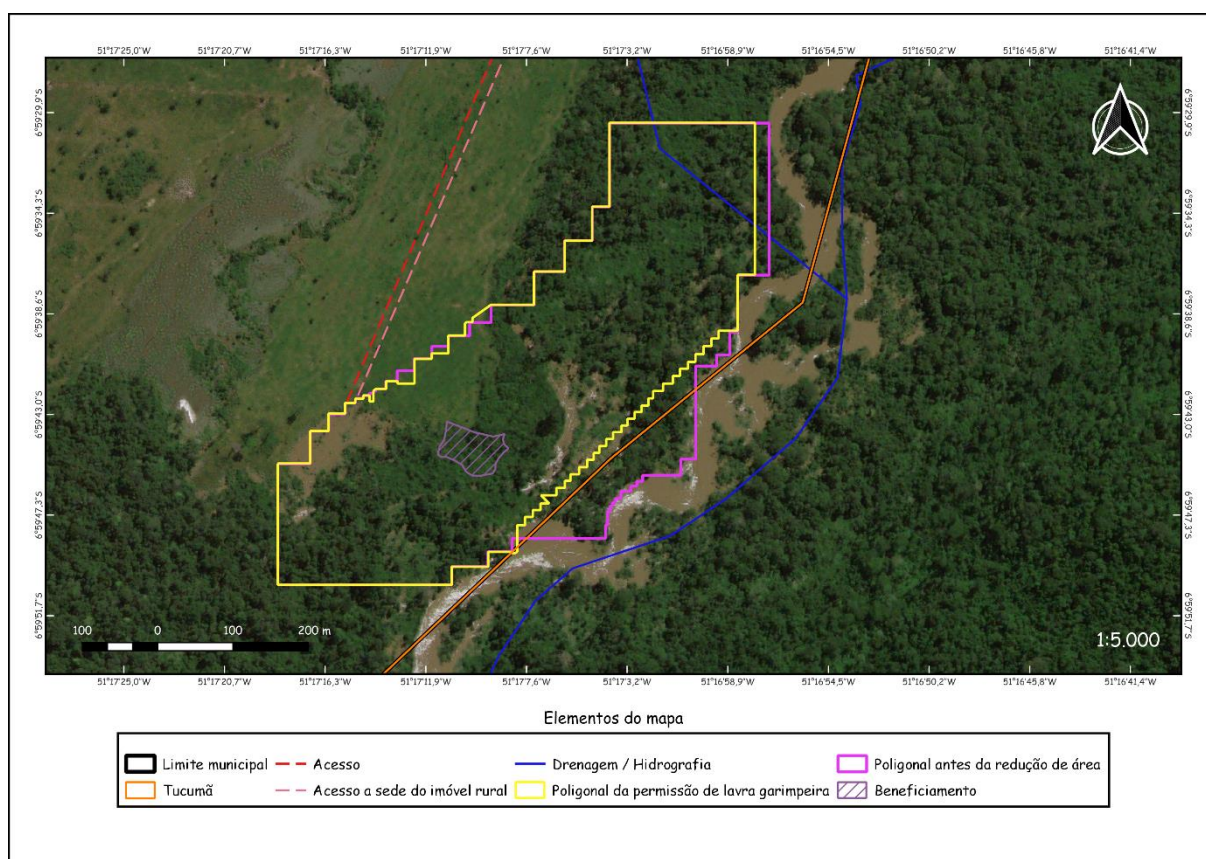
O desmonte mecânico do material na frente de lavra se dará por método intermitente, com a utilização da escavadeira hidráulica sob esteiras. As vantagens desse método é que o mesmo não causa danos no material, não produzem chamas,

proporciona baixa perda por finos e não precisa parar o equipamento para remover o material coletado. Como o material de exploração é brando, este tipo de desmonte resultará em alta produtividade de lavra com custo baixo. Todo material/rocha desmontado que detém de minério será enviado para a central de beneficiamento; já o material estéril será encaminhado para a pilha de estéril.

5.3.2. Beneficiamento mineral

O local destinado ao processamento mineral encontra-se situado nas coordenadas expostas na Tabela 10 e ilustrado na figura 18, em uma área total de 0,40 hectares.

Figura 18: Planta de beneficiamento da Mina Taperebá



Fonte: O autor (2022)

Tabela 12: Vértices da poligonal do beneficiamento

(continua)

| Vértices | Latitude | Longitude |
|----------|-------------------|--------------------|
| 01 | 6° 59' 43.3594" S | 51° 17' 11.0589" W |
| 02 | 6° 59' 43.8305" S | 51° 17' 09.8578" W |

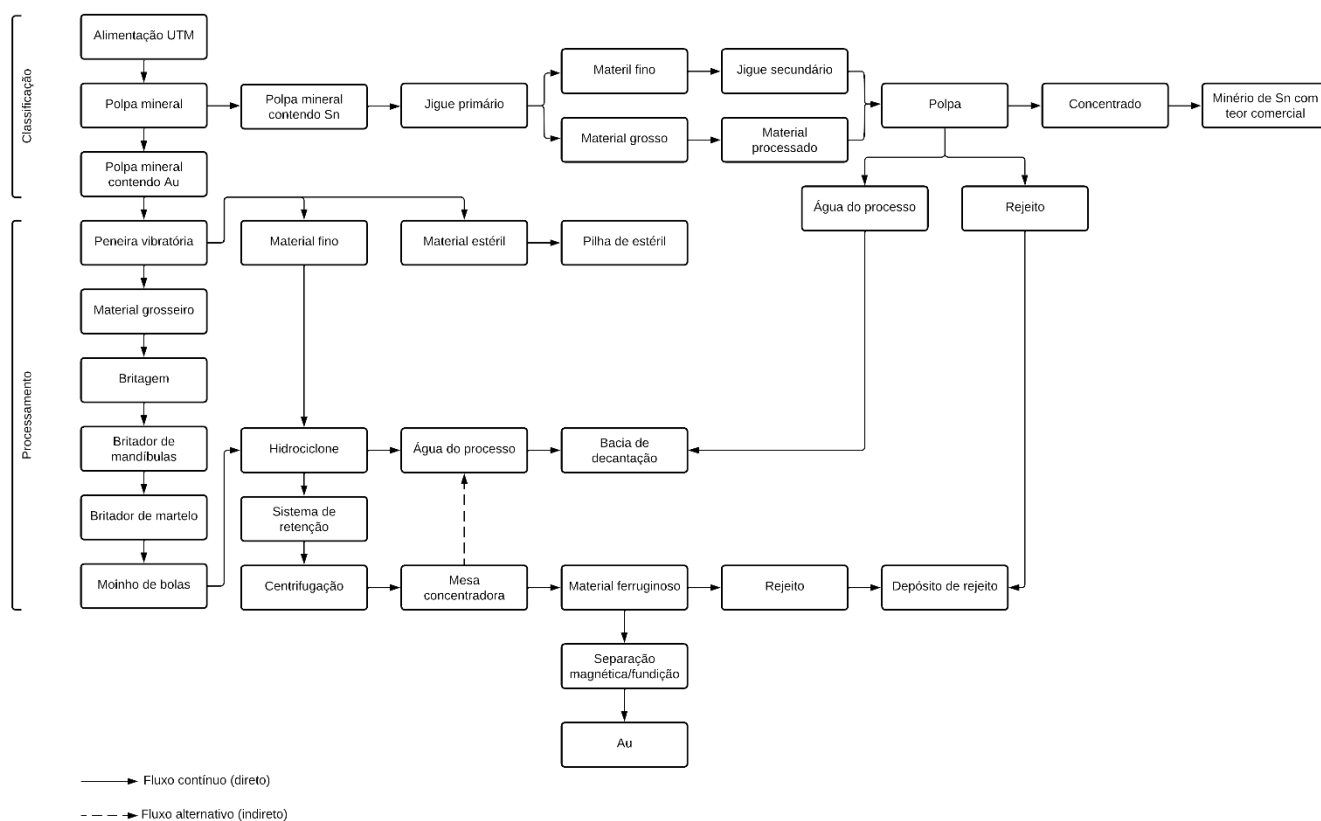
Tabela 12: Vértices da poligonal do beneficiamento
(conclusão)

| Vértices | Latitude | Longitude |
|----------|-------------------|--------------------|
| 03 | 6° 59' 44.0140" S | 51° 17' 09.0549" W |
| 04 | 6° 59' 43.9061" S | 51° 17' 08.5606" W |
| 05 | 6° 59' 44.1405" S | 51° 17' 08.6330" W |
| 06 | 6° 59' 44.3557" S | 51° 17' 08.5728" W |
| 07 | 6° 59' 44.5247" S | 51° 17' 08.3801" W |
| 08 | 6° 59' 44.6962" S | 51° 17' 08.5887" W |
| 09 | 6° 59' 44.9500" S | 51° 17' 08.8150" W |
| 10 | 6° 59' 45.1866" S | 51° 17' 08.9486" W |
| 11 | 6° 59' 45.4195" S | 51° 17' 08.9544" W |
| 12 | 6° 59' 45.6104" S | 51° 17' 09.0703" W |
| 13 | 6° 59' 45.7101" S | 51° 17' 09.5802" W |
| 14 | 6° 59' 45.7009" S | 51° 17' 09.9564" W |
| 15 | 6° 59' 45.5288" S | 51° 17' 10.2374" W |
| 16 | 6° 59' 45.2440" S | 51° 17' 10.3897" W |
| 17 | 6° 59' 45.0542" S | 51° 17' 10.7141" W |
| 18 | 6° 59' 44.8910" S | 51° 17' 11.0809" W |
| 19 | 6° 59' 44.9073" S | 51° 17' 11.2866" W |
| 20 | 6° 59' 44.7969" S | 51° 17' 11.4519" W |
| 21 | 6° 59' 44.4551" S | 51° 17' 11.3695" W |
| 22 | 6° 59' 44.1370" S | 51° 17' 11.1687" W |
| 23 | 6° 59' 43.6643" S | 51° 17' 11.0796" W |
| 24 | 6° 59' 43.3594" S | 51° 17' 11.0589" W |

Fonte: O autor (2021)

O fluxo da operação de beneficiamento mineral é representado na figura 19, no qual engloba a utilização dos equipamentos para o processamento de minério e cassiterita bem como da destinação dos resíduos e fluidos, para uma estimativa de produção de 160,00 toneladas/dia de rocha com minério.

Figura 19: Fluxo operacional do beneficiamento de minério de Au e Sn



Fonte: O autor (2022)

Subsequentemente serão descritos os procedimentos operacionais para obtenção do minério de interesse econômico.

5.3.2.1. Beneficiamento do minério de ouro

O beneficiamento do minério será realizado na unidade de tratamento de minério – UTM. O beneficiamento tem como objetivo liberar o ouro da rocha e recuperá-lo, ao máximo. O processo de redução granulométrica será executado em meio úmido. O processo condiz em início, com a alimentação de peneira vibratória de 2 decks com malhas <1,00” para classificação gravimétrica visando separar o material como fino ou grosseiro. O de granulometria fina é encaminhado para concentrador tipo hidrociclone enquanto o grosseiro passa por sequência de diminuição granulométrica por meio de britagem, no qual são utilizados o britador de mandíbulas e martelos; ao final desse processo de britagem o material cominuído é direcionado para o moinho de bolas, devendo o minério ter tamanho aproximado de até 100 *mesh*; posteriormente a massa mineral é direcionada para o concentrador hidrociclone.

Após esta etapa é realizado a centrifugação para melhorar o nível de seletividade operacional da unidade de tratamento mineral. Em sequência, no circuito de processamento é utilizada a mesa vibratória para concentração densitária. Nesse equipamento são obtidos o minério fino, já visível a olho nu e o considerado ferruginoso.

O material considerado estéril é encaminhado para a pilha de estéril e o rejeito para a bacia de rejeitos por meio de tubulação. A água utilizada é guiada por tubos para a bacia de decantação.

Já separado o minério de interesse das impurezas existentes é dado início ao processo de recuperação do ouro, no qual não é feito o uso de nenhum agente e/ou reagente químico.

A concentração final do ouro é realizada por separação densitária manualmente, através do método de bateamento. Após o bateamento os materiais ferruginosos serão separados do ouro por meio de utilização de um imã. No empreendimento não será realizado o processo de fundição de ouro.

5.3.2.2. Beneficiamento do minério de cassiterita

O processo de beneficiamento do minério de cassiterita é feito preferencialmente a partir do uso de jigues primários e secundários. Por serem equipamentos móveis, estes podem ser alocados tanto na frente de lavra no qual ocorre a extração do minério de interesse quanto na planta de beneficiamento. Para tanto, face as necessidades produtivas, estes devem ser instalados na estrutura licenciada para comportar a UTM.

O jigue em si é um equipamento de dilatação pulsante, no qual a partir das pulsações ascendentes e descendentes, de modo que o material mais pesado e fino atravessa as telas existentes e, posteriormente, fica depositado no fundo. O material mais grosseiro fica retido nas telas que compõem a estrutura, sendo posteriormente descartado por saída existente.

O material de interesse passa após operação no jigue primário para o de natureza secundária, no qual será novamente processado. O modo de funcionamento do jigue secundário é igual ao primário.

Ao final do uso, o minério retido no fundo do equipamento pode ser recolhido e assim formar o concentrado final, apto para comercialização. Os resíduos, sejam estes estéreis e rejeitos são depositados especificamente nas estruturas que

comportem tais itens. A água decorrente da atividade é direcionada para a bacia de decantação.

5.3.3. Estruturas de estéril, rejeito e decantação

A pilha de estéril da lavra garimpeira possuirá os seguintes elementos geométricos: altura final das bancadas: 5,00 metros; largura das bermas finais: 5,00 metros; largura das rampas: 5,00 metros; declividade máxima das rampas: 12,00%; ângulo de face do talude: 37°.

O estéril proveniente das frentes de lavra será acondicionado nesta estrutura. A expansão da pilha deverá ser realizada em atenção a capacidade volumétrica desta. O estéril do processo de lavra também poderá ser utilizado para acondicionamento topográfico. O estéril derivado do beneficiamento mineral será lançado em bacia de rejeitos. A estrutura em epígrafe está situada sob as seguintes coordenadas, em uma área total de 0,15 hectares, conforme tabela 13.

Tabela 13: Vértices da poligonal da pilha de estéril

| Vértices | Latitude | Longitude |
|----------|-------------------|--------------------|
| 01 | 6° 59' 44.8536" S | 51° 17' 11.4506" W |
| 02 | 6° 59' 45.2514" S | 51° 17' 11.8561" W |
| 03 | 6° 59' 45.7077" S | 51° 17' 11.7847" W |
| 04 | 6° 59' 46.2322" S | 51° 17' 10.8263" W |
| 05 | 6° 59' 46.2112" S | 51° 17' 10.5139" W |
| 06 | 6° 59' 46.0437" S | 51° 17' 10.3331" W |
| 07 | 6° 59' 45.6988" S | 51° 17' 10.1007" W |
| 08 | 6° 59' 45.5772" S | 51° 17' 10.0769" W |
| 09 | 6° 59' 45.5015" S | 51° 17' 10.2128" W |
| 10 | 6° 59' 45.4058" S | 51° 17' 10.2910" W |
| 11 | 6° 59' 45.2207" S | 51° 17' 10.3898" W |
| 12 | 6° 59' 44.9967" S | 51° 17' 10.8135" W |
| 13 | 6° 59' 44.8900" S | 51° 17' 11.1335" W |
| 14 | 6° 59' 44.8536" S | 51° 17' 11.4506" W |

Fonte: O autor (2021)

O rejeito produzido na lavra garimpeira é depositado em local com área de 0,62 hectares. A metodologia adotada para esta estrutura é o de pilhas controladas. As pilhas são sistemas de deposição de rejeitos em que inicialmente extrai-se a água da polpa mineral e a fração sólida é armazenada ou conformada em pilhas em locais adequados. Para garantir a estabilidade de longo prazo desta, os materiais sólidos têm que ser misturados com material de empréstimo para melhorar a resistência, podendo ser a priori as camadas de solos decorrentes do decapeamento ou com o estéril, finos e granulares, devendo haver a prévia separação da fração argilosa para que se evite a surgência do processo de liquefação.

Neste método de deposição de rejeitos, ainda são instalados drenos internos e superficiais. As vantagens deste tipo de método são ambientais, pois as pilhas podem ser construídas sem interferir com a rede de drenagem; e econômicas, pois não há necessidade de sistemas extravasores.

Poderão serem utilizados mecanismos para diminuição da umidade dos rejeitos, com o uso de bombas de vácuo, por exemplo. Neste caso, a tendência é de redução de 20,00% a 50,00% da umidade dos rejeitos. Esta estrutura encontra-se sob as seguintes coordenadas, conforme tabela 14.

Tabela 14: Vértices da poligonal da bacia de rejeitos

(continua)

| Vértices | Latitude | Longitude |
|----------|-------------------|--------------------|
| 01 | 6° 59' 48.4904" S | 51° 17' 14.8312" W |
| 02 | 6° 59' 49.1247" S | 51° 17' 14.7757" W |
| 03 | 6° 59' 49.7958" S | 51° 17' 15.5426" W |
| 04 | 6° 59' 50.0905" S | 51° 17' 15.4463" W |
| 05 | 6° 59' 50.1473" S | 51° 17' 14.8215" W |
| 06 | 6° 59' 49.8707" S | 51° 17' 14.5181" W |
| 07 | 6° 59' 49.9732" S | 51° 17' 14.0422" W |
| 08 | 6° 59' 49.9566" S | 51° 17' 13.6880" W |
| 09 | 6° 59' 49.5838" S | 51° 17' 13.3286" W |
| 10 | 6° 59' 49.1220" S | 51° 17' 13.2024" W |
| 11 | 6° 59' 48.1937" S | 51° 17' 12.7191" W |
| 12 | 6° 59' 47.7859" S | 51° 17' 12.7052" W |

Tabela 14: Vértices da poligonal da bacia de rejeitos
(conclusão)

| Vértices | Latitude | Longitude |
|----------|-------------------|--------------------|
| 13 | 6° 59' 46.3490" S | 51° 17' 12.0260" W |
| 14 | 6° 59' 45.6489" S | 51° 17' 12.4046" W |
| 15 | 6° 59' 46.1639" S | 51° 17' 13.1940" W |
| 16 | 6° 59' 47.0133" S | 51° 17' 14.0678" W |
| 17 | 6° 59' 47.6496" S | 51° 17' 14.5316" W |
| 18 | 6° 59' 48.4904" S | 51° 17' 14.8312" W |

Fonte: O autor (2021)

A bacia de decantação, no qual serão depositados os fluidos da lavra garimpeira possuem um total de 0,11 hectares, estando localizada sob as coordenadas assim expressas, de acordo com a tabela 15.

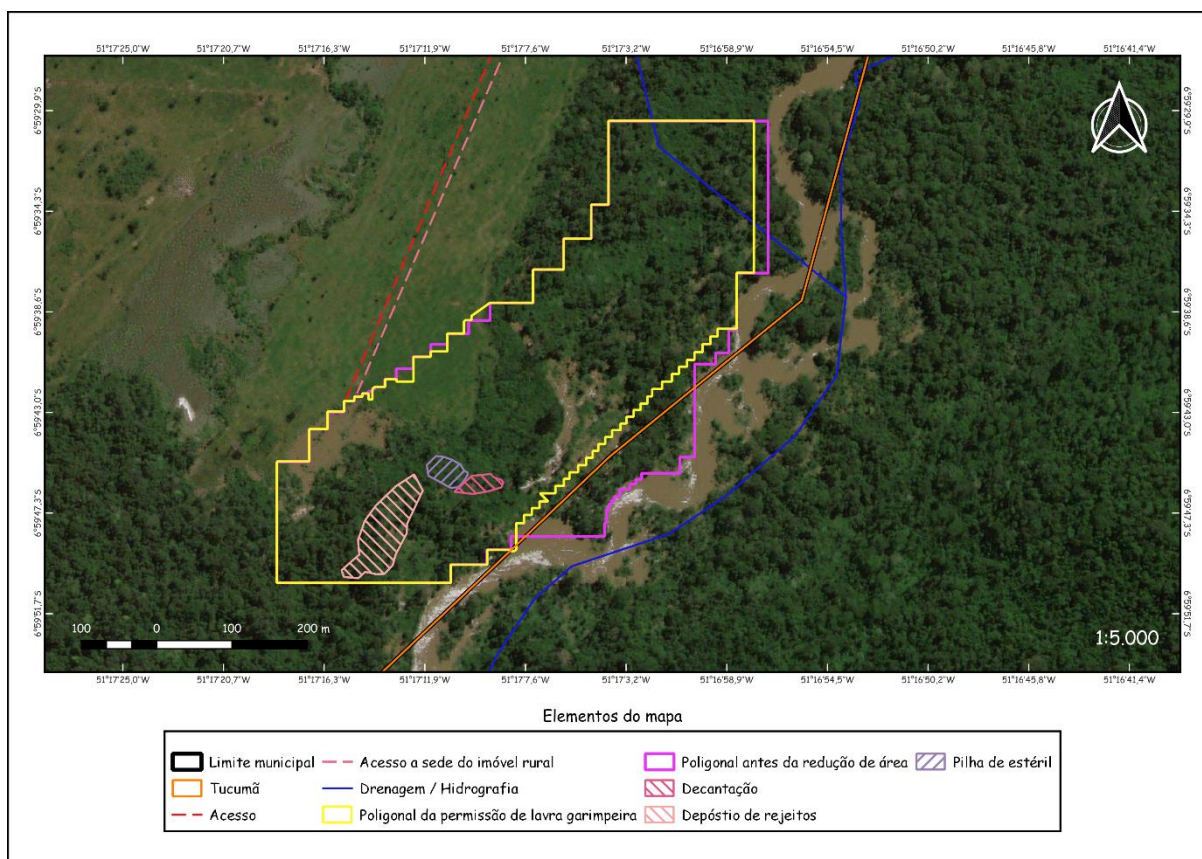
Tabela 15: Vértices da poligonal da bacia de decantação

| Vértices | Latitude | Longitude |
|----------|-------------------|--------------------|
| 01 | 6° 59' 45.7137" S | 51° 17' 09.9108" W |
| 02 | 6° 59' 46.4061" S | 51° 17' 10.6617" W |
| 03 | 6° 59' 46.4960" S | 51° 17' 09.8456" W |
| 04 | 6° 59' 46.4348" S | 51° 17' 09.4623" W |
| 05 | 6° 59' 46.3605" S | 51° 17' 09.1154" W |
| 06 | 6° 59' 46.2151" S | 51° 17' 08.6285" W |
| 07 | 6° 59' 45.9932" S | 51° 17' 08.5454" W |
| 08 | 6° 59' 45.8925" S | 51° 17' 08.6294" W |
| 09 | 6° 59' 45.7693" S | 51° 17' 08.9674" W |
| 10 | 6° 59' 45.6293" S | 51° 17' 09.0995" W |
| 11 | 6° 59' 45.6787" S | 51° 17' 09.5565" W |
| 12 | 6° 59' 45.7137" S | 51° 17' 09.9108" W |

Fonte: O autor (2021)

Os resíduos gerados a partir da extração e do beneficiamento mineral, estão localizados nas estruturas outorgadas, referenciadas na figura 20.

Figura 20: Estruturas de contenção de resíduos minerais da lava e beneficiamento



Fonte: O autor (2022)

5.3.4. Área de preservação e de plantio na poligonal

A poligonal da lava garimpeira possui área de vegetação nativa, no qual em comum acordo entre minerador e superficiário ficou estabelecido a preservação desta.

O perímetro desta área verde possui um total de 7,68 hectares, de acordo com os vértices da tabela 16. Ainda, em manutenção a atividade econômico do proprietário do imóvel rural, no plantio de cacau existente não haverá interferência na estrutura deste por parte da operação do empreendimento. Esta plantação possui uma ocupação de 2,16 hectares, localizados nos vértices da tabela 17 e ilustrado na figura 21.

Tabela 16: Vértices da poligonal da área verde

(continua)

| Vértices | Latitude | Longitude |
|----------|-------------------|--------------------|
| 01 | 6° 59' 42.7369" S | 51° 17' 04.2444" W |
| 02 | 6° 59' 42.6224" S | 51° 17' 04.4106" W |
| 03 | 6° 59' 42.3555" S | 51° 17' 04.3928" W |

Tabela 16: Vértices da poligonal da área verde

(continua)

| Vértices | Latitude | Longitude |
|----------|-------------------|--------------------|
| 04 | 6° 59' 41.9370" S | 51° 17' 04.4557" W |
| 05 | 6° 59' 41.5183" S | 51° 17' 04.9290" W |
| 06 | 6° 59' 41.1399" S | 51° 17' 05.2325" W |
| 07 | 6° 59' 40.9306" S | 51° 17' 05.7267" W |
| 08 | 6° 59' 41.0948" S | 51° 17' 06.4585" W |
| 09 | 6° 59' 41.4832" S | 51° 17' 06.6519" W |
| 10 | 6° 59' 41.3955" S | 51° 17' 06.8267" W |
| 11 | 6° 59' 40.9943" S | 51° 17' 07.0533" W |
| 12 | 6° 59' 40.6855" S | 51° 17' 07.3699" W |
| 13 | 6° 59' 40.1844" S | 51° 17' 07.6372" W |
| 14 | 6° 59' 39.8631" S | 51° 17' 07.9256" W |
| 15 | 6° 59' 39.5189" S | 51° 17' 08.1953" W |
| 16 | 6° 59' 39.2254" S | 51° 17' 08.3840" W |
| 17 | 6° 59' 38.7663" S | 51° 17' 08.5495" W |
| 18 | 6° 59' 38.2836" S | 51° 17' 08.5966" W |
| 19 | 6° 59' 38.2176" S | 51° 17' 07.2621" W |
| 20 | 6° 59' 36.7984" S | 51° 17' 07.2134" W |
| 21 | 6° 59' 36.7831" S | 51° 17' 05.9686" W |
| 22 | 6° 59' 35.4419" S | 51° 17' 05.9528" W |
| 23 | 6° 59' 35.3874" S | 51° 17' 04.7291" W |
| 24 | 6° 59' 33.9713" S | 51° 17' 04.7109" W |
| 25 | 6° 59' 33.9928" S | 51° 17' 03.9612" W |
| 26 | 6° 59' 30.3703" S | 51° 17' 03.9501" W |
| 27 | 6° 59' 30.3457" S | 51° 16' 57.0940" W |
| 28 | 6° 59' 36.8973" S | 51° 16' 57.1118" W |
| 29 | 6° 59' 36.9074" S | 51° 16' 58.0954" W |

Tabela 16: Vértices da poligonal da área verde
(conclusão)

| Vértices | Latitude | Longitude |
|----------|-------------------|--------------------|
| 30 | 6° 59' 36.6608" S | 51° 16' 58.3871" W |
| 31 | 6° 59' 36.6924" S | 51° 16' 58.7488" W |
| 32 | 6° 59' 37.0546" S | 51° 16' 59.0441" W |
| 33 | 6° 59' 37.1375" S | 51° 16' 59.1167" W |
| 34 | 6° 59' 37.2196" S | 51° 16' 59.1447" W |
| 35 | 6° 59' 37.7878" S | 51° 16' 59.4912" W |
| 36 | 6° 59' 38.4707" S | 51° 16' 59.7501" W |
| 37 | 6° 59' 38.7822" S | 51° 17' 00.1757" W |
| 38 | 6° 59' 38.0850" S | 51° 17' 00.1634" W |
| 39 | 6° 59' 37.6359" S | 51° 17' 00.2736" W |
| 40 | 6° 59' 37.8272" S | 51° 17' 00.7425" W |
| 41 | 6° 59' 38.4070" S | 51° 17' 01.0876" W |
| 42 | 6° 59' 38.7146" S | 51° 17' 01.0319" W |
| 43 | 6° 59' 38.9898" S | 51° 17' 00.6770" W |
| 44 | 6° 59' 39.4922" S | 51° 17' 01.0972" W |
| 45 | 6° 59' 40.1307" S | 51° 17' 01.5528" W |
| 46 | 6° 59' 40.2278" S | 51° 17' 01.6170" W |
| 47 | 6° 59' 40.5611" S | 51° 17' 02.2571" W |
| 48 | 6° 59' 41.3749" S | 51° 17' 02.6597" W |
| 49 | 6° 59' 42.2914" S | 51° 17' 03.1394" W |
| 50 | 6° 59' 42.9767" S | 51° 17' 03.5077" W |
| 51 | 6° 59' 42.7369" S | 51° 17' 04.2444" W |

Fonte: O autor (2021)

Tabela 17: Vértices da poligonal do plantio de cacau

(continua)

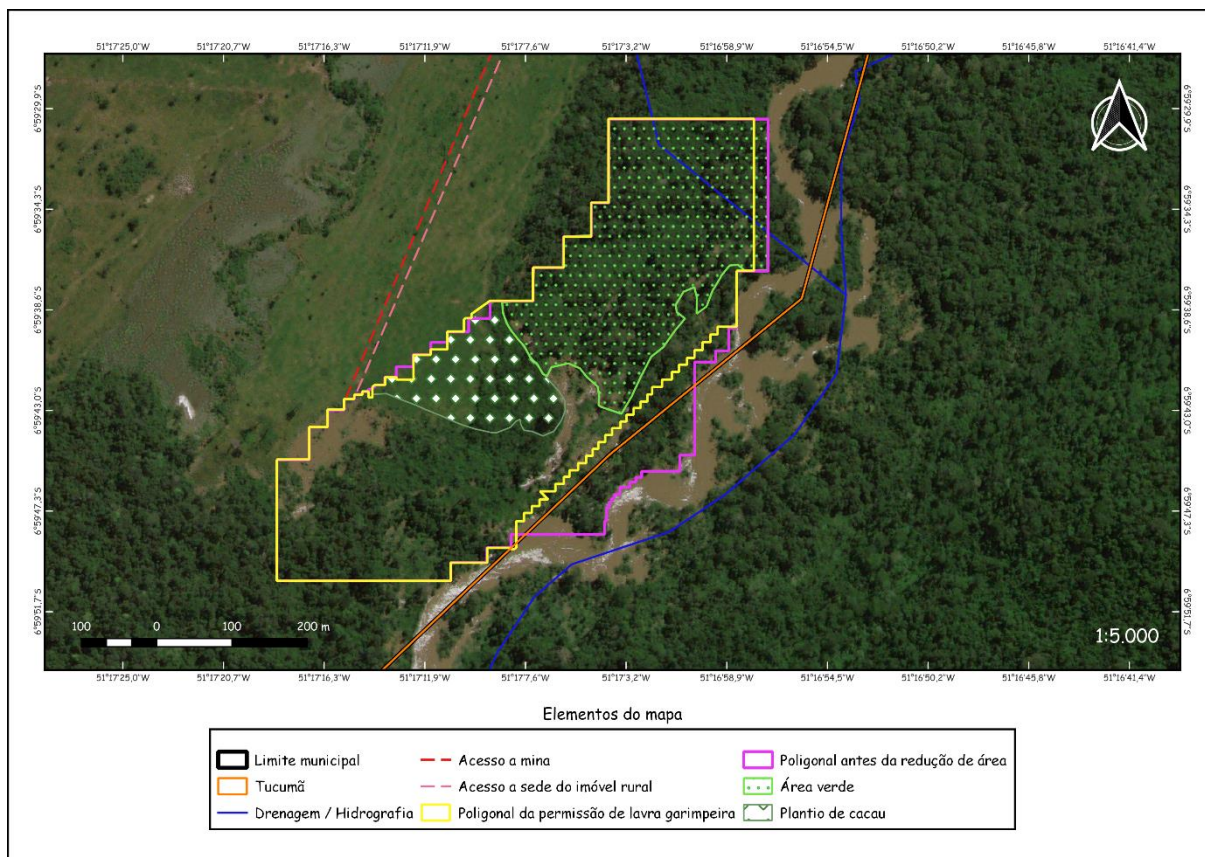
| Vértices | Latitude | Longitude |
|----------|-------------------|--------------------|
| 01 | 6° 59' 42.1385" S | 51° 17' 14.3838" W |
| 02 | 6° 59' 42.0418" S | 51° 17' 14.3759" W |
| 03 | 6° 59' 42.0452" S | 51° 17' 14.2051" W |
| 04 | 6° 59' 41.9584" S | 51° 17' 14.2000" W |
| 05 | 6° 59' 41.9510" S | 51° 17' 14.0910" W |
| 06 | 6° 59' 41.8747" S | 51° 17' 14.0948" W |
| 07 | 6° 59' 41.8688" S | 51° 17' 13.6748" W |
| 08 | 6° 59' 41.5268" S | 51° 17' 13.6787" W |
| 09 | 6° 59' 41.5194" S | 51° 17' 13.1689" W |
| 10 | 6° 59' 41.0805" S | 51° 17' 13.1765" W |
| 11 | 6° 59' 41.0625" S | 51° 17' 12.4473" W |
| 12 | 6° 59' 40.5345" S | 51° 17' 12.4447" W |
| 13 | 6° 59' 40.5445" S | 51° 17' 11.6783" W |
| 14 | 6° 59' 40.0245" S | 51° 17' 11.6600" W |
| 15 | 6° 59' 40.0063" S | 51° 17' 10.9572" W |
| 16 | 6° 59' 39.5806" S | 51° 17' 10.9457" W |
| 17 | 6° 59' 39.5678" S | 51° 17' 10.0272" W |
| 18 | 6° 59' 38.9950" S | 51° 17' 10.0203" W |
| 19 | 6° 59' 38.9669" S | 51° 17' 09.1280" W |
| 20 | 6° 59' 38.2490" S | 51° 17' 09.0918" W |
| 21 | 6° 59' 38.2651" S | 51° 17' 08.7320" W |
| 22 | 6° 59' 38.7035" S | 51° 17' 08.6923" W |
| 23 | 6° 59' 39.2817" S | 51° 17' 08.5382" W |
| 24 | 6° 59' 39.5644" S | 51° 17' 08.3454" W |
| 25 | 6° 59' 40.0655" S | 51° 17' 07.9599" W |
| 26 | 6° 59' 40.6052" S | 51° 17' 07.6130" W |
| 27 | 6° 59' 40.9778" S | 51° 17' 07.2918" W |

Tabela 17: Vértices da poligonal do plantio de cacau
(conclusão)

| Vértices | Latitude | Longitude |
|----------|-------------------|--------------------|
| 28 | 6° 59' 41.4018" S | 51° 17' 06.9834" W |
| 29 | 6° 59' 41.8467" S | 51° 17' 06.6326" W |
| 30 | 6° 59' 42.1695" S | 51° 17' 06.3362" W |
| 31 | 6° 59' 42.4683" S | 51° 17' 06.0840" W |
| 32 | 6° 59' 42.8024" S | 51° 17' 06.0069" W |
| 33 | 6° 59' 43.2521" S | 51° 17' 06.1482" W |
| 34 | 6° 59' 43.7275" S | 51° 17' 06.4566" W |
| 35 | 6° 59' 43.7661" S | 51° 17' 07.1376" W |
| 36 | 6° 59' 43.6890" S | 51° 17' 07.4203" W |
| 37 | 6° 59' 43.4706" S | 51° 17' 07.5616" W |
| 38 | 6° 59' 43.2264" S | 51° 17' 07.7030" W |
| 39 | 6° 59' 43.2650" S | 51° 17' 08.0113" W |
| 40 | 6° 59' 43.5091" S | 51° 17' 08.2812" W |
| 41 | 6° 59' 43.6504" S | 51° 17' 08.4996" W |
| 42 | 6° 59' 43.7789" S | 51° 17' 08.8080" W |
| 43 | 6° 59' 43.7147" S | 51° 17' 09.0778" W |
| 44 | 6° 59' 43.6119" S | 51° 17' 09.6560" W |
| 45 | 6° 59' 43.4577" S | 51° 17' 10.1700" W |
| 46 | 6° 59' 43.2650" S | 51° 17' 10.6711" W |
| 47 | 6° 59' 43.0337" S | 51° 17' 11.2108" W |
| 48 | 6° 59' 42.9260" S | 51° 17' 11.9233" W |
| 49 | 6° 59' 42.7319" S | 51° 17' 12.3451" W |
| 50 | 6° 59' 42.4825" S | 51° 17' 13.0137" W |
| 51 | 6° 59' 42.2419" S | 51° 17' 13.5981" W |
| 52 | 6° 59' 42.2783" S | 51° 17' 14.1345" W |
| 53 | 6° 59' 42.1385" S | 51° 17' 14.3838" W |

Fonte: O autor (2021)

Figura 21: Área do plantio de cacau e de preservação



Fonte: O autor (2022)

5.3.5. Estimativa de produção e de lucro da lavra garimpeira

Os empreendimentos minerários possuem em sua concepção técnica que o nível produção mineral é determinante para a saúde operacional. A permissão de lavra garimpeira, diferentemente de uma lavra convencional, não necessita por exemplo da quantificação de dados prévios para determinação da vida útil da mina, tais como sondagem e amostragem, o que em outros casos é determinante para que investimentos sejam realizados.

No entanto, quando se têm uma lavra garimpeira operando a partir de critérios técnicos, é importante que levantamentos preliminares sejam feitos com a finalidade de aferir o real potencial da área que será explorada. No caso da Mina Taperebá, o empreendedor realizou, dentro dos aspectos permitidos pela legislação, quando ainda na fase de licenciamento mineral e ambiental, procedimentos de prospecção que fossem pouco invasivos, visando quantificar informações sobre o potencial mineral da poligonal.

Realizou-se levantamento aerogeofísico com a utilização de métodos de magnetometria e gamaespectrometria, no qual foi possível a determinação de 06 alvos de 1ª ordem e 06 de 2ª ordem. Nos alvos de 1ª ordem foram desenvolvidas técnicas de investigação com amostragens de solo, rochas e sedimentos; visando a obtenção de teores para posterior estima de retorno. Os alvos de 2ª ordem foram identificados para melhor entendimento da geologia local e do contexto de mineralização das substâncias de interesse econômico. Na tabela 18 são apresentados os teores médios obtidos nas amostragens.

Tabela 18: Quantitativo dos minerais alvo na Mina Taperebá em (ppm)

| Descrição | Au | Au1 | Au2 | Sn |
|--------------------|------|-------|-------|--------|
| Frente de lavra 01 | 5,66 | 6,93 | 6,16 | 405 |
| Frente de lavra 02 | 5,65 | N. A. | N. A. | 367 |
| Frente de lavra 03 | 7,41 | 6,70 | 10,44 | 397 |
| Média | 6,24 | 4,54 | 5,53 | 368,66 |

Fonte: SGS Geosol Laboratórios LTDA (2022)

Outras substâncias consideradas garimpáveis foram encontradas nas amostragens realizados pelo minerador. No entanto, a concentração mineral destas, com os equipamentos existentes requer adaptações operacionais, as quais ainda estão sendo analisadas a viabilidade técnica, econômica e comercial, conforme tabela 19.

Tabela 19: Outras substâncias ocorrentes na Mina Taperebá

| Descrição | Ti (%) | W (g) | Nb (ppm) |
|--------------------|--------|-------|----------|
| Frente de lavra 01 | 13,78 | 30,13 | 541 |
| Frente de lavra 02 | 13,74 | 30,80 | 528 |
| Frente de lavra 03 | 13,71 | 30,19 | 503 |
| Média | 13,74 | 30,37 | 524 |

Fonte: SGS Geosol Laboratórios LTDA (2022)

Substâncias não garimpáveis também foram localizadas. Todavia estas não possuem viabilidade econômica e estão em grande parte associadas a composição

das de maior interesse econômico, bem como das garimpáveis, mas que não possuem aproveitamento no curto prazo.

Ainda, com base nos teores médios obtidos nas amostragens é possível determinar o volume produtivo que a Mina Taperebá poderá alcançar. No processo de amostragem foi verificado a proporção que para o minério de ouro e cassiterita equivale a 5:1 para estéril/rejeito em relação ao minério, ou seja, para cada tonelada de rocha contendo substâncias auríferas temos outras 05 toneladas que podem ser classificadas como material pouco útil.

No levantamento apresentado, a estimativa de produção é baseada área útil na ser lavrada, teor de minério contido, proporção estéril/rejeito/minério, associada a capacidade das máquinas e equipamentos da lavra e do beneficiamento, temos o seguinte cômputo para as três frentes de extração, conforme projeções de extração das tabelas 20, 21 e 22.

Tabela 20: Projeção da produção mineral em toneladas de rocha de minério de ouro e cassiterita na frente de lavra I

| Descrição | Ano 01 | | | Ano 02 | | | Ano 03 | | | Ano 04 | | | Ano 05 | | |
|-------------------|--------|--------|---------|--------|--------|---------|--------|--------|---------|--------|--------|---------|--------|--------|---------|
| | Dia | Mês | Ano | Dia | Mês | Ano | Dia | Mês | Ano | Dia | Mês | Ano | Dia | Mês | Ano |
| Minério | 160 | 3.520 | 42.240 | 160 | 3.520 | 42.240 | 160 | 3.520 | 42.240 | 160 | 3.520 | 42.240 | 160 | 3.520 | 42.240 |
| Rejeito e estéril | 800 | 17.600 | 211.200 | 800 | 17.600 | 211.200 | 800 | 17.600 | 211.200 | 800 | 17.600 | 211.200 | 800 | 17.600 | 211.200 |
| Total | 960 | 21.120 | 253.440 | 960 | 21.120 | 253.440 | 960 | 21.120 | 253.440 | 960 | 21.120 | 253.440 | 960 | 21.120 | 253.440 |

Fonte: O autor (2022)

Tabela 21: Projeção da produção mineral em toneladas de rocha de minério de ouro e cassiterita na frente de lavra II

| Descrição | Ano 01 | | | Ano 02 | | | Ano 03 | | | Ano 04 | | | Ano 05 | | |
|-------------------|--------|--------|---------|--------|--------|---------|--------|--------|---------|--------|--------|---------|--------|--------|---------|
| | Dia | Mês | Ano | Dia | Mês | Ano | Dia | Mês | Ano | Dia | Mês | Ano | Dia | Mês | Ano |
| Minério | 100 | 2.200 | 26.400 | 100 | 2.200 | 26.400 | 100 | 2.200 | 26.400 | 100 | 2.200 | 26.400 | 100 | 2.200 | 26.400 |
| Rejeito e estéril | 500 | 11.000 | 132.000 | 500 | 11.000 | 132.000 | 500 | 11.000 | 132.000 | 500 | 11.000 | 132.000 | 500 | 11.000 | 132.000 |
| Total | 600 | 13.200 | 158.400 | 600 | 13.200 | 158.400 | 600 | 13.200 | 158.400 | 600 | 13.200 | 158.400 | 600 | 13.200 | 158.400 |

Fonte: O autor (2022)

Tabela 22: Projeção da produção mineral em toneladas de rocha de minério de ouro na frente de lavra III

| Descrição | Ano 01 | | | Ano 02 | | | Ano 03 | | | Ano 04 | | | Ano 05 | | |
|-------------------|--------|--------|---------|--------|--------|---------|--------|--------|---------|--------|--------|---------|--------|--------|---------|
| | Dia | Mês | Ano | Dia | Mês | Ano | Dia | Mês | Ano | Dia | Mês | Ano | Dia | Mês | Ano |
| Minério | 150 | 3.300 | 39.600 | 150 | 3.300 | 39.600 | 150 | 3.300 | 39.600 | 150 | 3.300 | 39.600 | 150 | 3.300 | 39.600 |
| Rejeito e estéril | 750 | 16.500 | 198.000 | 750 | 16.500 | 198.000 | 750 | 16.500 | 198.000 | 750 | 16.500 | 198.000 | 750 | 16.500 | 198.000 |
| Total | 900 | 19.800 | 237.600 | 900 | 19.800 | 237.600 | 900 | 19.800 | 237.600 | 900 | 19.800 | 237.600 | 900 | 19.800 | 237.600 |

Fonte: O autor (2022)

No tangente aos lucros operacionais da lavra garimpeira, deve ser levado em consideração a cotação do dia para fins de cálculos tributários e de custos. Desta forma, será ponderado o valor de R\$ 57,60/kg da cassiterita e R\$ 237,00/g do ouro, praticados na região de Tucumã, para obtenção das perspectivas base de lucros e despesas.

Ainda é determinante a compreensão do potencial de geração de valor que a permissão de lavra garimpeira venha a ter, uma vez que é relevante o entendimento entre riqueza x preocupação ambiental. Desta forma, o empreendedor reservará o percentual de 3,50% do lucro líquido para fins de recuperação ambiental e fechamento de mina. Tal medida é essencial para a garantia de recursos financeiros quando a lavra chegar à exaustão.

O percentual a ser reservado corresponde a soma dos royalties para o minério de ouro e de cassiterita. Esta metodologia é de certa forma, simplificada e de fácil adoção, já que os valores a serem arrecadados com a Compensação Financeira pela Exploração Mineral serão os mesmos direcionados para fins de reserva ambiental. Nas tabelas 23, 24 e 25 são apresentados as estimativas de lucro operacional e nas tabelas 26, 27 e 28 os custos operacionais mensais da PLG.

Tabela 23: Projeção mensal do lucro operacional da lavra garimpeira na frente de lavra I

| Descrição | Ano 01 | Ano 2 | Ano 03 | Ano 04 | Ano 05 |
|-----------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| Produção mensal (ton) | 3.520,00 | 3.520,00 | 3.520,00 | 3.520,00 | 3.520,00 |
| Teor médio Au (g) | 6,24 | 6,24 | 6,24 | 6,24 | 6,24 |
| Subtotal Au (R\$) | R\$5.205.657,60 | R\$5.485.721,98 | R\$5.672.785,10 | R\$5.842.968,65 | R\$6.018.257,71 |
| Teor médio Sn (kg) | 0,405 | 0,405 | 0,405 | 0,405 | 0,405 |
| Subtotal Sn (R\$) | R\$82.114,56 | R\$86.556,91 | R\$91.239,57 | R\$94.003,44 | R\$96.851,03 |
| Total bruto (R\$) | R\$5.287.772,16 | R\$5.572.278,89 | R\$5.764.024,67 | R\$5.936.972,09 | R\$6.115.108,74 |

Fonte: O autor (2022)

Tabela 24: Projeção mensal do lucro operacional da lavra garimpeira na frente de lavra II

| Descrição | Ano 01 | Ano 2 | Ano 03 | Ano 04 | Ano 05 |
|-----------------------|---------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| Produção mensal (ton) | 2.200,00 | 2.200,00 | 2.200,00 | 2.200,00 | 2.200,00 |
| Teor médio Au (g) | 5,65 | 5,65 | 5,65 | 5,65 | 5,65 |
| Subtotal Au (R\$) | 2.945.910,00 | R\$3.104.399,96 | R\$3.210.260,00 | R\$3.306.567,80 | R\$3.405.764,83 |
| Teor médio Sn (kg) | 0,367 | 0,367 | 0,367 | 0,367 | 0,367 |
| Subtotal Sn (R\$) | R\$ 46.506,24 | R\$ 49.008,28 | R\$51.644,92 | R\$53.194,27 | R\$54.790,10 |
| Total bruto (R\$) | 2.992.416,24 | R\$3.153.408,23 | R\$3.261.904,92 | R\$3.359.762,07 | R\$3.460.554,93 |

Fonte: O autor (2022)

Tabela 25: Projeção mensal do lucro operacional da lavra garimpeira na frente de lavra III

| Descrição | Ano 01 | Ano 2 | Ano 03 | Ano 04 | Ano 05 |
|-----------------------|--------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| Produção mensal (ton) | 3.300,00 | 3.300,00 | 3.300,00 | 3.300,00 | 3.300,00 |
| Teor médio Au (g) | 8,18 | 8,18 | 8,18 | 8,18 | 8,18 |
| Subtotal Au (R\$) | 6.397.578,00 | R\$6.741.767,70 | R\$6.971.661,97 | R\$7.180.811,83 | R\$7.396.236,19 |
| Teor médio Sn (kg) | 0,397 | 0,397 | 0,397 | 0,397 | 0,397 |
| Subtotal Sn (R\$) | R\$50.307,84 | R\$53.014,40 | R\$55.866,58 | R\$57.542,57 | R\$59.268,85 |
| Total bruto (R\$) | 6.473.039,76 | 6.477.099,66 | 6.479.811,38 | 6.482.278,41 | 6.484.819,44 |

Fonte: O autor (2022)

Tabela 26: Projeção dos custos mensais operacionais para a frente de lavra I

(continua)

| Descrição | Ano 01 | | Ano 02 | | Ano 03 | | Ano 04 | | Ano 05 | |
|------------------|---------------|-----------|---------------|-----------|---------------|-----------|---------------|-----------|---------------|-----------|
| | Custo | R\$/ton | Custo | R\$/ton | Custo | R\$/ton | Custo | R\$/ton | Custo | R\$/ton |
| Pessoal | R\$71.869,37 | R\$20,42 | R\$79.056,31 | R\$22,46 | R\$86.961,94 | R\$24,71 | R\$95.658,13 | R\$27,18 | R\$105.223,94 | R\$29,89 |
| Desenvolvimento | R\$132.194,30 | R\$37,56 | R\$145.413,73 | R\$41,31 | R\$159.955,11 | R\$45,44 | R\$175.950,62 | R\$49,99 | R\$193.545,68 | R\$54,98 |
| Transporte | R\$41.195,00 | R\$11,70 | R\$45.314,50 | R\$12,87 | R\$49.845,95 | R\$14,16 | R\$54.830,55 | R\$15,58 | R\$60.313,60 | R\$17,13 |
| Insumos | R\$11.000,00 | R\$3,13 | R\$12.100,00 | R\$3,44 | R\$13.310,00 | R\$3,78 | R\$14.641,00 | R\$4,16 | R\$16.105,10 | R\$4,58 |
| Beneficiamento | R\$39.658,29 | R\$11,27 | R\$43.624,12 | R\$12,39 | R\$47.986,53 | R\$13,63 | R\$52.785,19 | R\$15,00 | R\$58.063,70 | R\$16,50 |
| Energia elétrica | R\$396.582,91 | R\$112,67 | R\$436.241,20 | R\$123,93 | R\$479.865,32 | R\$136,33 | R\$527.851,86 | R\$149,96 | R\$580.637,04 | R\$164,95 |
| Comunicação | R\$750,00 | R\$0,21 | R\$825,00 | R\$0,23 | R\$907,50 | R\$0,26 | R\$998,25 | R\$0,28 | R\$1.098,08 | R\$0,31 |
| Alimentação | R\$18.480,00 | R\$5,25 | R\$20.328,00 | R\$5,78 | R\$22.360,80 | R\$6,35 | R\$24.596,88 | R\$6,99 | R\$27.056,57 | R\$7,69 |

Tabela 26: Projeção dos custos mensais operacionais para a frente de lavra I

(conclusão)

| Descrição | Ano 01 | Ano 02 | Ano 03 | Ano 04 | Ano 05 | Descrição | Ano 01 | Ano 02 | Ano 03 | Ano 04 |
|-------------------|-----------------|-----------|-----------------|-----------|-----------------|-----------|-----------------|-----------|-----------------|-----------|
| | Custo | R\$/ton | Custo | R\$/ton | Custo | | Custo | R\$/ton | Custo | R\$/ton |
| Veículos de apoio | R\$7.500,00 | R\$2,13 | R\$8.250,00 | R\$2,34 | R\$9.075,00 | R\$2,58 | R\$9.982,50 | R\$2,84 | R\$10.980,75 | R\$3,12 |
| Compensações | R\$92.536,01 | R\$26,29 | R\$101.789,61 | R\$28,92 | R\$111.968,58 | R\$31,81 | R\$123.165,43 | R\$34,99 | R\$135.481,98 | R\$38,49 |
| PIS/COFINS | R\$193.003,68 | R\$54,83 | R\$212.304,05 | R\$60,31 | R\$233.534,46 | R\$66,35 | R\$256.887,90 | R\$72,98 | R\$282.576,69 | R\$80,28 |
| ICMS | R\$634.532,66 | R\$180,26 | R\$697.985,93 | R\$198,29 | R\$767.784,52 | R\$218,12 | R\$844.562,97 | R\$239,93 | R\$929.019,27 | R\$263,93 |
| CFEM | R\$79.727,16 | R\$22,65 | R\$87.699,87 | R\$24,91 | R\$96.469,86 | R\$27,41 | R\$106.116,84 | R\$30,15 | R\$116.728,53 | R\$33,16 |
| Custo bruto | R\$1.719.029,39 | R\$488,36 | R\$1.890.932,33 | R\$537,20 | R\$2.080.025,56 | R\$590,92 | R\$2.288.028,12 | R\$650,01 | R\$2.516.830,93 | R\$715,01 |
| Lucro bruto | R\$5.287.772,16 | | R\$5.572.254,30 | | R\$5.763.972,86 | | R\$5.936.892,05 | | R\$6.114.998,81 | |
| Lucro operacional | R\$3.568.742,77 | | R\$3.681.321,98 | | R\$3.683.947,30 | | R\$3.648.863,93 | | R\$3.598.167,88 | |
| Reserva verde | R\$ 124.905,99 | | R\$ 128.846,26 | | R\$ 128.938,15 | | R\$ 127.710,23 | | R\$ 125.935,87 | |

Fonte: O autor (2022)

Tabela 27: Projeção dos custos mensais operacionais para a frente de lavra II

(continua)

| Descrição | Ano 01 | | Ano 02 | | Ano 03 | | Ano 04 | | Ano 05 | |
|-----------------|--------------|----------|--------------|----------|--------------|----------|--------------|----------|---------------|----------|
| | Custo | R\$/ton | Custo | R\$/ton | Custo | R\$/ton | Custo | R\$/ton | Custo | R\$/ton |
| Pessoal | R\$71.869,37 | R\$32,67 | R\$79.056,31 | R\$35,93 | R\$86.961,94 | R\$39,53 | R\$95.658,13 | R\$43,48 | R\$105.223,94 | R\$47,83 |
| Desenvolvimento | R\$74.810,41 | R\$34,00 | R\$82.291,45 | R\$37,41 | R\$90.520,59 | R\$41,15 | R\$99.572,65 | R\$45,26 | R\$109.529,92 | R\$49,79 |
| Transporte | R\$41.195,00 | R\$18,73 | R\$45.314,50 | R\$20,60 | R\$49.845,95 | R\$22,66 | R\$54.830,55 | R\$24,92 | R\$60.313,60 | R\$27,42 |
| Insumos | R\$11.000,00 | R\$5,00 | R\$12.100,00 | R\$5,50 | R\$13.310,00 | R\$6,05 | R\$14.641,00 | R\$6,66 | R\$16.105,10 | R\$7,32 |

Tabela 27: Projeção dos custos mensais operacionais para a frente de lavra II

(conclusão)

| Descrição | Ano 01 | Ano 02 | Ano 03 | Ano 04 | Ano 05 | Descrição | Ano 01 | Ano 02 | Ano 03 | Ano 04 |
|-------------------|-----------------|-----------|-----------------|-----------|-----------------|-----------|-----------------|-----------|-----------------|-----------|
| | Custo | R\$/ton | Custo | R\$/ton | Custo | | Custo | R\$/ton | Custo | R\$/ton |
| Beneficiamento | R\$22.443,12 | R\$10,20 | R\$24.687,43 | R\$11,22 | R\$27.156,18 | R\$12,34 | R\$29.871,80 | R\$13,58 | R\$32.858,97 | R\$14,94 |
| Energia elétrica | R\$224.431,22 | R\$102,01 | R\$246.874,34 | R\$112,22 | R\$271.561,77 | R\$123,44 | R\$298.717,95 | R\$135,78 | R\$328.589,75 | R\$149,36 |
| Comunicação | R\$750,00 | R\$0,34 | R\$825,00 | R\$0,38 | R\$907,50 | R\$0,41 | R\$998,25 | R\$0,45 | R\$1.098,08 | R\$0,50 |
| Alimentação | R\$18.480,00 | R\$8,40 | R\$20.328,00 | R\$9,24 | R\$22.360,80 | R\$10,16 | R\$24.596,88 | R\$11,18 | R\$27.056,57 | R\$12,30 |
| Veículos de apoio | R\$7.500,00 | R\$3,41 | R\$8.250,00 | R\$3,75 | R\$9.075,00 | R\$4,13 | R\$9.982,50 | R\$4,54 | R\$10.980,75 | R\$4,99 |
| Compensações | R\$52.367,28 | R\$23,80 | R\$57.604,01 | R\$26,18 | R\$63.364,41 | R\$28,80 | R\$69.700,86 | R\$31,68 | R\$76.670,94 | R\$34,85 |
| PIS/COFINS | R\$109.223,19 | R\$49,65 | R\$120.145,51 | R\$54,61 | R\$132.160,06 | R\$60,07 | R\$145.376,07 | R\$66,08 | R\$159.913,68 | R\$72,69 |
| ICMS | R\$359.089,95 | R\$163,22 | R\$394.998,94 | R\$179,54 | R\$434.498,84 | R\$197,50 | R\$477.948,72 | R\$217,25 | R\$525.743,59 | R\$238,97 |
| CFEM | R\$45.118,77 | R\$20,51 | R\$49.630,65 | R\$22,56 | R\$54.593,72 | R\$24,82 | R\$60.053,09 | R\$27,30 | R\$66.058,40 | R\$30,03 |
| Custo bruto | R\$1.038.278,32 | R\$471,94 | R\$1.142.106,15 | R\$519,14 | R\$1.256.316,76 | R\$571,05 | R\$1.381.948,44 | R\$628,16 | R\$1.520.143,28 | R\$690,97 |
| Lucro bruto | R\$2.992.416,24 | | R\$3.153.408,23 | | R\$3.261.904,92 | | R\$3.359.762,07 | | R\$3.460.554,93 | |
| Lucro operacional | R\$1.954.137,92 | | R\$2.011.302,09 | | R\$2.005.588,15 | | R\$1.977.813,63 | | R\$1.940.411,64 | |
| Reserva verde | R\$ 68.394,82 | | R\$ 70.395,57 | | R\$ | | R\$ 70.195,58 | | R\$ 67.914,40 | |

Fonte: O autor (2022)

Tabela 28: Projeção dos custos mensais operacionais para a frente de lavra III

| Descrição | Ano 01 | | Ano 02 | | Ano 03 | | Ano 04 | | Ano 05 | |
|-------------------|-----------------|-----------|-----------------|-----------|-----------------|-----------|-----------------|-----------|-----------------|-----------|
| | Custo | R\$/ton | Custo | R\$/ton | Custo | R\$/ton | Custo | R\$/ton | Custo | R\$/ton |
| Pessoal | R\$71.869,37 | R\$21,78 | R\$79.056,31 | R\$23,96 | R\$86.961,94 | R\$26,35 | R\$95.658,13 | R\$28,99 | R\$105.223,94 | R\$31,89 |
| Desenvolvimento | R\$161.197,15 | R\$48,85 | R\$177.316,86 | R\$53,73 | R\$195.048,55 | R\$59,11 | R\$214.553,40 | R\$65,02 | R\$236.008,74 | R\$71,52 |
| Transporte | R\$41.195,00 | R\$12,48 | R\$45.314,50 | R\$13,73 | R\$49.845,95 | R\$15,10 | R\$54.830,55 | R\$16,62 | R\$60.313,60 | R\$18,28 |
| Insumos | R\$11.000,00 | R\$3,33 | R\$12.100,00 | R\$3,67 | R\$13.310,00 | R\$4,03 | R\$14.641,00 | R\$4,44 | R\$16.105,10 | R\$4,88 |
| Beneficiamento | R\$48.359,14 | R\$14,65 | R\$53.195,06 | R\$16,12 | R\$58.514,56 | R\$17,73 | R\$64.366,02 | R\$19,50 | R\$70.802,62 | R\$21,46 |
| Energia elétrica | R\$483.591,44 | R\$146,54 | R\$531.950,58 | R\$161,20 | R\$585.145,64 | R\$177,32 | R\$643.660,20 | R\$195,05 | R\$708.026,22 | R\$214,55 |
| Comunicação | R\$750,00 | R\$0,23 | R\$825,00 | R\$0,25 | R\$907,50 | R\$0,28 | R\$998,25 | R\$0,30 | R\$1.098,08 | R\$0,33 |
| Alimentação | R\$18.480,00 | R\$5,60 | R\$20.328,00 | R\$6,16 | R\$22.360,80 | R\$6,78 | R\$24.596,88 | R\$7,45 | R\$27.056,57 | R\$8,20 |
| Veículos de apoio | R\$7.500,00 | R\$2,27 | R\$8.250,00 | R\$2,50 | R\$9.075,00 | R\$2,75 | R\$9.982,50 | R\$3,03 | R\$10.980,75 | R\$3,33 |
| Compensações | R\$112.838,00 | R\$34,19 | R\$124.121,80 | R\$37,61 | R\$136.533,98 | R\$41,37 | R\$150.187,38 | R\$45,51 | R\$165.206,12 | R\$50,06 |
| PIS/COFINS | R\$235.347,83 | R\$71,32 | R\$258.882,62 | R\$78,45 | R\$284.770,88 | R\$86,29 | R\$313.247,97 | R\$94,92 | R\$344.572,76 | R\$104,42 |
| ICMS | R\$773.746,30 | R\$234,47 | R\$851.120,93 | R\$257,92 | R\$936.233,02 | R\$283,71 | R\$1.029.856,33 | R\$312,08 | R\$1.132.841,96 | R\$343,29 |
| CFEM | R\$96.969,83 | R\$29,38 | R\$106.666,81 | R\$32,32 | R\$117.333,49 | R\$35,56 | R\$129.066,84 | R\$39,11 | R\$141.973,52 | R\$43,02 |
| Custo bruto | R\$2.062.844,06 | R\$625,10 | R\$2.269.128,47 | R\$687,61 | R\$2.496.041,31 | R\$756,38 | R\$2.745.645,44 | R\$832,01 | R\$3.020.209,99 | R\$915,22 |
| Lucro bruto | R\$6.447.885,84 | | R\$6.794.782,10 | | R\$7.027.528,55 | | R\$7.238.354,41 | | R\$7.455.505,04 | |
| Lucro operacional | R\$4.385.041,78 | | R\$4.525.653,63 | | R\$4.531.487,24 | | R\$4.492.708,96 | | R\$4.435.295,05 | |
| Reserva verde | R\$ 153.476,46 | | R\$ 158.397,87 | | R\$ 158.602,05 | | R\$ 157.244,81 | | R\$ 155.235,32 | |

Fonte: O autor (2022)

6. RESULTADOS

6.1. IDENTIFICAÇÃO DOS IMPACTOS AMBIENTAIS EXISTENTES NA LAVRA GARIMPEIRA

Na Tabela 29, 30 e 31 são apresentados a avaliação de impacto ambiental das fases de planejamento, implantação e operação da lavra garimpeira, o meio afetado e as medidas de controle. Estes por sua vez foram determinados a partir de análise prévia sobre o funcionamento das máquinas e equipamentos, método da lavra, quantitativo de colaboradores diretos e indiretos, aquisição de insumos e produtos, dentre outros mencionados.

Tabela 29: Identificação dos impactos ambientais conforme atividade transformadora na fase de planejamento

| Meio afetado | Atividade transformadora | Impacto ambiental | Medida de controle |
|--------------|---|--|--|
| Antrópico | Movimentação de equipe relacionada ao licenciamento ambiental e ao empreendimento | Geração de expectativas relacionadas ao empreendimento | Desenvolvimento de campanhas educativas de conscientização, informação e ações socioambientais |
| | | Risco de atritos diversos | Desenvolvimento de programa de comunicação social |

Fonte: O autor (2022)

Tabela 30: Identificação dos impactos ambientais conforme atividade transformadora na fase de implantação

(continua)

| Meio afetado | Atividade transformadora | Impacto ambiental | Medida de controle |
|--------------|--------------------------|---|--|
| Biótico | Supressão de vegetação | Possibilidade de redução da variedade genética da flora terrestre | Cultivo de espécimes nativos do entorno da área de influência do empreendimento para fins de reflorestamento |
| | | Deslocamento de fauna | Resgate e salvamento de espécimes encontradas nas áreas de supressão |
| | | Perda de habitat da fauna | Recuperação e regeneração vegetal da área após o final da operação mineral |

Tabela 30: Identificação dos impactos ambientais conforme atividade transformadora na fase de implantação

(continua)

| Meio afetado | Atividade transformadora | Impacto ambiental | Medida de controle |
|--------------|--|--|---|
| Antrópico | Contratação de serviços | Geração de empregos diretos e indiretos | Contratação de mão-de-obra local |
| | | Ocorrências de acidentes de trabalho | Treinamentos, utilização de EPI'S, sinalização do empreendimento |
| Antrópico | Construção de unidade de apoio | Movimentação da economia local | Priorizar o comércio local na aquisição de produtos e serviços |
| | | Ocorrências de acidentes de trabalho | Treinamentos, utilização de EPI'S, sinalização do empreendimento |
| Físico | Melhoramento dos acessos | Desencadeamento de processos erosivos e movimento de massas | Manutenção periódica das vias de acesso e circulação |
| | | | Umectação das vias de acesso ao empreendimento |
| | | Aumento da vegetação nos locais sem estruturas minerais | |
| Físico | Remoção da vegetação e do solo superficial | Alteração da permeabilidade do solo | Construção de drenos |
| | | Possibilidade de redução do número de exemplares nas populações de fauna terrestre | Manutenção de vias de acesso e circulação com agregados tais como seixo e brita. Monitoramento ambiental para com as ocorrências de animais silvestres na lavra garimpeira |

Tabela 30: Identificação dos impactos ambientais conforme atividade transformadora na fase de implantação
(conclusão)

| Meio afetado | Atividade transformadora | Impacto ambiental | Medida de controle |
|--------------|-----------------------------------|---|--|
| Antrópico | Circulação de pessoas | Risco de acidentes | Treinamentos, utilização de EPI'S, sinalização do empreendimento |
| Físico | Circulação de máquinas e veículos | Alteração da qualidade do ar e dos níveis de ruídos | Manutenção periódica das máquinas e equipamentos da lavra garimpeira Monitoramento dos níveis de qualidade do ar e de ruídos através do uso de equipamentos de captação |
| Antrópico | Circulação de máquinas e veículos | Ocorrências de acidentes de trabalho | Treinamentos, utilização de EPI'S, sinalização do empreendimento |
| Biótico | Determinação da frente de lavra | Deslocamento de fauna | Resgate e salvamento de espécimes encontradas nas áreas de supressão |
| | Preparação das frentes de lavra | Perda de habitat da fauna e flora | Recuperação e regeneração vegetal da área após o final da operação mineral |

Fonte: O autor (2022)

Tabela 31: Identificação dos impactos ambientais conforme atividade transformadora na fase de operação

(continua)

| Meio afetado | Atividade transformadora | Impacto ambiental | Medida de controle |
|--------------|--------------------------|--|--|
| Físico | Extração mineral | Desencadeamento de processos erosivos e movimentos de massas | Manutenção periódica de máquinas e equipamentos da lavra garimpeira Aumento de vegetação no entorno de áreas diretamente afetadas |

Tabela 31: Identificação dos impactos ambientais conforme atividade transformadora na fase de operação

(continua)

| Meio afetado | Atividade transformadora | Impacto ambiental | Medida de controle |
|--------------|--|--|---|
| Meio afetado | | Impacto ambiental | Medida de controle |
| Físico | | Descaracterização da paisagem natural | Destinação das estruturas da lavra garimpeira para aproveitamento secundário após exaustão dos depósitos minerais |
| Antrópico | | Incômodos a vizinhança | Desenvolvimento de campanhas educativas de conscientização, informação e ações socioambientais |
| | Extração mineral | | Construção de fossas sépticas em todas as frentes apoio e/ou colocação de banheiros químicos |
| Físico | | Alteração da qualidade de águas subterrâneas | Drenagem de efluentes oleosos nos tanques de abastecimento de diesel |
| | | | Coleta de efluentes e resíduos oleosos |
| Antrópico | | Geração de empregos diretos e indiretos | Contratação de mão-de-obra local |
| | | Movimentação da economia local | Priorizar o comércio local na aquisição de produtos e serviços |
| Físico | Transporte de material da mina para o beneficiamento | Alteração da qualidade de água superficiais | Drenagem de efluentes oleosos nos tanques de abastecimento de diesel |

Tabela 31: Identificação dos impactos ambientais conforme atividade transformadora na fase de operação
(continua)

| Meio afetado | Atividade transformadora | Impacto ambiental | Medida de controle |
|--------------------|--|---|---|
| Físico | Transporte de material da mina para o beneficiamento | Alteração da qualidade de água superficiais | Programa de gestão e de educação ambiental aos trabalhadores |
| Antrópico / Físico | | Risco de acidentes de trabalho | Treinamentos, utilização de EPI'S, sinalização do empreendimento |
| Biótico | | Atropelamento de fauna | Recuperação e regeneração vegetal da área após o final da operação mineral |
| | Beneficiamento mineral | | Monitoramento ambiental por profissional habilitado para com as ocorrências de animais silvestres na lavra garimpeira |
| | | | Aumento da vegetação nos locais sem estruturas minerais |
| | | Alteração do solo | Construção de drenos |
| Físico | | | Manutenção de vias de acesso e circulação com agregados tais como seixo e brita. |
| | | Alteração na qualidade do ar | Monitoramento dos níveis de qualidade do ar através do uso de equipamentos de captação |
| | | Fragmentação e redução de habitat | Manutenção periódica das máquinas e equipamentos da lavra garimpeira |

Tabela 31: Identificação dos impactos ambientais conforme atividade transformadora na fase de operação

(continua)

| Meio afetado | Atividade transformadora | Impacto ambiental | Medida de controle |
|--------------------|---------------------------------------|---|--|
| Biótico | | | Recuperação e regeneração vegetal da área após o final da operação mineral |
| Antrópico | Beneficiamento mineral | Incômodos a vizinhança | Desenvolvimento de campanhas educativas de conscientização, informação e ações socioambientais |
| Antrópico / Físico | | Risco de acidentes de trabalho | Treinamentos, utilização de EPI'S, sinalização do empreendimento |
| | | Risco de contaminação do solo e lençol freático | Drenagem de efluentes oleosos nos tanques de abastecimento de diesel |
| | Abastecimento de máquinas | Alteração da qualidade de águas subterrâneas | Coleta de efluentes e resíduos oleosos |
| Físico | | | Programa de gestão e de educação ambiental aos trabalhadores |
| | Circulação de máquinas e equipamentos | Alteração nos níveis de ruídos e vibrações | Monitoramento dos níveis de ruídos e vibrações através do uso de equipamentos de captação |
| | | | Manutenção periódica das máquinas e equipamentos da lavra garimpeira |
| Físico | Circulação de máquinas e equipamentos | Atropelamento de fauna | Recuperação e regeneração vegetal da área após o final da operação mineral |

Tabela 31: Identificação dos impactos ambientais conforme atividade transformadora na fase de operação

| (conclusão) | | | |
|--------------|---------------------------------------|---|---|
| Meio afetado | Atividade transformadora | Impacto ambiental | Medida de controle |
| Físico | Circulação de máquinas e equipamentos | Atropelamento de fauna | Monitoramento ambiental por profissional habilitado para com as ocorrências de animais silvestres na lavra garimpeira |
| Antrópico | Circulação de pessoas | Risco de acidentes | Treinamentos, utilização de EPI'S, sinalização do empreendimento |
| | | | Drenagem de efluentes oleosos nos tanques de abastecimento de diesel |
| Físico | Geração de resíduos e efluentes | Risco de contaminação do solo e lençol freático | Coleta de efluentes e resíduos oleosos |
| | | | Programa de gestão e de educação ambiental aos trabalhadores |
| Antrópico | Comercialização da produção | Arrecadação de impostos | Proposição de medidas de equilíbrio econômico ao final da vida útil da lavra garimpeira |
| | | Geração de empregos diretos e indiretos | Contratação de mão-de-obra local |

Fonte: O autor (2022)

6.1.1. Avaliação dos impactos a partir dos critérios metodológicos

A partir dos critérios metodológicos foi realizada a avaliação dos impactos gerados na lavra garimpeira.

A classificação dos impactos de acordo com os critérios, foram separadas de acordo com o meio, para facilitação do entendimento quanto a natureza do empreendimento e dos principais danos que podem vir a ocorrer.

Nessa contextualização, é possível observar, conforme tabela 31 e figura 20,

que os principais impactos existentes e/ou que podem ocorrer futuramente, no meio antrópico, possuem natureza em boa parte negativa, todavia, relacionada à necessidade de políticas de comunicação social que dêem seriedade a atividade. No campo dos aspectos positivos, de acordo com a tabela 31 e figura 20, estes estão relacionados a capacidade de retorno da lavra garimpeira em ações coerentes ao interesse econômico.

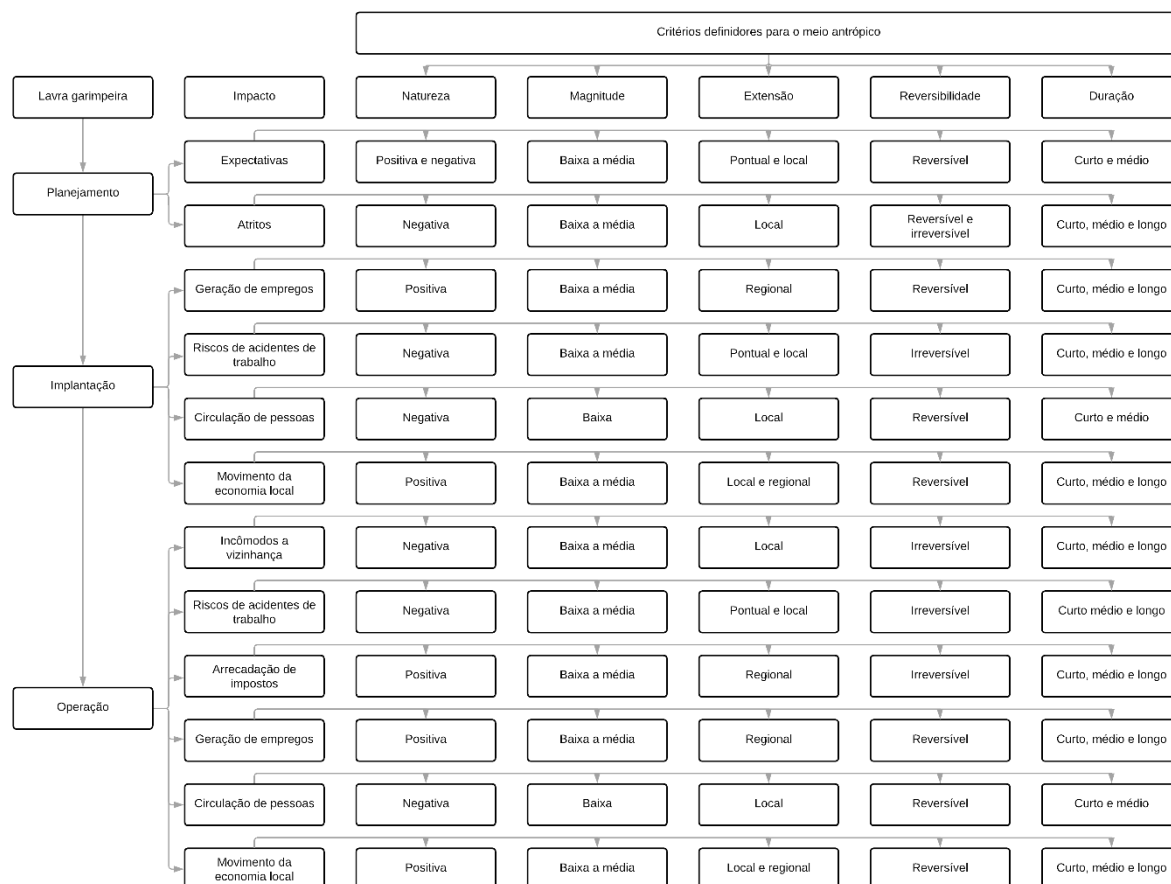
Quanto a magnitude têm-se em escala, análises que vão de baixa a média; isso ocorre pelo porte do empreendimento.

A extensão dos impactos, todavia, possui classificações diferenciadas a depender do impacto, possuindo aqueles que são pontuais e locais, que em geral estão diretamente ligados à área de influência do empreendimento e da área diretamente afetada, conforme podem ser observados na descrição dos impactos ambientais das tabelas 30 e 31 e mensuração destes nas figuras 20, 21 e 22; para os que são regionais, estes correspondem ao impacto local no aspecto econômico.

Embora, represente parcela significativamente pequena no mapa da mineração no município de Tucumã, conforme figura 05, é importante atentar-se a compreensão quanto a reversibilidade da atividade garimpeira. Os impactos sobre o meio antrópico, são em sua grande maioria reversíveis quando forem diretamente ligados ao ponto de vista econômico. Entretanto, quando estes possuírem ligação direta com questões trabalhistas e de segurança da mão-de-obra, a lavra terá de adotar medidas que garantam a estabilidade daqueles que estão nas instalações.

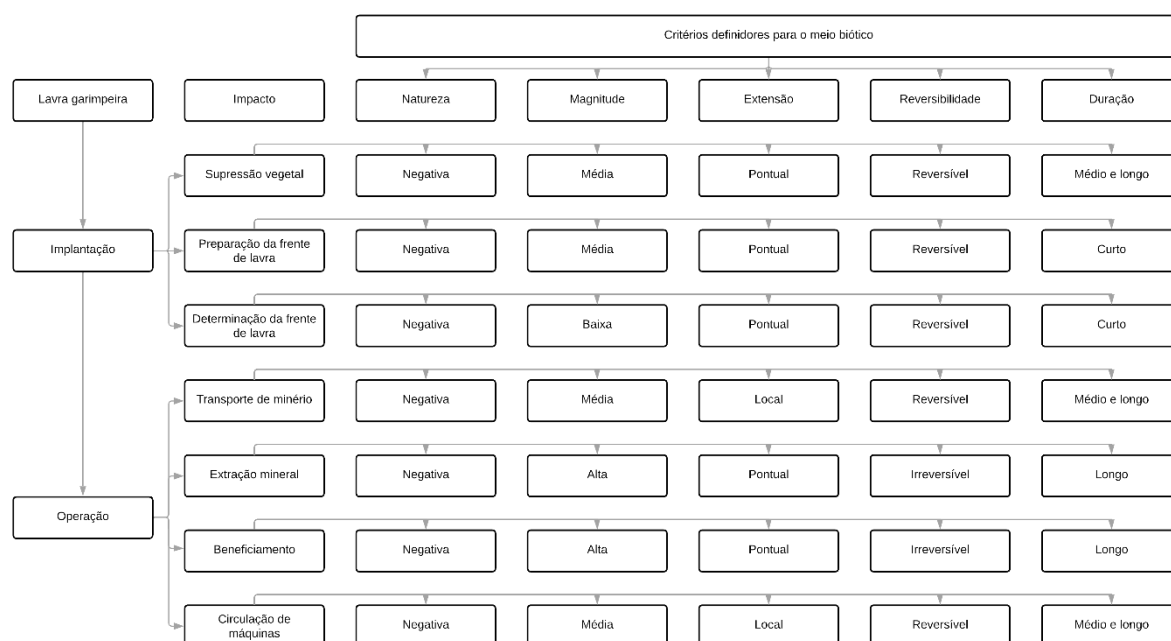
Ainda, quanto a duração, estes, de acordo com a classificação adotada, podem ser de curto, médio e longo prazo. Todavia, pode ser observado na Figura 20, 21 e 22, que a durabilidade de determinado tipo de impacto é flutuante, ou seja, pode ser de rápida, como também longa, dependendo, portanto, do posicionamento que os gestores venham a ter quando ocorrem.

Figura 22: Análise dos impactos para o meio antrópico



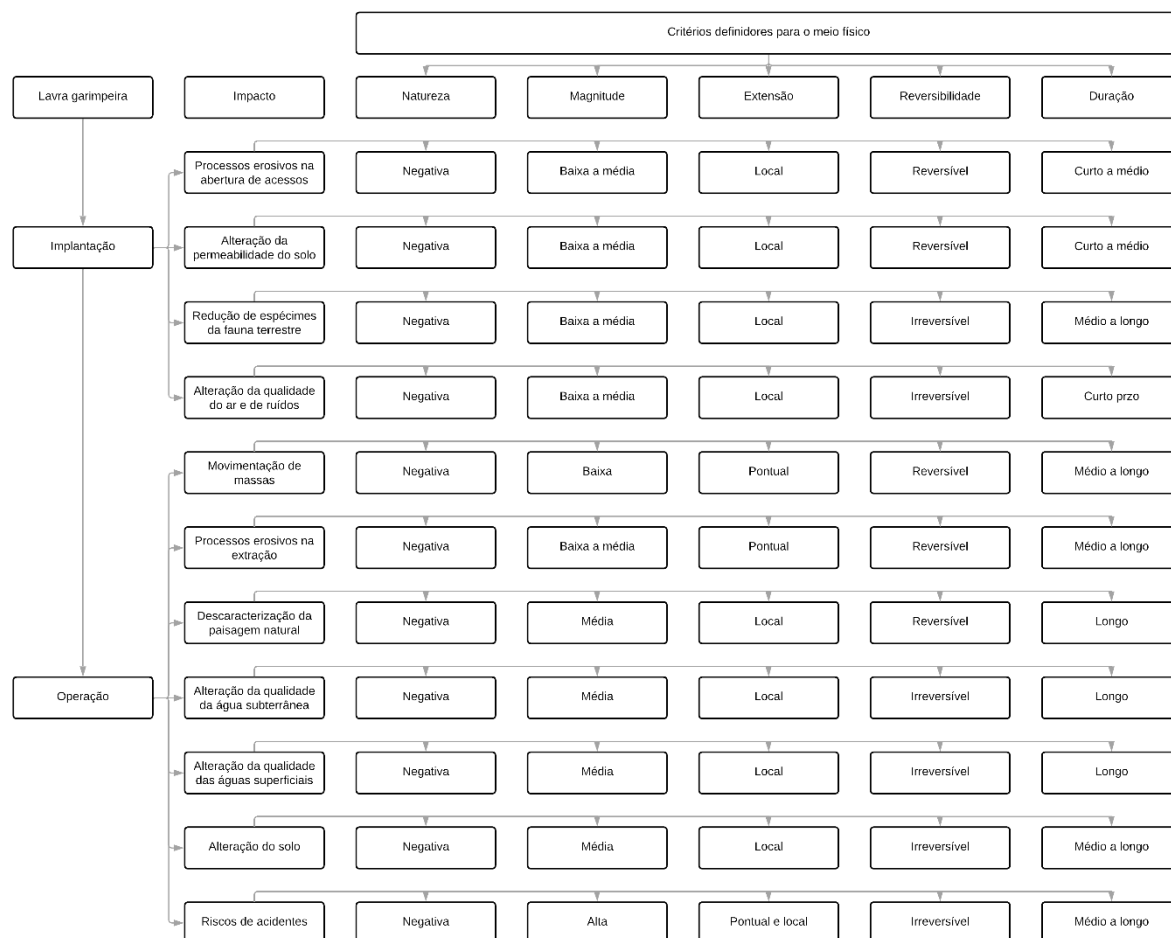
Fonte: O autor (2022)

Figura 23: Análise dos impactos para o meio biótico



Fonte: O autor (2022)

Figura 24: Análise dos impactos para o meio físico



Fonte: O autor (2022)

Quanto a nível escalonado de cada impacto ambiental, na Tabela 30 têm-se a compilação da análise. Para fins de esclarecimento quanto aos elementos da tabela, N é a natureza, M a magnitude, E a extensão, R a reversibilidade e D a duração.

Quanto ao nível escalonado de cada impacto ambiental no meio antrópico, na Tabela 32 têm-se a compilação da análise, conforme pontuação estabelecida na metodologia das Tabelas 01 e 02

Tabela 32: Classificação dos impactos ambientais conforme nível de risco no meio antrópico

| Fase | Impacto ambiental | N | M | E | R | D | Soma | Ordem | Significativo | Impacto |
|--------------|--------------------------------|---|---|---|---|---|------|-------|---------------|---------|
| Planejamento | Expectativas | 2 | 2 | 2 | 1 | 2 | 9 | 4º | Sim | Médio |
| | Atritos | 2 | 2 | 2 | 2 | 3 | 11 | 2º | Sim | Médio |
| Implantação | Geração de empregos | 1 | 2 | 3 | 1 | 3 | 9 | 4º | Sim | Médio |
| | Risco de acidentes de trabalho | 2 | 2 | 2 | 2 | 3 | 11 | 2º | Sim | Médio |
| | Circulação de pessoas | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 | 8 | 5º | Sim | Médio |
| | Movimento da economia local | 1 | 2 | 3 | 1 | 3 | 10 | 3º | Sim | Médio |
| | Incômodos a vizinhança | 2 | 2 | 2 | 2 | 3 | 11 | 2º | Sim | Médio |
| Operação | Risco de acidentes de trabalho | 2 | 2 | 2 | 2 | 3 | 11 | 2º | Sim | Médio |
| | Arrecadação de impostos | 1 | 2 | 3 | 2 | 3 | 11 | 2º | Sim | Médio |
| | Geração de empregos | 1 | 2 | 2 | 1 | 3 | 9 | 4º | Sim | Médio |
| | Circulação de pessoas | 2 | 1 | 2 | 2 | 2 | 9 | 4º | Sim | Médio |
| | Movimento da economia local | 1 | 2 | 3 | 1 | 3 | 10 | 3º | Sim | Médio |

Fonte: O autor (2024)

Quanto ao nível escalonado de cada impacto ambiental no meio biótico, na Tabela 33 têm-se a compilação da análise, conforme pontuação estabelecida na metodologia das Tabelas 01 e 02.

Tabela 33: Classificação dos impactos ambientais conforme nível de risco no meio biótico

| Fase | Impacto ambiental | N | M | E | R | D | Soma | Ordem | Significativo | Impacto |
|-------------|---------------------------------|---|---|---|---|---|------|-------|---------------|---------|
| Implantação | Supressão vegetal | 2 | 2 | 1 | 1 | 3 | 9 | 4º | Sim | Médio |
| | Preparação da frente de lavra | 2 | 2 | 1 | 1 | 1 | 7 | 6º | Sim | Médio |
| | Determinação da frente de lavra | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 6 | 7º | Não | Pequeno |
| Operação | Transporte de minério | 2 | 2 | 2 | 1 | 2 | 9 | 4º | Sim | Médio |
| | Extração mineral | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 | 11 | 2º | Sim | Médio |
| | Beneficiamento | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 | 11 | 2º | Sim | Médio |
| | Circulação de máquinas | 2 | 2 | 2 | 2 | 3 | 11 | 2º | Sim | Médio |

Fonte: O autor (2024)

Na Tabela 34, em atenção aos mesmos parâmetros das tabelas anteriores, têm-se a classificação para o meio físico.

Tabela 34: Classificação dos impactos ambientais conforme nível de risco no meio biótico

| Fase | Impacto ambiental | N | M | E | R | D | Soma | Ordem | Significativo | Impacto |
|-------------|---|---|---|---|---|---|------|-------|---------------|---------|
| Implantação | Processos erosivos na abertura de acessos | 2 | 2 | 2 | 1 | 2 | 9 | 4º | Sim | Médio |
| | Alteração da permeabilidade do solo | 2 | 2 | 2 | 1 | 2 | 9 | 4º | Sim | Médio |
| | Redução da fauna terrestre | 2 | 2 | 2 | 2 | 3 | 11 | 2º | Sim | Médio |
| Operação | Alteração da qualidade do ar e de ruídos | 2 | 2 | 2 | 2 | 1 | 9 | 4º | Sim | Médio |
| | Movimentação de massas | 2 | 1 | 2 | 1 | 3 | 9 | 4º | Sim | Médio |
| | Erosão | 2 | 2 | 1 | 1 | 3 | 9 | 4º | Sim | Médio |
| | Alteração da paisagem | 2 | 2 | 2 | 1 | 3 | 10 | 3º | Sim | Médio |

Fonte: O autor (2024)

6.2. ANÁLISE DOS RESULTADOS

Na metodologia empregada, podem ser observados que os impactos existentes e os potenciais da lavra garimpeira, ocupam características próximas e que estes destoam em pequena margem um do outro, quando comparado o meio e etapa, os quais estão sendo analisados.

Para tanto, devem ser levados em consideração, que embora o empreendimento tenha impactos ambientais considerados medianos em sua maior proporção, estes em geral estão próximos do nível de transição na métrica adotada. Assim, a revisão de dados em um futuro é uma alternativa para verificação quanto a eventual oscilação e mudança de patamar, em relação ao presente estudo.

Logo, embora haja a evidenciação que os impactos ambientais da lavra garimpeira sejam notórios, os mesmos não podem ser desprezados, pois do ponto de vista técnico, uma vez que estes afetam os meios analisados quase sempre de forma semelhante, alguma medida deverá ser adotada, para o mesmo seja mitigado.

6.2.1. Análise dos resultados sob o meio antrópico

Quando estudado os impactos sobre o meio antrópico, estes, são essencialmente negativos no critério da natureza. Muito se deve ao contexto pelo qual a atividade se desenvolve e a visibilidade negativa que não somente o garimpo, mas a mineração como um todo possui no país. Tendo em vista que este empreendimento é de pequeno porte, logo os benefícios positivos ficam restritos basicamente ao público direto, que são compostos por colaboradores, fornecedores, prestadores de serviço, superficiário onde ocorre a extração mineral, bem como pelos entes públicos que arrecadam e fazem a distribuição dos impostos gerados, enquanto a vizinhança será impactada negativamente por ações relacionadas a atividade minerária.

Em uma análise sobre a magnitude do empreendimento de PLG, ocorre que a predominância média a baixa dependerá naturalmente do contexto operacional da lavra, onde a mesma ao possuir o porte reportado em seu planejamento técnico, a frequência deste tópico permanecerá com o padrão estabelecido no fluxograma 05.

Ainda, quanto à extensão, os impactos são considerados medianos, oscilando entre pontual e regional. Todavia, isso se deve ao fato da mensuração do porte operacional, que é pequeno. Logo, a influência que esta lavra garimpeira pode exercer

sobre os demais meios socioeconômicos em Tucumã é relativamente baixo, restrito à sua área de influência direta.

Quanto a reversibilidade para o meio antrópico, observa-se oscilações nos critérios, que, no entanto, enquadram a maior parte deste como impacto médio. Na leitura do ambiente, isto se deve ao fato de estes estarem relacionados a vida útil do empreendimento, operação da lavra, arrecadação, entre outros, que tendem a influenciar os critérios.

Do ponto de vista da duração, os fatores tendem a possuir oscilação qualitativa em quase todos os itens observados, bem como quantitativamente. Por se tratar de uma lavra desenvolvida a partir da extração em aluviões, a vida útil do empreendimento pode ser curta, a depender da capacidade de investimento do titular da PLG. Quanto mais equipamentos forem alocados na extração, maior serão os impactos gerados, aumentando assim o nível de classificação deste. No entanto, sua duração será diminuída, já que os limites físicos e geológicos da mesma chegaram próximo da exaustão.

6.2.2. Análise dos resultados sob o meio biótico

Em análise dos impactos ambientais sobre o meio biótico na permissão de lavra garimpeira, conforme visualizado na Tabela 30 e 31 e Figura 21, estes estão associados em uma maior parte quanto a perda das características naturais do ambiente alterado, em termos de fauna e flora local. Na fase de implantação existe a diminuição da vegetação original e/ou secundária, pela necessidade de supressão destas para que haja a instalação de estruturas de apoio ao empreendimento, tais como planta de beneficiamento, pilhas de estéril e tanque de decantação.

Logicamente, que por ser uma atividade legalizada, houve a outorga do órgão ambiental competente para a exploração minerária em áreas que houvesse a necessidade de diminuição destas características.

Outro ponto a ser elencado diz respeito a diminuição dos espécimes de fauna local. Embora a atividade esteja localizada em área considerada de uso agropecuária, a circulação de máquinas e equipamentos, seja nas fases de implantação e/ou operação, causam a este segmento, afastamento de espécimes que utilizavam os pontos com alterações como habitat natural. Pode ser observado que dada a atividade ser limítrofe a área de vegetação nativa, o deslocamento da fauna pode ter ocorrido para estas localidades.

Todavia, não se deve suprimir a perspectiva de que o deslocamento pode ocorrer para as áreas rurais nas proximidades, o que gera diversos impactos para a área de influência direta e indireta, já que a circulação de animais silvestres terrestres põe em risco a saúde, física e social da vizinhança do empreendimento.

Desta forma, pela ótica de análise a partir dos critérios estabelecidos, os efeitos das ações necessárias para a atividade, apresentam características estáveis na implantação e com risco maior na fase de operação.

O meio biótico é um dos mais afetados diretamente, seja pela supressão, seja pelo afugentamento, estando os mesmos sujeitos a relevada agressividade até a exaustão mineral. Mesmo após o encerramento das atividades de lavra, a recuperação do local, terá por exemplo, dificuldade em reabilitar-se para com as características existentes anteriormente, conforme pontuado nos critérios do fluxograma 06, quando observados os tópicos referentes a duração, reversibilidade e magnitude.

A consequência da atividade mineral sobre o meio biótico deve ser encarada com mecanismos legais capazes de minimizarem o impacto ambiental mapeado. Para tanto, o minerador deve além de executar corretamente e coerentemente as medidas propostas em seus estudos ambientais, ora homologado pelo órgão ambiental competente, para que as ações sobre este sejam mitigadas, garantindo assim meios e formas de preservação dos enclaves do bioma afetado.

6.2.3. Análise dos resultados sob o meio físico

No meio físico é onde ocorre a maior proporção de impactos ambientais bem como risco de exposição relevante, tendo em vista ação direta da atividade humana. Nos itens observados, conforme Tabelas 30 e 31 e Figura 22, estes estão ligados diretamente a existência da extração mineral, atrelados essencialmente a vida útil da lavra, ao uso contínuo de máquinas e equipamentos e a circulação de pessoas.

A natureza dos impactos é sempre negativa, haja vista, haver risco constante, o que faz com que o risco deste seja sempre médio, com escala próxima do patamar mais alto. Assim, ao analisar-se os principais danos que são gerados na permissão de lavra garimpeira, é coerente afirmar que, embora a magnitude destes seja de baixa a média, ora, atrelado quase que sempre a área de influência direta, com extensão pontual e local, e ainda que embora muitos destes possuam reversibilidade, a

degeneração pode ser de longo prazo, extrapolando assim não somente a vida útil do empreendimento, mas também permanecendo sob efeito destes por vários anos.

Isso se deve ao fato de que os principais afetados pelos impactos quanto ao meio físico, é o próprio ser humano quanto a sua saúde e meio natural, sejam esta fauna, flora, solos, águas superficiais e subterrâneas; já que, por mais que haja simplificação quanto ao uso de insumos e produtos nas máquinas e equipamentos da lavra garimpeira de forma controlada, o fator de risco sempre será iminente.

Evidentemente, por mais que haja esmero e zelo por parte do minerador, o risco de impacto ambiental sempre hei de existir.

Por fim, dada as características dos riscos apontados e da análise a partir dos critérios estabelecidos, conclui-se pelo os impactos por possuírem grau mediano na metodologia utilizada, que estes, por sua vez passaram pelo crivo dos órgãos reguladores e que a lavra garimpeira nos dias atuais difere dos exemplos do passado, já que o nível de rigor desta é maior, com ferramentas técnicas e regulatórias capazes de intervir a medida que é detectado ameaça à integridade, seja esta ao ser humano, a operação mineral e/ou aos meios naturais.

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A presente dissertação apresenta a caracterização de permissão de lavra garimpeira no âmbito de sua estrutura técnica, do requerimento aos parâmetros adotados para o desenvolvimento da atividade extrativa, com foco nos impactos ambientais gerados por esta. Observa-se que em termos de garimpo, o Brasil possui longo histórico, cercado de mazelas e patologias ambientais, que aos olhos atuais podem ser irreparáveis para a atual geração, que embora estejam cercadas de problemáticas, possui recente legislação advinda a partir de regramentos adotados pelos entes governamentais, almejando reparação de atos antes negligenciados.

Sumariamente, abordou-se permissão de lavra garimpeira para extração de minério de ouro e cassiterita no município de Tucumã – PA, no tangente a sua operação mineral e aos impactos ambientais gerados por esta.

Para tanto, com as atuais regras para o desenvolvimento do garimpo legalizado, tem-se que o comportamento técnico jurídico do permissionário deve ser semelhante ao de uma lavra convencional, nos quais medidas de segurança ambiental, do ser humano, patrimonial, social, entre outros, devem seguir padrões próximos aos observados em projetos cujo rigor fiscalizatório é de maior intensidade por partes dos agentes reguladores.

No decorrer deste trabalho, foram pontuados os itens vigentes para a permissão de lavra garimpeira, que com o advento da Ordem de Serviço nº 595/2021 da Agência Nacional de Mineração, esta passou a ser obrigada a descrever tecnicamente a operação mineral, seja lavra e/ou beneficiamento, bem como por outras características, dando a este maior responsabilidade civil, criminal e ambiental. Observa-se que este ato da ANM traz maior burocratização técnica ao processo de PLG, sendo considerada por este autor, como um avanço positivo quanto ao melhor detalhamento do que é a lavra por mineração considerada por séculos como artesanal.

Deve ser levado em consideração ainda, que o regime de permissão de lavra garimpeira, passou por mais de 30 anos, sob uma ótica simplificada de que a atividade desenvolver-se-ia por meios relativamente mínimos. Todavia, nos últimos anos com o agravo das práticas de lavra ilegal, nos mais distintos biomas do país, a visão sob esta teve que ser alterada. Não se deve de forma alguma culpar o garimpeiro com o que pratica a lavra clandestina, uma vez que são formas de trabalho que não devem ser comparadas, tendo em vista que um passa por licenciamento minerário e ambiental,

de forma rigorosa ou não, e outro age nas sombras da lei, usurpando patrimônio da União.

No Brasil, existem inúmeras práticas positivas sob a mineração na forma de lavra garimpeira. O que é noticiado no mídia nacional e estrangeira, de forma pejorativa associada ao garimpo é simplesmente lavra ilegal e/ou crime ambiental.

Pondera-se ainda a proposta deste trabalho, no aspecto da diferenciação com os atos que são feitos na clandestinidade, visando justamente a apresentação que a permissão de lavra garimpeira é e deve ser executada de forma regulada, ao ponto de ser levado em consideração diversos itens descritivos no tangente a sua operação, recuperação e fechamento.

Entendida a fase de concepção e/ou requerimento e sua instrução junto aos órgãos reguladores, ainda há através da resolução ANM nº 68/2021, quanto da obrigatoriedade do titular do título de Permissão de Lavra Garimpeira quanto ao fechamento de mina. Embora seja um assunto de certa obviedade, uma vez que todo e qualquer recurso natural que possui seu aproveitamento econômico, necessita de ações recuperativas, o fechamento de mina vêm para justamente nominar que todo e qualquer regime minerário extrativo, como o de PLG têm de pensar não somente em ações de recuperação para o meio degradado, como também em medidas de equilíbrio para o meio físico, biótico e socioeconômico.

Todavia, por ser matéria não totalmente regulada, na época de sua implantação, a presente resolução trouxe ao segmento mineral de lavra garimpeira, a importância quanto não somente a recuperação ambiental da área efetivamente degradada pela mineração, mas também aspectos relevantes em prol de um conjunto de métodos, tecnologias e /ou ferramentas que devem ser aplicadas após a exaustão do recurso mineral. Desta forma, com a norma traz mecanismos de apoio à reestruturação após o fim da atividade minerário aos meios físicos, bióticos e antrópico, uma vez que em tese, os benefícios econômicos são em sua grande parte aplicados apenas durante a vida útil da jazida.

Em continuidade a abordagem da lavra garimpeira legalizada, observa-se que pelo atual ordenamento jurídico adotado pela Agência Nacional de Mineração, a mesma possui operações e estruturas descritas, que geram impactos de acordo com a natureza de sua utilização. Os meios bióticos e físicos são os mais afetados, enquanto o meio antrópico possui impactos relacionados aos ganhos econômicos,

geração de emprego e arrecadação de impostos, que dependem exclusivamente da lavra em funcionamento para serem benéficos.

Dada a localização do empreendimento mineral, os principais impactos, conforme observados nas estruturas georreferenciadas, se dão muito pela sensibilidade ambiental existente no entorno deste. De um lado atividades relacionadas a agropecuária, de outro áreas de vegetação nativa. A operação mineral, portanto, passar a requerer um maior rigor de cuidado quanto aos diversos itens sensíveis observáveis.

Atualmente, com as ferramentas regulatórias existentes, temos que a lavra garimpeira não mais ou meramente uma extração dita artesanal, já que o grau de mecanização desta requer ao minerador investimentos de elevado volume, o que acarreta também em responsabilidades sobre os meios afetados.

Assim, o empreendedor mineral obriga-se a executar não somente a extração mineral nos limites outorgados, como era corriqueiramente feito no início da vigência da legislação mineral para a lavra garimpeira, mas também a ser responsável sob os meios e os impactos gerados. A responsabilidade assumida, portanto, é muito além da ambiental e/ou mineral, mas também social, civil, criminal, entre outras. A execução por exemplo das medidas de mitigação elencadas nos estudos ambientais é rito obrigatório atualmente, não estando mais apenas relegados ao papel escrito sem execução prática.

A partir da obrigatoriedade da execução do plano de recuperação de áreas degradadas, ora fixadas quase que sempre como condicionantes de licença ambiental, o garimpeiro na PLG terá ainda de atentar-se aos programas de gestão ambiental, as medidas de prevenção de acidentes do trabalho e ambientais, a conservação de áreas pré-determinadas, entre outras. O pensamento, desta forma, é contínuo, fixando-se além da vida útil da lavra.

Com o advento de mecanismos regulatórios, como o plano de fechamento de mina, a lavra garimpeira passa a ter não somente obrigação de recuperação, mas também de reparação para os impactos causados. A necessidade de monitoramento e supervisão da reabilitação da área lavrada passa a ser ato contínuo ao minerador. Desta forma, uma das indagações mais eloquentes a serem fixadas é a destinação de recursos econômicos e materiais para a correta execução deste plano, visando o atendimento correto do que é estabelecido na legislação e porventura a

exemplificação que o garimpo pode correr de forma certa, frente aos inúmeros perjúrios sociais difundidos na mídia dia a dia.

8. BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

_____. Decreto - Lei nº 227, de 28 de fevereiro de 1967. **Dá nova redação ao Decreto-lei nº 1.985, de 29 de janeiro de 1940. (Código de Minas).** Brasília, DF. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Decreto-Lei/Del0227.htm>. Acessado em 01 de outubro de 2022.

_____. Instrução Normativa nº 006, de 03 de julho de 2013. **Dispõe sobre o licenciamento para a atividade de lavra garimpeira de ouro no Estado do Pará.** Belém, PA. Disponível em: <<https://www.semas.pa.gov.br/legislacao/files/pdf/111.pdf>>. Acessado em 06 de janeiro de 2023.

_____. Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981. **Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências.** Brasília, DF. Disponível em: <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l6938.htm#:~:text=LEI%20N%C2%BA%206.938%2C%20DE%2031%20DE%20AGOSTO%20DE%201981&text=Disp%C3%B5e%20sobre%20a%20Pol%C3%ADtica%20Nacional,aplica%C3%A7%C3%A3o%2C%20e%20d%C3%A1%20outras%20provid%C3%A2ncias.>. Acessado em 05 de janeiro de 2023.

_____. Lei nº 7.805, de 18 de julho de 1989. **Altera o Decreto-Lei nº 227, de 28 de fevereiro de 1967, cria o regime de permissão de lavra garimpeira, extingue o regime de matrícula, e dá outras providências.** Brasília, DF. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l7805.htm#:~:text=LEI%20N%C2%BA%207.805%2C%20DE%2018%20DE%20JULHO%20DE%201989.&text=Altera%20o%20Decreto%2DLei%20n%C2%BA,matr%C3%ADcula%2C%20e%20d%C3%A1%20outras%20provid%C3%A2ncias.>. Acessado em 01 de outubro de 2022.

_____. Lei nº 9.985, de 18 de julho de 2000. **Regulamenta o art. 225, § 1º, incisos I, II, III e VII da Constituição Federal, institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza e dá outras providências.** Brasília, DF. Disponível em: <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9985.htm>. Acessado em 05 de janeiro de 2023.

_____. Lei nº 10.165, de 27 de dezembro de 2000. **Altera a Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981, que dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências.** Brasília, DF. Disponível em: <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L10165.htm#art3>. Acessado em 05 de janeiro de 2023.

_____. Lei nº 11.685, de 02 de junho de 2008. **Institui o Estatuto do Garimpeiro e dá outras providências.** Brasília, DF. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2007-2010/2008/Lei/L11685.htm#:~:text=LEI%20N%C2%BA%2011.685%2C%20DE%202010/2008/Lei/L11685.htm#:~:text=LEI%20N%C2%BA%2011.685%2C%20DE%202010,Garimpeiro%20e%20d%C3%A1%20outras%20provid%C3%A2ncias.&text=Art.,e%20deveres%20assegurados%20aos%20garimpeiros.>. Acessado em 01 de outubro de 2022.

_____. Lei Complementar nº 140, de 8 de dezembro de 2011. **Fixa normas, nos termos dos incisos III, VI e VII do caput e do parágrafo único do art. 23 da Constituição Federal, para a cooperação entre a União, os Estados, o Distrito Federal e os Municípios nas ações administrativas decorrentes do exercício da competência comum relativas à proteção das paisagens naturais notáveis, à proteção do meio ambiente, ao combate à poluição em qualquer de suas formas e à preservação das florestas, da fauna e da flora; e altera a Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981.** Brasília, DF. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/lcp/lcp140.htm>. Acessado em 06 de janeiro de 2023.

_____. Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012. **Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis n.º 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; revoga as Leis nºs 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória nº 2.166-67, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências.** Brasília, DF. Disponível em: <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/L12651.htm>. Acessado em 06 de janeiro de 2023.

_____. Lei nº 12.727, de 17 de outubro de 2012. **Altera a Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012, que dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis nºs 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; e revoga as Leis nºs 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, a Medida Provisória nº 2.166-67, de 24 de agosto de 2001, o item 22 do inciso II do art. 167 da Lei nº 6.015, de 31 de dezembro de 1973, e o § 2º do art. 4º da Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012.** Brasília, DF. Disponível em: <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/l12727.htm>. Acessado em 06 de janeiro de 2023.

_____. Portaria nº 178, de 12 de abril de 2004. **Estabelece o procedimento para outorga e transformação do Regime de Permissão de Lavra Garimpeira.** Departamento Nacional de Produção Mineral. Brasília, DF. Disponível em: <https://anmlegis.datalegis.inf.br/action/UrlPublicasAction.php?acao=abrirAtoPublico&num_ato=00000178&sgl_tipo=POR&sgl_orgao=DNPM/MME&vlr_ano=2004&seq_ato=000&cod_tipo=&des_item=&des_item_fim=&num_linha=>. Acessado em 02 de outubro de 2022.

_____. Portaria nº 267, de 10 de julho de 2008. **Altera a Portaria nº 178, de 12 de abril de 2004, que dispõe sobre a permissão de lavra garimpeira.** Departamento Nacional de Produção Mineral. Brasília, DF. Disponível em: <https://anmlegis.datalegis.inf.br/action/UrlPublicasAction.php?acao=abrirAtoPublico&num_ato=00000267&sgl_tipo=POR&sgl_orgao=DNPM/MME&vlr_ano=2008&seq_ato=000&cod_tipo=&des_item=&des_item_fim=&num_linha=>>. Acessado em 02 de outubro de 2022.

_____. Portaria nº 155, de 12 de maio de 2016. **Aprova a Consolidação Normativa do DNPM e revoga os atos normativos consolidados.** Departamento Nacional de Produção Mineral. Brasília, DF. Disponível em: <<https://anmlegis.datalegis.inf.br/action/UrlPublicasAction.php?acao=abrirAtoPublico>>

&num_ato=00000155&sgl_tipo=POR&sgl_orgao=DNPM/MME&vlr_ano=2016&seq_ato=000>. Acessado em 02 de outubro de 2022.

_____. Ordem de Serviço nº 528, de 08 de setembro de 2021. **Dispõe sobre diretrizes de fiscalização do requerimento e do título de Permissão de Lavra Garimpeira (PLG), até elaboração de resolução específica para o referido regime de aproveitamento, em linha com as instruções e recomendações dos órgãos de controle.** Agência Nacional de Mineração. Brasília, DF. Disponível em: <https://anmlegis.datalegis.inf.br/action/UrlPublicasAction.php?acao=abrirAtoPublico&num_ato=00000528&sgl_tipo=OSV&sgl_orgao=SPM/ANM/MME&vlr_ano=2021&seq_ato=INT&cod_tipo=&des_item=&des_item_fim=&num_linha=.>. Acessado em 05 de outubro de 2022.

_____. Ordem de Serviço nº 595, de 13 de outubro de 2021. **Retifica a Ordem de Serviço 528/21 e dispõe sobre diretrizes de fiscalização do requerimento e do título de Permissão de Lavra Garimpeira (PLG), até elaboração de resolução específica para o referido regime de aproveitamento, em linha com as instruções e recomendações dos órgãos de controle.** Agência Nacional de Mineração. Brasília, DF. Disponível em: <https://anmlegis.datalegis.inf.br/action/UrlPublicasAction.php?acao=abrirAtoPublico&num_ato=00000595&sgl_tipo=OSV&sgl_orgao=ANM/MME&vlr_ano=2021&seq_ato=INT&cod_tipo=&des_item=&des_item_fim=&num_linha=.>. Acessado em 05 de outubro de 2022.

_____. Resolução ANM nº 68, de 30 de abril de 2021. **Dispõe sobre as regras referentes ao Plano de Fechamento de Mina - PFM e revoga as Normas Reguladoras da Mineração nº 20.4 e nº 20.5, aprovadas pela Portaria DNPM nº 237, de 18 de outubro de 2001.** Brasília, DF. Disponível em: <https://anmlegis.datalegis.inf.br/action/ActionDatalegis.php?acao=abrirTextoAto&link=S&tipo=RES&numeroAto=00000068&seqAto=000&valorAno=2021&orgao=ANM/MME&cod_modulo=414&cod_menu=7348.>. Acessado em 07 de janeiro de 2023.

_____. Resolução ANM nº 85, de 02 de dezembro de 2021. **Dispõe sobre procedimentos para o aproveitamento de rejeitos e estéreis.** Brasília, DF. Disponível em: <https://anmlegis.datalegis.inf.br/action/ActionDatalegis.php?acao=abrirTextoAto&link=S&tipo=RES&numeroAto=00000085&seqAto=000&valorAno=2021&orgao=DC/ANM/MME&cod_modulo=351&cod_menu=6675.>. Acessado em 07 de janeiro de 2023.

_____. Resolução COEMA nº 120, de 28 de outubro de 2015. **Dispõe sobre as atividades de impacto ambiental local, de competência dos Municípios, e dá outras providências.** Belém, PA. Disponível em: <<https://www.semas.pa.gov.br/legislacao/files/pdf/344.pdf.>>. Acessado em 06 de janeiro de 2023.

_____. Resolução COEMA nº 162, de 02 de fevereiro de 2021. **Estabelece as atividades de impacto ambiental local, para fins de licenciamento ambiental, de competência dos Municípios no âmbito do Estado do Pará, e dá outras providências.** Belém, PA. Disponível em:

<<https://www.semas.pa.gov.br/legislacao/files/pdf/25758.pdf>>. Acessado em 06 de janeiro de 2023.

_____. Resolução CONAMA nº 01, de 23 de janeiro de 1986. **Dispõe sobre critérios básicos e diretrizes gerais para a avaliação de impacto ambiental.** Brasília, DF. Disponível em: <<https://www.legisweb.com.br/legislacao/?id=95508>>. Acessado em 05 de janeiro de 2023.

_____. Resolução CONAMA nº 237, de 19 de dezembro de 1997. **Dispõe sobre conceitos, sujeição, e procedimento para obtenção de Licenciamento Ambiental, e dá outras providências.** Brasília, DF. Disponível em: <<https://www.legisweb.com.br/legislacao/?id=95982>>. Acessado em 05 de janeiro de 2023.

AQUINO, Afonso Rodrigues; PALETTA, Francisco Carlos; ALMEIDA, Josimar Ribeiro de. **Risco Ambiental.** São Paulo: Blucher, 2017.

AMADE, Pedro; LIMA, Hernani Mota de. **Desenvolvimento sustentável e garimpo – o caso do Garimpo do Engenho Podre em Mariana, Minas Gerais.** Ouro Preto: Revista Escola de Minas, vol. 62, 2009. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/rem/a/wxZbFhMBtgPX6yVMwkbTqVz/abstract/?lang=pt>>. Acesso em 18 de agosto de 2022.

BAPTISTA, Candido Francisco de Avila. **Metodologia de avaliação de impactos ambientais para o sistema de gestão ambiental proposto pela NBR ISO 14001:2004 – Estudo de caso mina mangueirão, Caçapava do Sul, RS.** 2015. 83 f. Dissertação de Mestrado (Programa de Pós-Graduação em Tecnologia Mineral) – Universidade Federal do Pampa – Campus Caçapava do Sul, Caçapava do Sul – RS. Disponível em: <cursos.unipampa.edu.br/cursos/ppgem/files/2016/12/dissertacao_-_candido-francisco-de-avila-baptista.pdf>. Acesso em 10 de março de 2024.

BONFIM, Marcela Rebouças. **Avaliação de impactos ambientais da atividade minerária.** Curso de Especialização de Mineração e Meio Ambiente – UFRB, Cruz das Almas, 2017. Disponível em: <<https://educapes.capes.gov.br/bitstream/capes/175229/1/avaliacao.pdf>>. Acesso em 19 de setembro de 2022.

DULEBA, Wânia; GONÇALVES – DIAS, Sylmara Lopes Francelino; PAULINO, Sonia Regina. **Sustentabilidade e interdisciplinaridade.** São Paulo: Blucher, 2019.

FILHO, José Francisco do Prado; SOUZA, Marcelo Pereira de. **O licenciamento ambiental da mineração no Quadrilátero Ferrífero de Minas Gerais – uma análise da implementação de medidas de controle ambiental formuladas em EIAs/RIMAs.** Campo Grande: 23º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, 2005.

GALDINO, A. I. S. **Projeto e sequenciamento de lavra do maciço rochoso da Mineração Megaípe.** 2018. Recife: Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia de Minas) – Departamento de Engenharia de Minas da Universidade Federal de Pernambuco, 2018.

GOMES, Abílio S.; PALMA, Jorge J. C.; SILVA, Cleverson G. **Causas e consequências do impacto ambiental da exploração dos recursos minerais marinhos**. Rio de Janeiro: Revista Brasileira de Geofísica, 2000.

GONÇALVES, Lílian Daniele Pantoja; LISBOA, Gilberlene Serra; BEZERRA, José Fernando Rodrigues. **Alterações ambientais decorrentes da extração de ouro no garimpo de Caxias – Município de Luís Domingues – MA**. Teresina: Revista Equador, 2017. Disponível em: <<https://revistas.ufpi.br/index.php/equador/article/view/6508>>. Acesso em 19 de setembro de 2022.

GUSMÃO, Izabele Cristina Dantas de; BARRETO, Alison Henrique da Silva; FERNANDES, Rogério Taygra Vasconcelos; SILVA, Mariane Dalyston; LIMA, Vanessa Karen Pereira de. **Os impactos ambientais causados pela atividade mineradora**. VII Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia. Brasília: Conselho Federal de Engenharia e Agronomia, 2021. Disponível em: <<https://www.confea.org.br/midias/uploads-imce/Contecc2021/Civil/OS%20IMPACTOS%20AMBIENTAIS%20CAUSADOS%20PELA%20ATIVIDADE%20MINERADORA.pdf>>. Acessado em 16 de janeiro de 2023.

LEITE, Amália Lima; FREITAS, Ivna Gomes de; OLIVEIR, Estephano Bessa de; MARINHO, Márcia Thelma R. D. **Atividade mineradora e impactos ambientais em uma empresa cearense**. XVII Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada e I Congresso Nacional de Geografia Física. Campinas: Instituto de Geociências - Unicamp, 2017.

MATTA, Paulo Magno da. **O garimpo na chapada diamantina e seus impactos ambientais: uma visão histórica e suas perspectivas futuras**. 2006. 212 f. Dissertação de Mestrado (Programa de Pós-graduação em Engenharia Ambiental Urbana) – Escola Politécnica, Universidade Federal da Bahia, Salvador – BA. Disponível em: <http://www.dominiopublico.gov.br/pesquisa/DetalheObraForm.do?select_action=&o_obra=166507>. Acesso em 10 de setembro de 2022.

MECHI, Andrea; SANCHES, Djalma Luiz. **Impactos ambientais da mineração no Estado de São Paulo**. São Paulo: Scielo, 2010. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/ea/a/TNzjZ3HD8K6rCvSSWPtsZgC/?lang=pt>>. Acessado em 25 de agosto de 2022.

MILANEZ, Bruno. **Mineração, ambientes e sociedade: impactos complexos e simplificação da legislação**. Brasília: IPEA, 2017. Disponível em: <<https://bitly.com/PoiRvaEQ>>. Acessado em 26 de agosto de 2022.

NASCIMENTO, Isaura Barbosa do. **Impactos socioambientais e implicações à saúde do trabalhador: o caso do garimpo de esmeraldas em Campos Verdes-GO**. 2009. 169 f. Dissertação de Mestrado (Programa de Pós-graduação de Geografia) – Departamento de Geografia, Universidade de Brasília, Brasília – DF. Disponível em: <<https://repositorio.unb.br/handle/10482/4404>>. Acesso em 25 de agosto de 2022.

NOBREGA, José Aderivaldo Silva da; MENEZES, Marilda Aparecida de. **Homens “subterrâneos”: o trabalho informal e precário nos garimpos de junco do Seridó.** Campina Grande, v. 32, n. 02, julho/dezembro. 2010. Disponível em: <<http://dspace.sti.ufcg.edu.br:8080/xmlui/handle/riufcg/4233>>. Acesso em 18 de agosto de 2022.

OVIEDO, Antonio Franciso Perrone; SENRA, Estevão Benfica. **Modificando a trajetória de degradação do garimpo em terras indígenas.** São Paulo: CSP – Cadernos de Saúde Pública, 2023. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/csp/a/JWL8GwHwcYb9SfFdKXYkHHg/?lang=pt#>>. Acesso em 03 de janeiro de 2024.

PEREIRA, Ricardo da Costa. **A mineração na vida das comunidades: aspectos socioeconômicos e mudanças nas estruturas de ambientais mineiros.** Caçapava do Sul: Universidade Federal do Pampa, 2021. Disponível em: <<https://cursos.unipampa.edu.br/cursos/tecnologiaemmineracao/files/2021/07/a-mineracao-na-vida-das-comunidades-aspectos-socioeconomicos-e-mudancas-nas-estruturas-de-ambientes-mineiros.pdf>>. Acessado em 15 de janeiro de 2023.

PONTES, Julio Cesar de; FARIAS, Maria Sallydelândia Sobral de; LIMA, Vera Lúcia Antunes de. **Mineração e seus reflexos socioambientais: estudos de impactos de vizinhança (EIV) causados pelo desmonte de rocha com uso de explosivos.** Rio de Janeiro: UERJ, 2013. Disponível em <<https://www.e-publicacoes.uerj.br/index.php/polemica/article/view/5277/3873#:~:text=social%2C%20quanto%20ambiental.,Os%20impactos%20causados%20pela%20minera%C3%A7%C3%A3o%2C%20associados%20%C3%A0%20competi%C3%A7%C3%A3o%20pelo%20uso,a%20pluralidade%20dos%20interesses%20envolvidos.>>. Acesso em 16 de janeiro de 2023.

SANCHEZ, Luis Enrique. **Avaliação de impactos ambientais: conceitos e métodos.** São Paulo: Oficina de textos, 2013.

SANCHEZ, Luis Enrique. **Avaliação de impacto ambiental: conceitos e métodos.** São Paulo: Oficina de textos, 2020.

SILVA, Samuel Soares da; FREITAS, Alan; FREITAS, Rodrigo; RAMALHO, Tamires. **Princípios do cooperativismo e a cultura do garimpo: uma análise nas cooperativas de Minas Gerais.** Campo Grande: Revista Interações, 2022. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/inter/a/38XhGTwtpLgrZGkjZcy77hR/?lang=pt#>>. Acesso em 10 de março de 2024.