



INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIAS E TECNOLOGIA DO AMAPÁ  
CURSO SUPERIOR DE TECNOLOGIA EM GESTÃO AMBIENTAL  
CAMPUS LARANJAL DO JARI

CHARLENE DOS SANTOS DA SILVA

IZABELA OLIVEIRA DA SILVA

**PROPOSTA DE UM PLANO DE RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS  
(PRAD) PARA UMA ÁREA DESATIVADA DE MINERAÇÃO DE SEIXO E AREIA  
EM LARANJAL DO JARI-AP**

LARANJAL DO JARI

2023

CHARLENE DOS SANTOS DA SILVA  
IZABELA OLIVEIRA DA SILVA

**PROPOSTA DE UM PLANO DE RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS  
(PRAD) PARA UMA ÁREA DESATIVADA DE MINERAÇÃO DE SEIXO E AREIA  
EM LARANJAL DO JARI-AP**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado a coordenação do curso de Tecnologia em Gestão Ambiental como requisito avaliativo para obtenção do título de tecnólogo em Gestão Ambiental do Instituto Federal do Amapá.

Orientador: Me. Germano Slominski Burakowski

Coorientador: Esp. Jackson Rodrigo de Lima Barbosa

LARANJAL DO JARI

2023

Biblioteca Institucional - IFAP  
Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

---

- S586p Silva, Charlene dos Santos da  
Proposta de um Plano de Recuperação de Áreas Degradadas (PRAD) para um área desativada de mineração de seixo e areia em Laranjal do Jari-AP / Charlene dos Santos da Silva, Izabela Oliveirada da Silva. - Laranjal do Jari, 2023.  
58 f.: il.
- Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) -- Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amapá, Campus Laranjal do Jari, Curso de Tecnologia em Gestão Ambiental, 2023.
- Orientador: Me. Germano Slominski Burakouski.  
Coorientador: Esp. Jackson Rodrigo de Lima Barbosa.
1. Reabilitação. 2. Prad. 3. Mineração. I. Silva, Izabela Oliveirada da. I. Burakouski, Me. Germano Slominski, orient. II. Barbosa, Esp. Jackson Rodrigo de Lima, coorient. III. Título.
- 

Elaborada pelo Sistema de Geração Automática de Ficha Catalográfica do IFAP  
com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

CHARLENE DOS SANTOS DA SILVA

IZABELA OLIVEIRA DA SILVA

**PROPOSTA DE UM PLANO DE RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS  
(PRAD) PARA UMA ÁREA DESATIVADA DE MINERAÇÃO DE SEIXO E AREIA  
EM LARANJAL DO JARI-AP**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado a coordenação do curso de Tecnologia em Gestão Ambiental como requisito avaliativo para obtenção do título de tecnólogo em Gestão Ambiental do Instituto Federal do Amapá.

Orientador: Msc. Germano Slominski Surakouski

Coorientador: Esp. Jackson Rodrigo de Lima Barbosa

**BANCA EXAMINADORA**

---

Orientador.

---

Coorientador

---

Msc. Juliana Eveline dos Santos Farias  
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amapá

---

Me. Maicon Lemos Sathler  
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amapá

Apresentado em: 29/12/2023

Conceito/Nota:100

## RESUMO

Tendo em vista a necessidade de recuperação de áreas degradadas, devido a prática de mineração de agregados para a construção civil no município de Laranjal do Jari, elaborou-se uma proposta de um modelo teórico de Plano de Recuperação de Área degradada (PRAD) para uma área de mineração de areia e seixo desativada para fins de reabilitação. Para tanto, foi necessário investigar os procedimentos adotados para recuperação de áreas degradadas no estado do Amapá, além de analisar os aspectos geradores, bem como os impactos ambientais presentes na área de estudo e determinar medidas mitigadoras e/ou correccionais para os impactos identificados. Para a realização deste trabalho, aplicou-se como metodologia a pesquisa bibliográfica e a pesquisa de campo. Diante disso, verificou-se que a reabilitação de áreas degradadas decorrente a mineração de agregados classe II no Estado do Amapá é elaborado por meio do termo de referência disponibilizado pela Secretaria de Meio Ambiente do Estado (SEMA), ademais, foram identificados e descritos os aspectos modificadores e os impactos recorrente a atividade, e ainda, sugeridas técnicas e métodos para a reabilitação da área minerada a fim de readequação topográfica e paisagística, envolvendo meios de revegetação, monitoramento e manutenção.

Palavras-chave: prad; áreas degradadas; mineração; agregados; reabilitação.

## **ABSTRACT**

In view of the need for the recovery of degraded areas due to the practice of aggregate mining for civil construction in the municipality of Laranjal do Jari, a proposal was developed for a theoretical model of a Degraded Area Recovery Plan (PRAD) for a deactivated sand and gravel mining area for rehabilitation purposes. To do so, it was necessary to investigate the procedures adopted for the recovery of degraded areas in the state of Amapá, in addition to analyzing the generating aspects, as well as the environmental impacts present in the study area, and determining mitigating and/or corrective measures for the identified impacts. For the completion of this work, bibliographic research and field research were applied as methodologies. In this context, it was found that the rehabilitation of degraded areas resulting from Class II aggregate mining in the State of Amapá is developed through the reference document provided by the State Environmental Secretariat (SEMA). Furthermore, the modifying aspects and the impacts related to the activity were identified and described, and techniques and methods for the rehabilitation of the mined area were suggested for topographic and landscape re-adaptation, involving reforestation, monitoring, and maintenance.

Key words: darp; degraded area; mining; aggregates; rehabilitation.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Agregados naturais.....	14
Figura 2 - Agregados Industriais. ....	14
Figura 3 - Ilustração do decapeamento da camada fértil do solo e armazenamento. ....	22
Figura 4 - Ilustração do processo de desmonte hidráulico. ....	22
Figura 5 - Representação esquemática dos conceitos de degradação.....	28
Figura 6 - Imagens da localização das estruturas de operação do empreendimento minerário. .....	31
Figura 7 - Esquematização do Anexo III do Termo de Referência N° 25/2023 .....	38
Figura 8 - Visão aérea da área, lagoa de sedimentação. ....	39
Figura 9 - Lixeiras Viciadas.....	40
Figura 10 - Danos a topografia decorrente ao desmonte hidráulico e da precipitação.....	41
Figura 11 - Camadas subsuperficiais de seixos que corresponde ao horizonte C. ....	42
Figura 12 - Imagem da área afetada pelo desmonte hidráulico e escoamento superficial da água.....	42
Figura 13 - Sulcos formados pelo escoamento superficial da água.....	43
Figura 14 - Imagem das ravinas e erosões laminares provenientes do escoamento da água. ..	43
Figura 15 - Imagem das voçorocas presentes na área .....	44
Figura 16 - Vegetação marginal da área efetivamente explorada. ....	44
Figura 17 - Vegetação com presença de espécies frutíferas .....	45
Figura 18 - Distância entre a área de estudo e as águas superficiais mais próxima. ....	46
Figura 19 - Estruturas de um talude.....	49
Figura 20 - Sistematização do talude.....	49
Figura 21 - Ilustração do sistema de drenagem no talude. ....	50
Figura 22 - Ilustração de Gramínea. ....	51
Figura 23 - Ilustração indicando os benefícios de uma leguminosa.....	51
Figura 24 - Esquematização das microcovas nos taludes.....	52
Figura 25 - Esquematização da fixação da biomanta nos taludes .....	53
Figura 26 - Ilustração das fases de desenvolvimento do Ipê amarelo. ....	54
Figura 27 - Ilustração das fases de desenvolvimento do Pará-pará.....	54

## LISTA DE MAPAS

Mapa 1 - Classificação de empreendimentos minerários, licenciados e em fase de licenciamento, por tipo, no Estado do Amapá. ....	18
Mapa 2 - Empreendimentos licenciados e em fase de licenciamento. ....	19
Mapa 3 - Localização da área de estudo. ....	30
Mapa 4 - Tipos de vegetação e Solos no município de Laranjal do Jari. ....	33
Mapa 5 - Bacia hidrográfica do Rio Jari.....	34
Mapa 6 - Caracterização ao entorno da área de estudo. ....	40
Mapa 7 - Curvas de nível da área. ....	41

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO.....</b>	<b>10</b>
<b>1.1</b>	<b>Objetivo .....</b>	<b>11</b>
1.1.1	Objetivo Geral .....	11
1.1.2	Objetivo específico .....	11
<b>1.2</b>	<b>Referencial Teórico .....</b>	<b>11</b>
1.2.1	Mineração de Agregados para Construção Civil .....	12
1.2.2	Arcabouço legal da mineração de agregados para a construção civil.....	15
1.2.3	Mineração no Amapá .....	17
1.2.4	Extração de areia e seixo no vale do Jari .....	21
1.2.5	Aspectos modificadores .....	21
1.2.6	Áreas degradadas .....	23
1.2.7	Plano de Recuperação de Áreas Degradadas (PRAD) .....	24
1.2.8	Atribuições legais para o PRAD .....	26
1.2.9	Recuperação, Reabilitação e Restauração de áreas degradadas .....	27
1.2.10	Identificação de Áreas Degradadas .....	28
<b>2</b>	<b>METODOLOGIA.....</b>	<b>30</b>
<b>2.1</b>	<b>Área de Estudo .....</b>	<b>30</b>
2.1.1	Caracterização regional .....	32
<b>2.2</b>	<b>Material e método .....</b>	<b>34</b>
<b>2.3</b>	<b>Análise de dados.....</b>	<b>36</b>
<b>3</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÕES .....</b>	<b>37</b>
<b>3.1</b>	<b>Procedimentos para recuperação de áreas degradadas no estado do Amapá.....</b>	<b>37</b>
<b>3.2</b>	<b>Impactos ambientais decorrentes das operações minerárias.....</b>	<b>38</b>
3.2.1	Mapeamento: .....	39
3.2.2	Condições topográficas.....	40
3.2.3	As condições do solo: .....	41
3.2.4	Condição da vegetação: .....	44
3.2.5	As condições hidrológicas. ....	45
<b>3.3</b>	<b>Medidas mitigadoras e/ou correccionais para recuperação da área degradada ....</b>	<b>48</b>
3.3.1	Adequação topográfica e paisagística:.....	48
3.3.2	Sistema de drenagem .....	49
3.3.3	Revegetação .....	50

3.3.4	Monitoramento .....	54
3.3.5	Manutenção.....	55
<b>4</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>57</b>
	<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>58</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A atividade de mineração de agregados para construção civil desempenha um papel crucial no desenvolvimento socioeconômico, fornecendo os materiais essenciais para a construção de infraestruturas e edificações. No entanto, essa atividade pode gerar impactos significativos ao meio ambiente, resultando em áreas degradadas que demandam a implementação de estratégias eficazes de recuperação, reabilitação ou restauração.

No município de Laranjal do Jari, localizado no estado do Amapá, há exemplo de área de mineração de seixo e areia atualmente desativada, onde a recuperação ambiental até o momento não se fez presente. Nesse contexto, aproveitando a ocasião para expor os fundamentos didáticos obtidos no curso, viu-se esta situação como oportunidade para a elaboração de um Plano de Recuperação de Áreas Degradadas (PRAD), objetivando direcionar técnicas e conceitos para uma proposta teórica de ações que visem orientar a reabilitação e restabelecer as condições ambientais adequadas.

O PRAD constitui um instrumento essencial para a gestão ambiental, sendo uma exigência legal para as atividades minerárias, conforme estabelecido pela legislação ambiental vigente. Através desse plano, busca-se estabelecer diretrizes, metas e técnicas a serem adotadas no processo de recuperação da área degradada, considerando as características específicas do local e as particularidades dos ecossistemas afetados.

As atribuições legais que fundamentam a necessidade de elaboração e execução do PRAD são diversas. A Constituição Federal de 1988, em seu artigo 225, estabelece o direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado como um bem de uso comum do povo e essencial à qualidade de vida. Além disso, a Lei nº 9.605/1998, conhecida como Lei de Crimes Ambientais, prevê sanções penais e administrativas para a degradação ambiental, reforçando a importância da recuperação de áreas degradadas.

Esta monografia apresenta um modelo de PRAD para uma área desativada de mineração de seixo e areia no município de Laranjal do Jari-AP. Para tanto, foram realizadas visitas à área para caracterização ambiental da área degradada, levantamento de impactos e danos causados, além da análise de técnicas e melhores práticas de reabilitação de áreas degradadas por atividades minerárias.

## **1.1 Objetivo**

### 1.1.1 Objetivo Geral

O objetivo deste é propor um modelo teórico de Plano de Recuperação de Áreas Degradadas (PRAD) para uma área desativada de mineração de seixo e areia no município de Laranjal do Jari-AP.

### 1.1.2 Objetivo específico

- Investigar os procedimentos adotados para recuperação de áreas degradadas no estado do Amapá;
- Analisar os aspectos geradores bem como os impactos ambientais presentes na área de estudo;
- Determinar medidas mitigadoras e/ou correccionais para os impactos identificados.

## **1.2 Referencial Teórico**

A mineração está fortemente ligada à história brasileira desde os tempos antigos, pois se trata de um dos principais meios de economia de diversos estados brasileiros. "A mineração, junto com a agropecuária, ainda responde por boa parte de nossas exportações e, assim como na colônia, ainda é uma atividade fortemente concentradora de renda" (ROLLA e RICARDO, 2013, p. 89).

De acordo com dados do Instituto Brasileiro de Mineração, referente aos anos de 2018 e 2019, o setor mineral brasileiro exportou aproximadamente 410 milhões de toneladas de produtos minerais no ano de 2018. A China foi destino de aproximados 57% do total dessas exportações.

O setor mineral, no ano de 2019, exportou cerca de 360 milhões de toneladas. Conforme a tabela 1, a China foi novamente o principal destino, com importação de aproximadamente 65% das exportações de minério brasileiro (IBRAM, 2020, p. 38).

Tabela 1 - Principais destinos de exportações minerais brasileiro.

PRINCIPAIS DESTINOS DAS EXPORTAÇÕES MINERAIS BRASILEIRAS – 2019		
1º	FERRO	China (62%), Malásia (8%), Japão (4%), Holanda (4%), Omã (3%)
2º	OURO	Canadá (29%), Suíça (23%), Reino Unido (19%), Índia (11%), Emirados Árabes (6%), Itália (6%)
3º	COBRE	China (24%), Alemanha (20%), Espanha (11%), Polônia (10%), Taiwan (7,5%), Suécia (6%)
4º	NIÓBIO	China (38%), Holanda (24%), EUA (9%), Cingapura (8%), Japão (6%), Coreia do Sul (6%)
5º	MANGANÊS	China (81%), Uruguai (7%), Índia (4%), México (1,9%)
6º	BAUXITA	Canadá (34%), China (21%), Irlanda (20%), EUA (11%)

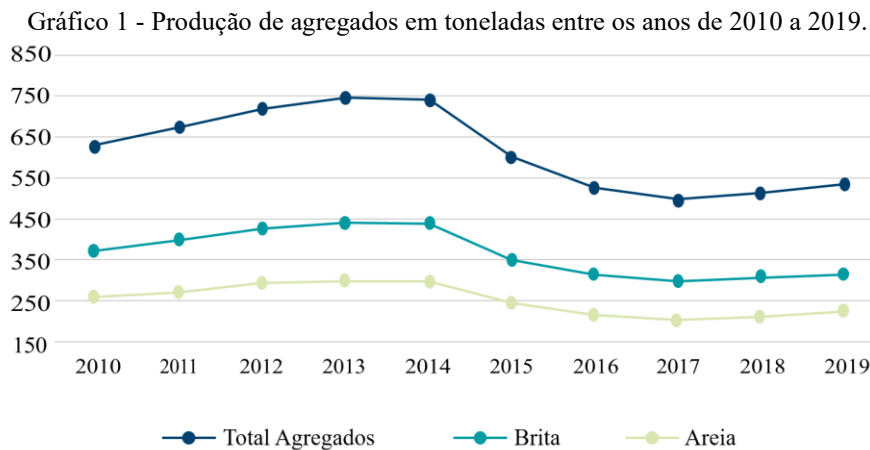
Fonte: Adaptado de (IBRAM, 2020).

### 1.2.1 Mineração de Agregados para Construção Civil

O segmento da indústria responsável pela produção de matérias-primas minerais, brutos ou beneficiados, para uso imediato na construção civil, é denominado: “Agregados da construção Civil”. “Este setor é o segmento da indústria mineral que comporta o maior número de empresas e trabalhadores, sendo o único a existir em todos os estados brasileiros” (SARNA E REZENDE, 2010 p. 602). É responsável por produzir areia, cascalho e brita, as quais são incluídas na classe II, de acordo com o Código de Mineração.

É importante destacar que, além da extração das substâncias apresentadas no quadro 1, no Brasil, há também a mineração de agregados para a construção civil, indispensáveis à evolução de uma sociedade, pois concede melhor qualidade de vida àqueles dos quais se beneficiam.

De acordo com dados do IBRAM, a produção de agregados para a construção civil no Brasil no período de 2010 a 2019 alcançou 750 milhões de toneladas, conforme mostra o gráfico 1.



Fonte: Sindipedras/ANEPAC (2020). Apud IBRAM, (2020).

No contexto da exploração de minerais para a construção civil, é preocupante constatar que a exploração destes recursos naturais acarreta impactos ambientais significativos ao meio ambiente, resultando em alterações que podem ser reversíveis ou irreversíveis. No caso da mineração de jazidas, essas são suscetíveis aos seguintes impactos: compactação do solo, erosões, assoreamentos, carreamento, e a perda da capacidade de resiliência da área.

Segundo Quaresma (2009, p.4 apud PINHEIRO, 2016, p. 23), a mineração de areia e seixo apresenta os seguintes aspectos:

- Uso e ocupação temporária do solo (recuperáveis para futuros usos sustentáveis), com supressão da vegetação, incluindo de áreas de preservação permanente (APP), e também modificação temporária de ecossistemas locais.
- Não se faz uso de produtos químicos poluidores, apenas combustíveis e lubrificantes, utilizados em pequenas proporções;
- Possui Impactos ambientais conhecidos e mitigáveis, como: modificação da paisagem, ruídos (de maquinarias) e emissões de poluentes atmosféricos decorrente do tráfego de caminhões;
- Impactos relacionados ao uso de água no procedimento de produção e a geração de efluentes;
- Geralmente estão próximos de áreas urbanas e comunidades;
- Ocorrem em áreas ocupadas restringidas (em comparação com outras atividades como agricultura e pecuária).

De acordo com o IBRAM (2020), a logística de distribuição de agregados de classe II é importante para que as empresas produtoras possam operar, pois o custo pode variar de 30 à 70% do preço final.

O ramo de agregados é caracterizado por sua grande demanda por volume e baixo valor relativo. Logo, delimita micromercados em distâncias de até 100 km quando se trata de brita e até 300 km para transporte de areia, exceto em regiões com indisponibilidade de reservas.

### **Quanto a natureza, obtenção e tamanho**

A Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) em sua NBR de nº 9935 de 2011, caracteriza o agregado como um “Elemento granular pétreo, sem forma ou volume definido, sendo um material quimicamente inerte, o qual é adquirido de forma natural ou artificial com proporções e propriedades adequadas para serem aplicadas em obras de engenharia civil”.

Quanto à natureza, para Neto (2022), em seu livro sobre pavimentos industriais em concreto, “os agregados naturais são constituídos de grãos derivados de alteração de rochas por processos de intemperismo, como pedregulhos, seixo e areias”. A figura 1 mostra imagem de seixo à direita e areia à esquerda.

Figura 1 - Agregados naturais.



Fonte: Pacheco, (2017).

A NBR 9935 (2011, p. 3) define a areia como:

Agregado miúdo originado através de processos naturais ou artificiais de desintegração de rochas, ou proveniente de processos industriais. É chamada de areia natural se resultante de ação de agentes da natureza, de areia artificial quando proveniente de processos industriais; de areia reciclada, quando provenientes de processos de reciclagem; e de areia de britagem, quando proveniente do processo de cominuição mecânica de rocha, conforme normas específicas.

Furlanetto (2020) define o seixo como “[...] fragmentos de rocha que, de forma natural, sofreram lavagem e transporte através de um corpo hídrico, adquirindo um aspecto relativamente liso.”, como mostrado na imagem anterior.

Já os agregados artificiais, Neto (2022), considera que:

São produtos ou subprodutos de processo industrial por transformação físico-química do material afim de atingir as propriedades desejadas, como granulometria, sendo exemplos brita, escória de alto forno, pó de pedra (areia artificial), argila calcinada [...] (NETO, 2022).

A figura 2 mostra imagens de agregados artificiais.

Figura 2 - Agregados Industriais.



Fonte: Alves, (2017).

Quanto à obtenção dessa matéria prima, os agregados são classificados em areia, brita, seixo rolado e também seixo britado, A areia é extraída de jazidas de bancos e de dragagens de leitos de rios. A brita é obtida por meio de explosões de Jazida de bancos, em seguida são britadas em britadores. Já o seixo rolado é adquirido pela extração manual ou mecânica, o qual é selecionada através de peneiramento, igualmente ao seixo britado (NETO, 2022).

Quanto ao tamanho dos agregados, são classificados em duas dimensões: Agregados graúdos e miúdos.

Agregados *Graúdos*, “Agregado cujos grãos passam pela peneira com abertura de malha de 75 mm e ficam retidos na peneira com abertura de malha de 4,75 mm”, como o pedregulho ou a brita proveniente de rochas estáveis. Já os agregados *Miúdos*, são “Agregados cujos grãos passam pela peneira com abertura de malha de 4,75 mm e ficam retidos na peneira com abertura de malha de 150  $\mu$ m”, como areia proveniente de fontes naturais, areia industrial ou a mistura de ambas, considerando NBR nº 248, nº 7211 e ISO 3310-1 (ABNT, NBR nº 7211, 2005).

### 1.2.2 Arcabouço legal da mineração de agregados para a construção civil

O beneficiamento de agregados para a construção civil está pautado na lei de nº 6.567, de 1978, a qual foi alterada pela lei de nº 8.982, de 1.995, e regulamentada pelo Decreto nº 9.406/2018. Conforme essas legislações, os elementos minerais devem ser extraídos em uma área máxima de cinquenta hectares, levando em consideração o regime de Licenciamento, Autorização e Concessão (PINTO, 2019, p. 47).

A extração de agregados para a construção civil é regulamentada pelo Código de Mineração, que estabelece seis regimes diferentes para aproveitar essas substâncias minerais, em regime de Autorização e Concessão mencionado anteriormente.

Para obter uma licença de extração, é necessário seguir as disposições da Lei nº 6.567/78 e apresentar um projeto de exploração mineral que contenha informações sobre onde a jazida está localizada, sua extensão e profundidade, além do método de extração utilizado. O Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM) é a entidade responsável por conceder as licenças para a exploração mineral.

Além disso, existem normas que norteiam todos os processos que devem ser seguidos para obtenção e beneficiamento, a nível federal, destaca-se as seguintes normas:

- Decreto-Lei nº 227, de 28 de fevereiro de 1967, regulamentado pelo Decreto nº 9.406/2018, que “dá nova redação ao Decreto-lei nº 1.985, de 29 de janeiro de 1940 (Código de Minas)” e suas alterações. Esse decreto regula a pesquisa, a lavra e o aproveitamento dos recursos

- minerais, bem como estabelece procedimentos para a concessão de licenças e autorizações para a extração de minerais, incluindo agregados;
- Lei nº 6.567, de 24 de setembro de 1978, regulamentado pelo Decreto nº 9.406/2018, que “Dispõe sobre regime especial para exploração e o aproveitamento das substâncias minerais que especifica e dá outras providências” e suas alterações;
  - 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.”;
  - Lei nº 7.805, de 18 de julho de 1989, regulamentado pelo Decreto nº 9.406/2018, que “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.” e suas alterações;
  - Lei nº 9.314, de 14 de novembro de 1996, que “Altera dispositivos do Decreto-lei nº 227, de 28 de fevereiro de 1967, e dá outras providências.”;
  - Os procedimentos e critérios para o Licenciamento Ambiental dessa prática são estabelecidos pela Resolução CONAMA nº 237/1997. Portanto, compete aos órgãos ambientais dos estados e municípios cumprir com os procedimentos específicos para a concessão de licenciamento conjuntamente com as etapas de planejamento especificamente previstas no Art. 8º e também nos demais artigos presentes (BRASIL, 1997).
  - Para a exploração de minerais classe II, a Resolução CONAMA nº 10/1990 dispõe sobre normas específicas para o licenciamento ambiental e regulamenta a solicitação de Licença Prévia (LP), Licença Instalação (LI) e de Licença Operação (LO) (BRASIL, 1990).

O quadro 1 apresenta os tipos de documentos exigidos na fase de LP, LI e LO, de acordo com o tipo ou fase que o empreendimento se encontra.

Quadro 1 - Documentos necessários para obter licenciamento.

TIPO DE LICENÇA	DOCUMENTOS NECESSÁRIOS
LICENÇA PRÉVIA (LP)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Requerimento de Licença Prévia - LP</li> <li>• Cópia da publicação de pedido de LP</li> <li>• Apresentação do Estudo de Impacto Ambiental-EIA e seu respectivo Relatório de Impacto Ambiental RIMA ou Relatório de Controle Ambiental</li> </ul>
LICENÇA INSTALAÇÃO (LI)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Requerimento de Licença de Instalação - LI</li> <li>• Cópia da publicação da LP</li> <li>• Cópia da autorização de desmatamento expedida pelo IBAMA</li> <li>• Licença da Prefeitura Municipal</li> <li>• Plano de Controle Ambiental – PCA</li> <li>• Cópia da publicação do pedido da LI</li> </ul>
LICENÇA OPERAÇÃO (LO)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Requerimento de Licença de Operação - LO</li> <li>• Cópia da publicação da LI</li> <li>• Cópia da publicação do pedido de LO</li> <li>• Cópia do registro de licenciamento</li> </ul>

Fonte: Adaptado de (CONAMA nº 10/1990)

- Resolução CONAMA nº 237, de 19 de dezembro de 1997, a qual especifica os procedimentos e padrões a serem utilizados para licenças ambientais e exercício de autoridade, como também empreendimentos e atividades sujeitos a licenças ambientais; e
- Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998, que “dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente, e dá outras providências.”.

### 1.2.3 Mineração no Amapá

Para Oliveira (2010), “A história de ocupação e desenvolvimento socioeconômico do território amapaense está diretamente vinculada à atividade mineral, que teria sido iniciada ainda no século XVII e que se mantém até os dias atuais.”. Em sua tese sobre mineração e desenvolvimento local, o autor descreve o início da mineração no estado do Amapá de forma sequencial.

A extração mineral no Estado iniciou com a formação de garimpos destinados à extração de ouro. Surgiram em meados do século XX estruturas de mineração industrial que exploravam manganês, caulim, cromita e ouro.

Um exemplo é a mineração realizada no município de Serra do Navio, que ganhou notoriedade devido à abundância de minério de manganês, que desempenhou um papel significativo no desenvolvimento econômico da região e do país. Por meio da Indústria e Comércio de Minérios S.A. (ICOMI), o município de Serra do Navio emergiu como um dos principais polos de produção de manganês do país, contribuindo para as exportações brasileiras e o desenvolvimento industrial, experimentando crescimento considerável durante as décadas de 1950 e 1960 (DRUMMOND, 2000).

É importante destacar que a exploração de manganês não ocorreu sem desafios ambientais e sociais. A Fundação Nacional dos Povos Indígenas, documentou preocupações com as comunidades indígenas locais, que viram seus territórios tradicionais afetados pelas operações de mineração (FUNAI, 2023).

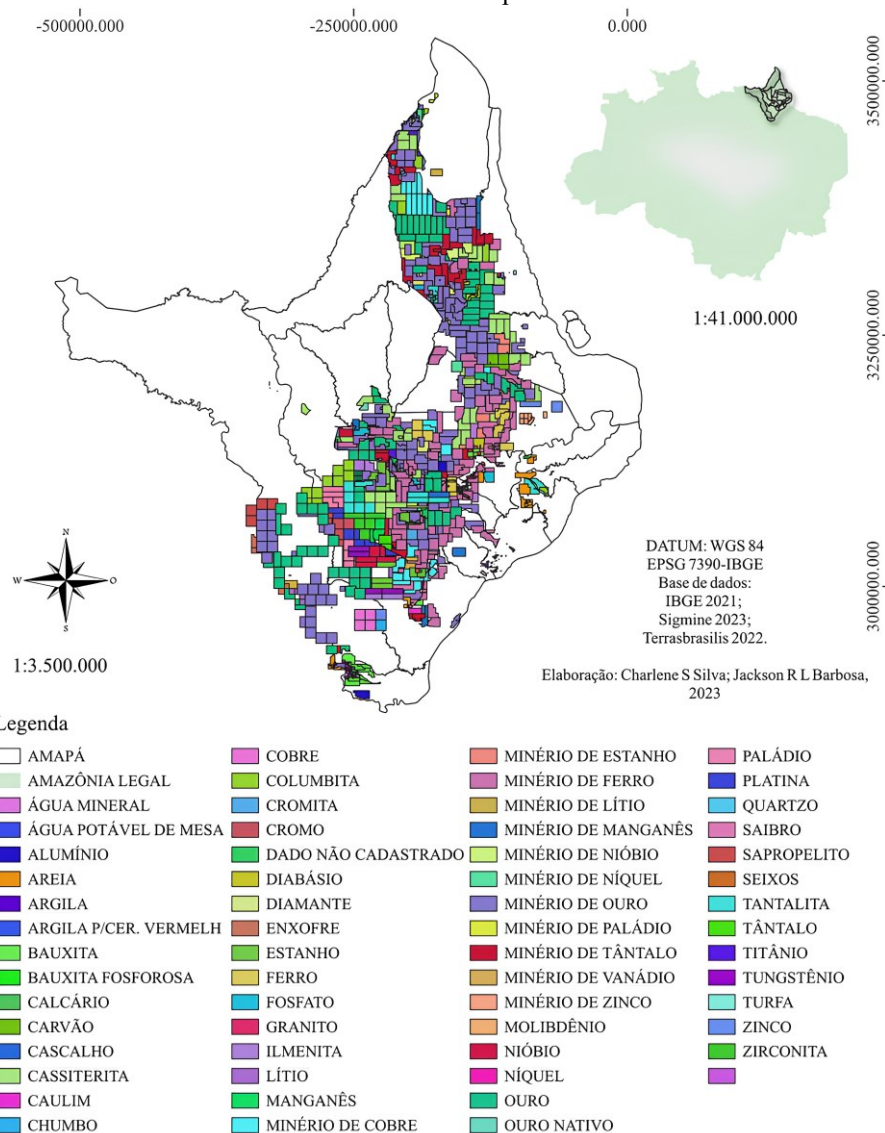
Atualmente, segundo o portal do Amapá (2023), “com a desativação da mineradora, Serra do Navio passou por profunda transformação, passando cidade ‘modelo’ à cidade ‘fantasma’. Ainda abriga empresas mineradoras, mas de menores proporções”.

O Amapá possui um território com mais de 14 milhões de hectares, com diversidade geológica mineral potencialmente econômica, destacando-se os minerais metálicos como

romo, ferro, cassiterita, ouro, tantalita, entre outros. Além desses, há também os não metálicos: bauxita, caulim e os que são aplicados em construção civil, seixo, argila, areia, brita entre outros (OLIVEIRA, 2010).

O Mapa 1 apresenta a diversidade de recursos minerais presente no Estado, bem como a diversidade dos empreendimentos em fase de operação e/ou licenciamento.

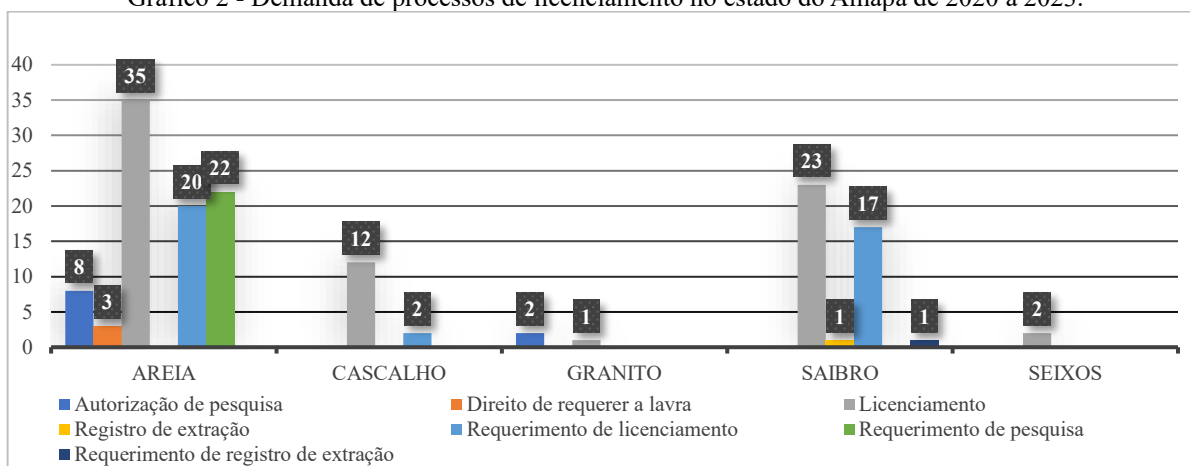
Mapa 1 - Classificação de empreendimentos minerários, licenciados e em fase de licenciamento, por tipo, no Estado do Amapá.



Fonte: Autoras; Elaborado a partir de dados do SIGMINE (2023).

De acordo com o Sistema de Informações Geográficas da Mineração (SIGMINE), há vários empreendimentos de extração de agregados para a construção civil licenciados e também em processos de licenciamento no estado do Amapá, como mostrado no Gráfico 1.

Gráfico 2 - Demanda de processos de licenciamento no estado do Amapá de 2020 a 2023.



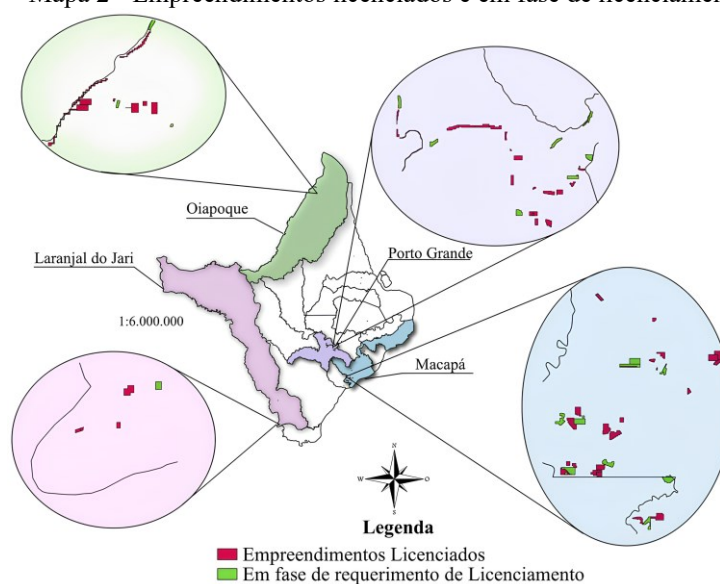
Fonte: Autoras; Elaborado a partir de dados do SIGMINE (2023)

Os empreendimentos de extração de agregados para a construção civil no Estado estão localizados nos municípios de Itaubal, Cutias, Tartarugalzinho, Amapá, Ferreira Gomes, Porto Grande, Oiapoque e Laranjal do Jari. Os principais agregados minerados são granito, cascalho, areia e saibro.

Os municípios de Macapá, Porto Grande, Oiapoque e Laranjal do Jari, nessa ordem, possuem as maiores concentrações de empreendimentos minerários que extraem agregados de classe II, licenciados e em fase de requerimento de licença (ver mapa).

No Mapa 2, é possível observar alguns empreendimentos licenciados e outros em fase requerimento de licenciamento.

Mapa 2 - Empreendimentos licenciados e em fase de licenciamento.



Fonte: Autoras; Elaborado a partir de dados do SIGMINE e IBGE (2023).

Em 2016, o município de Porto Grande foi o que mais registrou empreendimentos de pequeno porte com atividades intensas de extração. Também possuía vantagens logísticas, devido à proximidade dos principais mercados consumidores como a capital Macapá e o município de Santana (PINHEIRO,2016).

Com relação a Compensação Financeira pela Exploração Mineral (CFEM), é prevista na Constituição Federal de 1988, em seu Art. 20, § 1º, e descrita pela Agência Nacional de Mineração da seguinte forma: “É devida aos Estados, ao Distrito Federal, aos Municípios e aos órgãos da administração da União, como contraprestação pela utilização econômica dos recursos minerais em seus respectivos territórios” (BRASIL, 2022).

Entre os anos de 2020 a 2023, o município de Ferreira Gomes foi o maior arrecadador de CFEM no Estado com a extração das principais substâncias: granito e areia, conforme a tabela 2.

Tabela 2 - Arrecadação da Cefem de 2020 a 2023 por municípios do Amapá.

<b>MUNICÍPIOS</b>	<b>SUBSTÂNCIAS</b>	<b>CFEM</b>	<b>%</b>
Ferreira Gomes	Granito, areia	R\$ 1.169.008,25	82,0%
Porto Grande	Cascalho, areia e granito	R\$ 213.718,56	15,0%
Oiapoque	Cascalho, areia, granito e saibro	R\$ 34.298,90	2,4%
Macapá	Saibro, areia e cascalho	R\$ 4.146,13	0,3%
Laranjal do Jari	Saibro, areia e cascalho	R\$ 3.640,82	0,3%
	<b>Total</b>	<b>1.424.812,66</b>	<b>100,0%</b>

Fonte: Compilado de ANM (2023)

Na esfera estadual, a extração de minerais classe II no Amapá é norteadada pelos normativos:

- Resolução COEMA nº 046/2018, que dispõe sobre a definição dos impactos locais, atividades e empreendimentos de jurisdição do município que promovem licenças ambientais e outras medidas.
- Lei estadual nº 1.613, de 30 de dezembro de 2011, inclui a taxa de controle, fiscalização de atividades de pesquisas, exploração, lavra, benefício de recursos minerários – TFRM e o Cadastro Estadual de Controle, bem como acompanhamento e fiscalização das atividades de lavra, pesquisa, e também de Exploração e Aproveitamento de Recursos Minerários - CERM.
- Instrução Normativa SEMA nº 1, de 10 de junho de 1999, a qual “estabelece normas para a execução de audiências públicas referente ao licenciamento de empreendimentos sujeitos à

elaboração de Estudo Prévio de Impacto Ambiental (EPIA) bem como também Relatório de Impacto Ambiental (RIMA).

#### 1.2.4 Extração de areia e seixo no vale do Jari

A extração de areia e seixo no município de Laranjal do Jari iniciou há anos por meio de empreendimentos de pequeno e médio porte. Segundo as informações disponíveis na plataforma “Observatório CEFEM”, o município possui arrecadações nos períodos de 2020 a 2023 de aproximadamente R\$ 3.640,82 minerando: saibro, cascalho e areia, (ver tabela 2).

O relatório da Agência Nacional de Mineração, ressalta que a mineração de agregados em Laranjal do Jari é uma importante fonte de emprego e renda na região (ANM, 2019). O DNPM afirma que “a mineração de agregados desempenha um papel crucial na economia local, proporcionando oportunidades de trabalho e contribuindo para o crescimento do município.”.

De acordo com a Secretaria Municipal de Meio Ambiente e Turismo (SEMMATUR) do Município de Laranjal do Jari, o licenciamento e a fiscalização das atividades de exploração de agregados para construção civil, antes realizados pelo Estado, passaram para a competência dos municípios a partir do ano de 2018, por meio da resolução COEMA n° 046.

Atualmente, há inúmeros empreendimentos de pequeno porte que exploram na região sem licença. Em empreendimentos fiscalizados que não possuem licenças, as atividades desenvolvidas são interrompidas imediatamente e os empreendedores são penalizados com multa.

Neste contexto, a SEMMATUR utiliza-se da Resolução CONAMA n° 237, Lei n° 1.613/2011, Res. COEMA n° 046/2018 e IN SEMA n° 1/1999, para o licenciamento ambiental das atividades utilizadoras dos recursos ambientais, efetiva ou potencialmente poluidoras.

#### 1.2.5 Aspectos modificadores

Neste trabalho será abordada a modalidade de extração de agregados realizada por desmonte hidráulico, por ter sido adotada para exploração mineral na área. Portanto, os aspectos modificadores que contribuirão para a modificação na área de mineração foram:

- **Supressão da vegetação:** A remoção de vegetação é quando uma parte das plantas é retirada de uma área em uma propriedade urbana ou rural, com o objetivo de utilizar o espaço antes

ocupado pelas plantas para realizar diferentes atividades, como cultivo, construção de projetos, criação de animais e outros usos do solo. A remoção de vegetação está sujeita a regulamentações ambientais específicas e requer aprovação prévia dos órgãos responsáveis pelo meio ambiente (SANTOS, 2023).

- **Decapeamento do solo:** Consiste na remoção do solo superficial, é uma prática comum na mineração a céu aberto, onde a camada superior do solo é retirada para que seja possível acessar o minério (figura 3). Os equipamentos empregados no procedimento de remoção de revestimento envolvem tratores de esteira e carregadeiras dianteiras (NOGUEIRA, 2021).

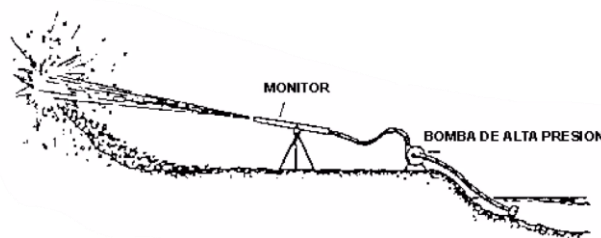
Figura 3 - Ilustração do decapeamento da camada fértil do solo e armazenamento.



Fonte: Patrício (2009 apud MOURA, 2015).

- **Desmorte hidráulico:** Consiste na utilização de uma grande quantidade de água sob alta pressão ligada por linhas de tubulações a monitores móveis responsáveis por desagregar o material e transportá-lo (figura 4). Para isso, é necessário que o terreno não seja consolidado ou muito duro, podendo ser transportado por gravidade, exigindo que a declividade do terreno favoreça. Também pode ser transportado por meio de bacias de captação com bombas de sucção (CURI, 2017).

Figura 4 - Ilustração do processo de desmorte hidráulico.



Fonte: Assis (2023).

- **Escoamento das águas superficiais:** O escoamento das águas superficiais refere-se à parte do ciclo hidrológico que envolve o movimento da água sobre a superfície do solo. Também pode ser entendido como o deslocamento das águas na superfície terrestre devido à influência da gravidade (USP, 2020).

### 1.2.6 Áreas degradadas

As áreas degradadas são caracterizadas após alterações na vegetação e na regeneração biótica, como em bancos de semente, plântulas (mudas) e outros. Estas apresentam baixa resiliência, impossibilitando o retorno ao seu estado anterior, o que pode ocorrer de forma lenta e, em muitos casos, de forma irreversível, necessitando de planejamento para a recuperação (CARPANEZZI et al., 1990).

Para Tavares et al. (2008), o conceito de áreas degradadas:

[...] tem sido geralmente associado aos efeitos ambientais considerados negativos ou adversos e que decorrem principalmente de atividades ou intervenções humanas. Raramente o termo se aplica às alterações decorrentes de fenômenos ou processos naturais. O conceito tem variado segundo a atividade em que esses efeitos são gerados, bem como em função do campo do conhecimento humano em que são identificados e avaliados. De acordo com o uso atribuído ao solo, a definição de degradação pode então variar [...].

Segundo a Instrução Normativa (IN) IBAMA nº4/2011, Art 4º incisos I: área degradada é aquela “impossibilitada de retornar por uma trajetória natural a um ecossistema que se assemelhe a um estado conhecido antes, ou para outro estado que poderia ser esperado”.

A atividade de mineração pode ser citada como um exemplo dos fatores de degradação em que há processos de operação que possibilitam a ocorrência de diversos impactos diretos e indiretos no local explorado e entorno.

Ao contrário, em áreas perturbadas ou alteradas, conforme conceitua a mesma IN do IBAMA, no Inciso II, como “aquela que, após o impacto, ainda mantém capacidade de regeneração natural e pode ser restaurada”, apresentam certa capacidade de resiliência, porém é necessária a intervenção antrópica para acelerar o processo de recuperação.

De acordo com o Manual de Recuperação de Áreas Degradadas pela mineração do IBAMA, a degradação de uma área ocorre quando a vegetação nativa e a fauna são destruídas, expulsas ou removidas; e a camada fértil do solo for enterrada, perdida ou removida e a qualidade e vazão do sistema hídrico são alterados. A degradação no meio ambiente ocorre quando há perda de características físicas, química e biológica, que inviabiliza o desenvolvimento natural da área degradada.

A degradação, portanto, é um ato decorrente da ação antrópica ou por meios naturais que, de alguma forma, diminui a capacidade produtiva dos ecossistemas. Nesse contexto, torna-se imprescindível a intervenção humana para ajustar os padrões necessários em determinadas situações de degradação.

### 1.2.7 Plano de Recuperação de Áreas Degradadas (PRAD)

A Constituição Federal de 1988, em seu artigo 225, estabelece que: “Todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao Poder Público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações” (BRASIL, 1988).

Em seu parágrafo 2º, estabelece que “aquele que explorar recursos minerais fica obrigado a recuperar o meio ambiente degradado de acordo com a solução técnica exigida pelo órgão público competente, na forma da lei” (BRASIL, 1988).

A recuperação de áreas degradadas, independente do estado ou causa da degradação, ainda é citada na Lei nº 6.938/1981, que corresponde à Política Nacional do Meio Ambiente em seu artigo 2º, Inciso VIII.

Cabe ainda destacar que o art, 4º, Inciso VII da Lei nº 6.938/1981, prevê o princípio do poluidor-pagador, o qual determina “à imposição, ao poluidor e ao predador, da obrigação de recuperar e/ou indenizar os danos causados e, ao usuário, da contribuição pela utilização de recursos ambientais com fins econômicos” (BRASIL, 1981). Este princípio busca conscientizar e prevenir ocorrências de danos ambientais de caráter preventiva. Caso ocorra o dano ao meio ambiente. o princípio poluidor-pagador visa a reparação e recuperação de caráter repressivo. Portanto, coloca-se o poluidor no dever de arcar com as despesas de medidas de prevenção dos danos ao meio que, possivelmente, sua atividade poderá ocasionar.

O princípio do poluidor pagador é retratado no Artigo 225, § 3º da Constituição Federal da seguinte forma: “As condutas e atividades consideradas lesivas ao meio ambiente sujeitarão os infratores, pessoas físicas ou jurídicas, a sanções penais e administrativas, independentemente da obrigação de reparar os danos causados” (BRASIL, 1998). Diante destes, é clara a importância de um plano de recuperação de áreas degradadas, para que desta forma o meio natural possa ser explorado de maneira planejada visando a recuperação do meio biótico e abiótico.

Segundo Almeida (2016), o Plano de Recuperação de Áreas Degradadas (PRAD) é instituído pela lei de nº 6.938/81 e foi regulamentada pelo decreto de nº 97.632/1989, que integrou a prática de recuperação de áreas degradadas ao relatório de impacto ambiental. Deste modo, ficou estabelecido que os Planos de Recuperação de Áreas Degradadas (PRAD) podem ser empregados de forma corretiva ou preventiva nas áreas influenciadas por atividades de mineração.

O PRAD é, portanto, uma análise ambiental, direta e indireta, das condições de degradação da área, a qual contém programas e ações que objetivam a minimização dos impactos ambientais. O PRAD é solicitado como parte integrante do licenciamento para atividades que possuem grau de degradação considerável ao meio biótico e abiótico.

Manzatto (p.5, 2019) define o Plano de Recuperação de Áreas Degradadas da seguinte forma:

[...] São relatórios técnicos elaborados segundo procedimentos específicos contidos na legislação ambiental e em normas técnicas, sob a responsabilidade de um profissional habilitado e entregues ao órgão ambiental para a aprovação, sendo que os custos referentes ao estudo devem ficar às expensas do empreendedor interessado. O relatório é uma forma de compromisso em reparar o dano causado por sua atividade ao meio ambiente. Ele compõe a documentação necessária para o processo de licenciamento de diversas atividades, porém, sendo mais conhecido e utilizado no processo de mineração.

Silva (p.7, 2023), enfoca os objetivos do PRAD da seguinte forma:

Os objetivos e metas de um PRAD estão atrelados à definição de sua escala, ou seja, a abrangência da área a ser recuperada. Para facilitar esta questão muitas vezes volta-se para situações específicas, já que o recurso e tempo são muitas vezes insuficientes, e abranger toda uma propriedade ou várias propriedades pode ser oneroso [...].

Silva (2023), ainda menciona que os objetivos do PRAD, que também deverão prever o estabelecimento do uso futuro de uma área a ser recuperada, pois nem sempre o objetivo principal irá ser a conservação, considerando o nível de degradação associado.

Os Planos de Recuperação de Áreas Degradadas (PRAD) podem ser elaborados com base em instruções normativas para análise, e também acompanhamento de execução de projetos de recuperação de áreas degradadas estabelecidas por alguns órgãos competentes, tais como: o Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA) e o Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBIO).

O ICMBIO estabelece procedimentos para a elaboração, análise, aprovação e acompanhamento da execução de Projeto de Recuperação de Áreas Degradadas ou Perturbadas a partir da IN nº 11/2014. Já o IBAMA estabelece procedimentos por meio da Instrução normativa nº 4, de 13 de abril de 2011.

Há dois tipos de Planos de Recuperação de Áreas Degradadas, o PRAD e o PRAD simplificado, o PRAD é destinado para empreendimentos de grande porte, enquanto o PRAD simplificado é direcionado para pequenos empreendimentos, pequenas propriedades rurais ou posse rural.

### 1.2.8 Atribuições legais para o PRAD

Segundo Almeida (2016), as primeiras leis sobre recuperação de áreas degradadas surgiram a partir de 1980. Nos dias atuais é possível deduzir que a legislação tem se desenvolvido, e em conjunto, com a premissa de recuperar áreas degradadas referente a prática de mineração, e outras atividades localizadas em Áreas de Preservação Permanente (APPs), e também em áreas de reserva legal.

Na literatura há leis, decretos e normas que orientam metodologias, técnicas e termos de referências para a recuperação de áreas degradadas. Como exemplos dessas leis e normativos, apresentamos abaixo algumas compilações, tiradas da própria literatura técnica:

- Constituição da República Federativa do Brasil de 1988, que no § 2º do art. 225 determina que: “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.”.
- Lei nº 7.347, de 24 de julho de 1985, que “Disciplina a ação civil pública de responsabilidade por danos causados ao meio-ambiente, ao consumidor, aos bens e direitos de valor artístico, estético, histórico, turístico e paisagístico (VETADO) e dá outras providências.” e suas alterações;
- Decreto nº 97.632, de 10 de abril de 1989, que determina no artigo primeiro:

Os empreendimentos que se destinam à exploração de recursos minerais deverão, quando da apresentação do Estudo de Impacto Ambiental - EIA e do Relatório do Impacto Ambiental - RIMA, submeter à aprovação do órgão ambiental competente, plano de recuperação de área degradada (BRASIL 1986).

Nos artigos 2º e 3º especifica o que é degradação e recuperação.

- Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012, que

Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis nº 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 nº 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 e suas alterações (BRASIL 2012).

Como já dito, o Plano de Recuperação de Áreas Degradadas (PRAD) está respaldado em diversos normativos, implicando inclusive em sanções legais a qualquer pessoa física ou jurídica que tenha cometido atos de degradação contra o meio ambiente, obrigando-a à

reparação do dano ambiental, sem desobrigação de responsabilização administrativa e/ou criminal sobre o ato cometido, conforme Lei de Crimes Ambientais nº 9.605/1998.

### 1.2.9 Recuperação, Reabilitação e Restauração de áreas degradadas

De acordo com o Decreto Federal nº 97.632/89, art, nº 3º, o objetivo da recuperação é o “retorno do sítio degradado a uma forma de utilização, de acordo com um plano pré-estabelecido para o uso do solo, visando à obtenção da estabilidade do meio ambiente” (BRASIL, 1989). O sítio degradado deverá possuir condições de estabelecer um novo equilíbrio ambientalmente dinâmico, dessa forma, desenvolvendo uma nova paisagem e um novo solo.

O decreto nº 97.632/89 faz parte do que é estabelecido pela Política Nacional do Meio Ambiente (PNMA), Lei nº 6.938/81, Art nº 2, Inciso VIII o qual cita a recuperação de áreas degradadas e foi regulamentado pelo Decreto nº 97.938/89.

O conceito adequado para a “Reabilitação” toma forma em CGM engenharia<sup>1</sup> quando diz que:

O retorno da área degradada a um estado biológico apropriado. Esse retorno não significa, exatamente, que a área poderá ser utilizada de maneira produtiva a longo prazo. Mas, poderá ser utilizada como uma atividade alternativa, adequada ao uso do homem e não aquela de reconstituir a vegetação original. Ademais, é válido ressaltar que, o planejamento dessa atividade deve ser projetado sem causar nenhum tipo de impacto negativo no ambiente.

Segundo a Lei de nº 9.985/2000, em seu art. 2º, Restauração é conceituada como: “restituição de um ecossistema ou de uma população silvestre degradada o mais próximo possível da sua condição original”. Portanto, pode-se dizer que a restauração ocorre de forma induzida pela ação humana para a recuperação de um ecossistema, se fundamentando em técnicas e ideias de modo a facilitar, desencadear e, em muitos casos, acelerar a sucessão ecológica.

O conceito de restauração remete ao objetivo de reproduzir as condições originais exatas do local, tais como eram antes de serem alteradas pela intervenção. Um exemplo de restauração é o plantio misto de espécies nativas para regeneração da vegetação original, de acordo com as normas do Código Florestal. (PIOLLI, 2005, p.10).

Portanto, do modo como é citado acima, compreende-se que restaurar uma área ou algo deve-se ter a consciência de obter o retorno exato da condição anterior. Diante disso, é

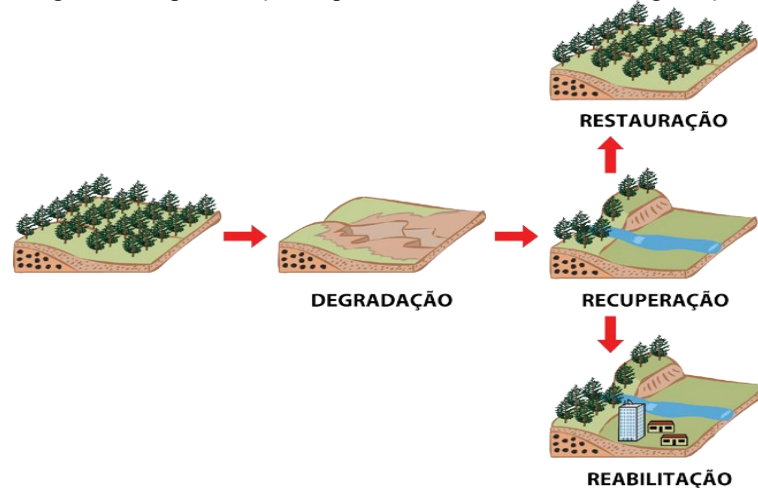
---

<sup>1</sup> Consultoria em Projetos de Infraestrutura Urbana e Topografia. Disponível em: <<https://cgmengenharia.com.br>>. Acesso em: 09 de junho de 2023.

importante mencionar que o resultado final almejado deve obter o máximo de similaridade com as condições ambientais naturais.

A figura 5 ilustra os resultados da aplicação do PRAD conforme os conceitos apresentados.

Figura 5 - Representação esquemática dos conceitos de degradação.



Fonte: Ribeiro (2015).

#### 1.2.10 Identificação de Áreas Degradadas

Segundo Silva (2017) em seu trabalho sobre Recuperação e Reabilitação de Áreas Degradadas pela mineração, para a identificação e descrição da região prejudicada pela mineração é necessário a avaliação de vários parâmetros, conforme listados abaixo:

- **Mapeamento:** Possibilita traçar a abrangência das regiões afetadas por danos ambientais, tanto de forma direta quanto indireta, utilizando métodos como criação de mapas em escala, sensoriamento remoto e fotografias aéreas, entre outros.
- **Condições topográficas:** Referem-se à configuração superficial de uma área, descrevendo-a como acidentada, ondulada, suave ou plana. A topografia ao redor das áreas afetadas também influencia os planos e práticas de recuperação. É importante que a superfície reconstruída se integre harmoniosamente à paisagem original, permitindo que os fluxos de matéria e energia fluam suavemente pela superfície recuperada.
- **As condições do solo:** Abrangem a capacidade do solo de reter água, que é controlada por fatores como a textura, agregação, densidade aparente e profundidade geral. Essa capacidade tem um impacto direto na produtividade das plantas, no potencial de lixiviação e no reabastecimento das águas subterrâneas.
- **Condição da vegetação:** A vegetação presente em um determinado local é indicativa da sua ambientação, levando em consideração tanto as atividades humanas passadas quanto as

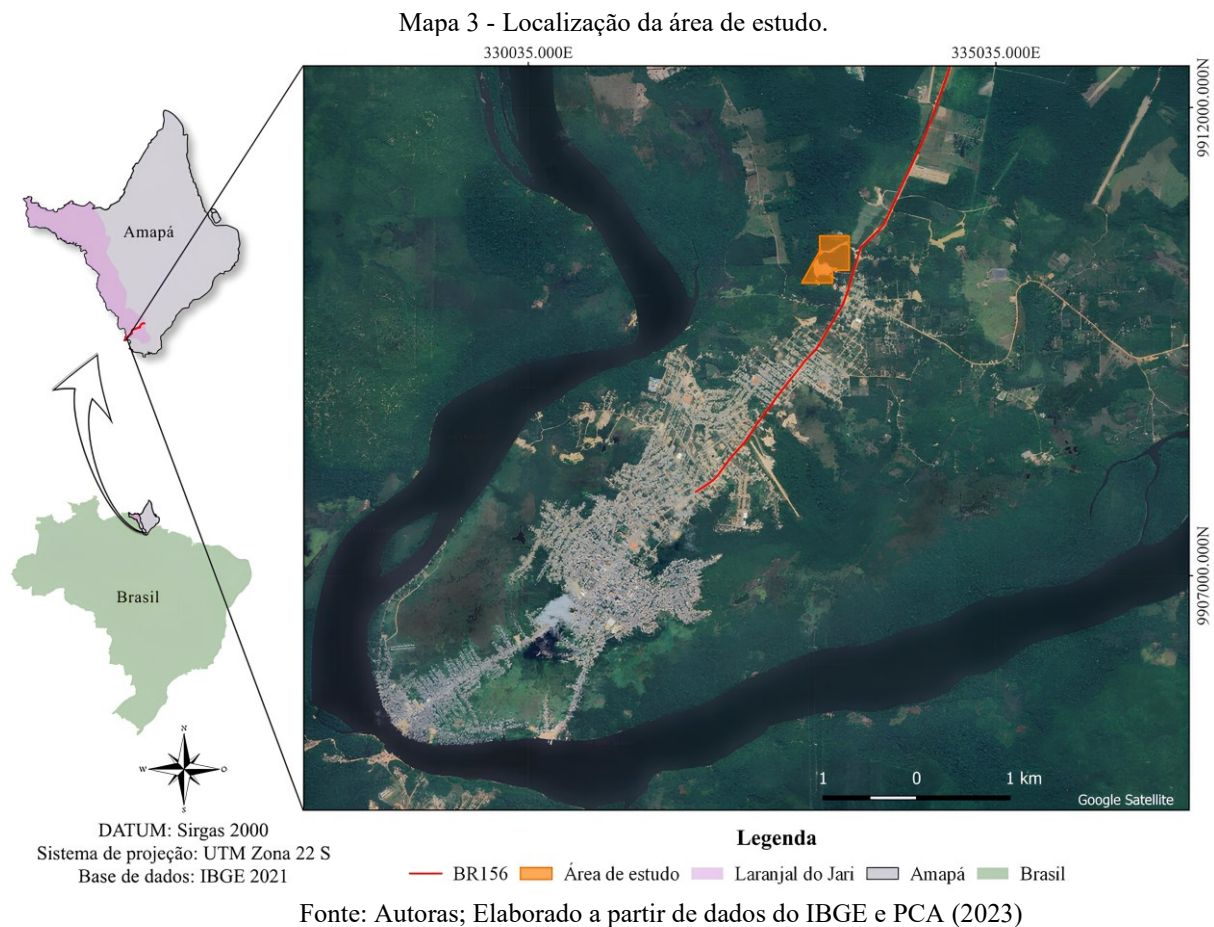
atuais. A qualidade, quantidade e diversidade da vegetação refletem a natureza do ambiente. A flora em uma determinada região pode ser composta por plantas nativas e não nativas, espécies que apresentam sensibilidade ou tolerância variadas, bem como aquelas comuns e ameaçadas de extinção.

- **As condições hidrológicas:** Em um determinado local envolvem fatores como a quantidade, qualidade, movimento e armazenamento de água acima e abaixo da superfície. A hidrologia é influenciada pelo clima, geologia, topografia, solo e vegetação presentes na região. O clima é responsável pelo fornecimento de água ao sistema hidrológico, enquanto os outros parâmetros determinam como a água se move para dentro e através da superfície.

## 2 METODOLOGIA

### 2.1 Área de Estudo

A área de estudo está localizada na entrada do município de Laranjal do Jari/AP, bairro denominado Nazaré Mineiro, dentro dos limites da área urbana, entre as coordenadas ao N: 9910103,56m/9910670,36m e ao E: 332934,73m/333495,41m. O acesso à área se dá pela BR156 (Mapa 3).



A área obteve concessão para mineração de seixo em aproximados 20ha, dos quais 7,5ha foram explorados efetivamente. O empreendimento minerário, instalado em 2010, cessou as operações em 2022 e atualmente está desativado.

A propriedade não possui Área de Preservação Permanente (APP), conforme Lei 12.651/2012, e encontra-se dentro do perímetro urbano da cidade. O empreendimento possui Licença de Operação (LO), a qual foi emitida pelo Instituto do Meio Ambiente e Ordenamento Territorial do Amapá, além de contar com Registro de Licenciamento emitido pelo Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM).

Na propriedade, há estruturas abandonadas, construídas, na época, para dar suporte ao processo de extração mineral. Dentre elas, estão:

- **Galpão:** Com 150m<sup>2</sup> tinha finalidade de armazenar materiais como ferramentas e equipamentos, desenvolver a manutenção preventiva e abastecer máquinas;
- **Poço Artesiano:** Destinado para captação de água para lavagem do material extraído no caso do seixo e areia;
- **Planta de Lavagem:** Estrutura feita de concreto contendo uma peneira com granulometrias distintas para segregação do material particulado, com área de 8,75m<sup>2</sup>;
- **Reservatório de água:** Utilizada como reservatório de água;
- **Dois estruturas cobertas:** Construídas para abrigar dois motores estacionários utilizados na etapa de jateamento e desmonte, bombeamento e lavagem do minério.
- **Estradas de acesso.**

Figura 6 - Imagens da localização das estruturas de operação do empreendimento minerário.



Fonte: Autoras (2023).

A figura 6 mostra a localização das estruturas de operação para o funcionamento do empreendimento minerário que operava na área de estudo. Na imagem **a** e **b**, tem-se a estrutura para motor; na **c**, a Planta de lavagem; na **d**, o Reservatório e estrutura do poço; e na **e**, o Galpão.

O relevo da área apresenta um grau de inclinação íngreme, com característica de solo arenoso entremeada por camadas de seixo. A parte baixa do relevo é predominante plana, com características de solos semelhantes às citadas anteriormente, contendo vegetação arbórea

plantada com espécies frutíferas, evidenciando o uso do terreno por sítiantes antes da atividade de exploração mineral.

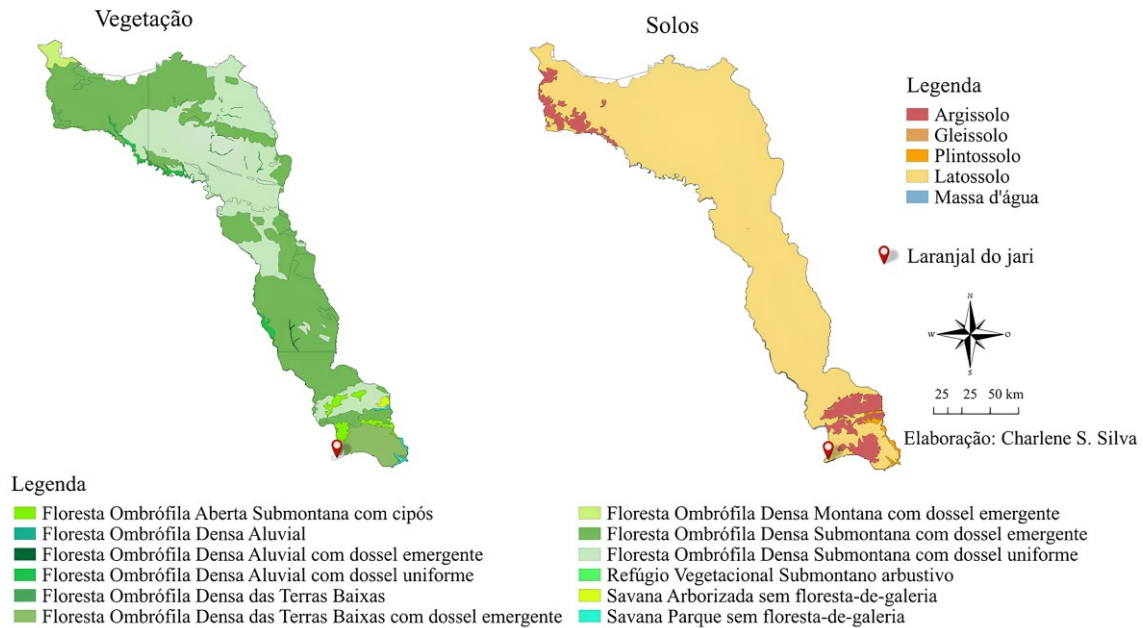
### 2.1.1 Caracterização regional

O Município de Laranjal do Jari foi criado pela Lei Federal nº 7.639, de 17 de dezembro de 1987. Está localizado na região Sudoeste do estado do Amapá, à margem esquerda do rio Jari, abrangendo uma área de aproximados 31.170,3 Km<sup>2</sup>, apresentando maior extensão no sentido NW-SE, que acompanha o traçado do rio Jari até a limite do município de Vitória do Jari, (PORTAL AMAZÔNIA, 2022).

O município está situado no bioma Amazônia, caracterizado por ser uma floresta densa e conter presença de árvores de grande porte, com vegetações classificadas em três categorias específicas: Mata de terra firme, com arvores de grande porte como as castanheiras, localizadas em áreas mais alta. Matas de Igapó, localizadas em terrenos de baixa altitude com presença de vegetação baixa em áreas de alagamento; e Matas de Várzea, as quais são inundadas em determinada época do ano, com presença de arvores de até 40 metros (MAGALHÃES, 2010).

A fitofisionomia da região é caracterizada como mata de Floresta Ombrófila Densa das Terras Baixas com Dossel Emergente (Mapa 4), de características específicas. Há algumas particularidades da floresta ombrófila densa de terra firme, como as árvores de grande porte que se destacam no dossel, alta diversidade por unidade de área, competição de espécies por luz solar, estratos diferenciados, dominância e endemismo de espécies (IEPA, 2008). Segundo Bispo et al. (2009), essa formação apresenta agrupamento de arvores emergentes em relevos mais pronunciadas dos interflúvios, exemplo: o angelim-pedra (*Hymenolobium petraeum* Duck), angelim-Vermelho (*Dinizia excelsa* Ducke), tauari (*Couratari oblongifolia* Ducke & Kunth), castanha-do-pará (*Bertholletia excelsa* Bonpl.), entre outras.

Mapa 4 - Tipos de vegetação e Solos no município de Laranjal do Jari.



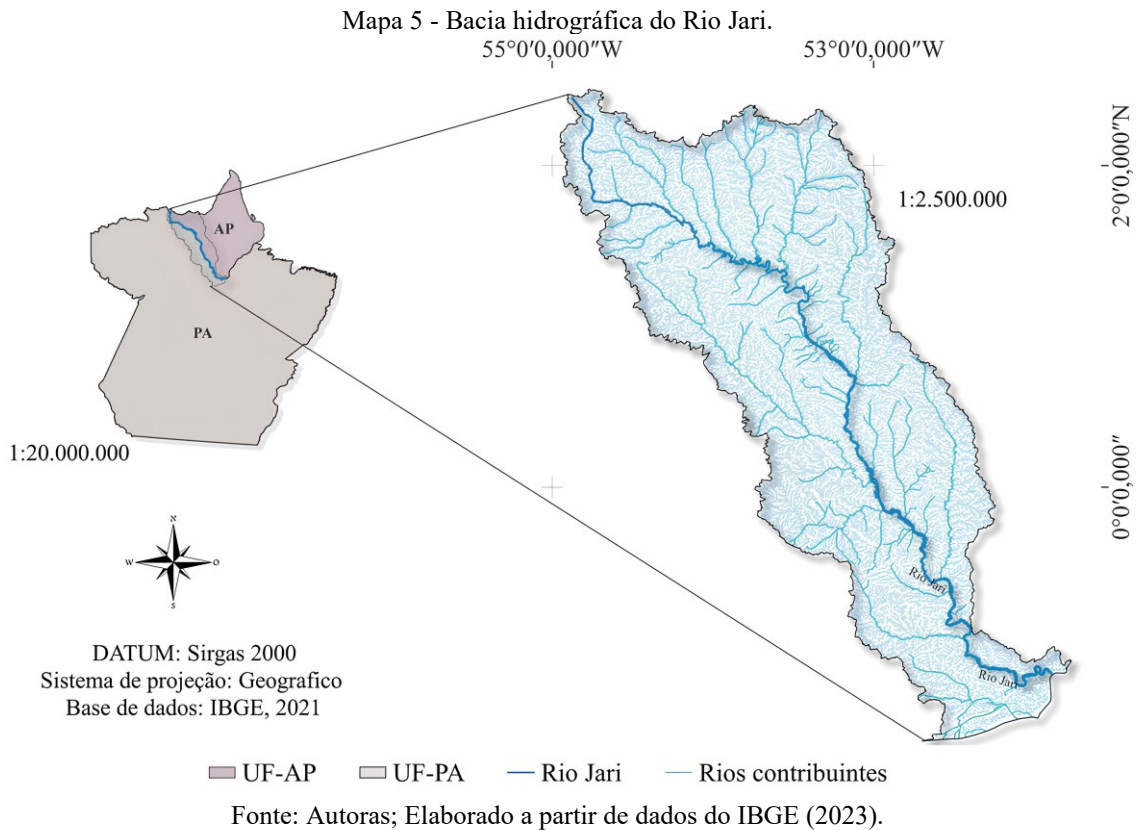
Fonte: Autoras; Elaborado a partir de dados do IBGE (2023).

O solo presente na área de estudo é predominante Latossolo Amarelo (Mapa 4), de características argilosa ou areno-argilosa, provenientes de depósitos sedimentares que cobrem a área. A coloração é devida ao teor de argila, rica em ferro, com boa retenção de umidade e permeabilidade. Este tipo de solo está presente em relevos suave-ondulado e plano (EMBRAPA, 2018).

O clima é predominantemente equatorial quente e úmido, com temperatura máxima de 32,6° e mínima de 20° centígrados. A região tem o regime pluviométrico marcado por duas estações definidas: o período de seca e o período chuvoso (COSTA, 1998). Para Sobrinho et al. (2012, p. 1), “O clima da região se difere, retratando os ecossistemas existentes”. Em seu trabalho sobre Classificação climática conforme a metodologia Köppen do município de Laranjal do Jari/Amapá/Brasil, discute que o trimestre mais chuvoso da região ocorre nos meses de março, abril e maio, alcançando um total de precipitação de aproximadamente 41,6% de acumulo no ano, e ainda nos meses de setembro, outubro e novembro correspondem a 7,4% do total precipitado, apresentando menores índices de chuva e ainda afirma que a região possui pluviometria elevada, com uma média do total acumulado correspondendo a 2.158,8mm.

O corpo de águas superficiais mais próximo da área de estudo é o Rio Jari, o qual delimita geograficamente os estados do Amapá e Pará. Flui no sentido do município, estabelecendo uma fronteira natural entre o Brasil e o Suriname, nas Colinas do Amapá, onde sua nascente se encontra. A bacia hidrográfica do Rio Jari está localizada entre os limites dos estados do Amapá e Pará (Mapa 5). Cobre aproximadamente 57 mil km<sup>2</sup>. Na margem direita

da bacia, encontramos afluentes importantes como o Igarapé Paruzinho, rio Ipitinga, rio Carecuru e Igarapé Carucarú. Na margem esquerda, temos os rios Curapi, Cuc, Culari, Noucouru, Mapari e Iratapuru (HYDROS, 2011, p. 13).



## 2.2 Material e método

A pesquisa bibliográfica e a pesquisa de campo foram os métodos utilizados para a realização do trabalho. E por se tratar de um modelo teórico metodológico, à primeira metodologia foi dada maior ênfase.

A **pesquisa bibliográfica**, de acordo com Fonseca, (2002) foi realizada a partir de levantamento de referências teóricas já analisadas e também publicadas por meios eletrônicos e escritos, como por exemplo: livros, artigos científicos e páginas de sites.

Para fins de conhecimento, o trabalho se fundamentou em livros, monografias, artigos e relatórios. Materiais estes que contribuíram para a construção do referencial teórico, para a realização da coleta e análise dos dados, para a realização e do diagnóstico e para a determinação de medidas corretivas para os impactos identificados.

A pesquisa foi feita a partir de revisão bibliográfica seletiva direcionada ao tema da pesquisa e temas relacionados com abordagens qualitativas (ZANELLA, 2009; GODOY, 1995;

GIL,2008), de trabalhos disponíveis em bases de dados como a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES)<sup>2</sup>, Scientific Electronic Library Online (SciELO)<sup>3</sup>, Scientific Periodicals Electronic Library (SPELL), nos repositórios das instituições da rede federal, dentre outras.

**A Pesquisa de campo** ocorreu conforme Fonseca (2002). Nesta metodologia pôde-se empregar recursos de pesquisas como por exemplo a pesquisa *ex-post-facto*, a qual tem o objetivo de investigar possíveis relações de causa e efeito entre um determinado fato que poderá ser investigado pelo pesquisador e também um fenômeno que ocorre posterior.

A pesquisa de campo foi realizada de forma descritiva, abordando os fatos e fenômenos da realidade da área de estudo (TRIVIÑOS, 1987) com abordagem, também, qualitativa.

Ocorreram idas a campo (área de influência direta) para a identificação da área de estudo e dos impactos ambientais gerados no local, com intuito de investigar seus aspectos geradores com vistas ao cumprimento do objetivo do trabalho. Ademais, no que diz respeito às informações coletadas, a coleta dos dados foi realizada apenas na fase de desativação da mina. Contudo, por meio de uma abordagem dinâmica, foi possível a avaliação, de forma qualitativa, dos fatores bióticos e abióticos do local, gerando registros dos impactos presentes que puderam direcionar as análises relevantes para o estudo.

Para a descrição dos procedimentos adotados para a reabilitação de áreas degradadas no estado do Amapá, foram utilizados dados secundários, disponibilizados pela Secretaria do Estado do Meio Ambiente – SEMA, além de realização de visita a Secretaria Municipal de Meio Ambiente e Turismo (SEMMATUR) do município de Laranjal do Jari.

Foram realizadas consultas aos sítios do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), do Sistema de Informações Geográficas da Mineração (SIGMINE), do Terra Brasilis, da Agencia Nacional de Águas (ANA) para obtenção de informações espaciais necessárias ao estudo.

Foram utilizados, na coleta de dados, computadores com acesso à internet para consultar informações necessárias ao trabalho; câmera de aparelhos celulares, utilizadas para registrar imagens da área de estudo; Aparelho de GPS para registra localização de coordenadas; Veículo Aéreo não Tripulado (Vant), utilizado para mapeamento da área e registros de fotografias aéreas; trenas e fitas métricas para medições *in loco*.

---

<sup>2</sup> <http://www.periodicos.capes.gov.br/>;

<sup>3</sup> <http://www.scielo.org/>

### 2.3 Análise de dados

As análises de dados espaciais, como o uso e cobertura do solo, topografia, hidrografia, foram realizadas por meios fotogrametria e fotointerpretação, a partir da geração de mapas. Foram utilizados para isto os softwares Qgis<sup>4</sup> e Google Earth. Foi utilizada, também, a plataforma Drone Deploy para processamento de imagens com alta resolução, capturadas por um drone Phantom 4 Pro, das quais foram gerados visualização 3D da área. O sitio GPS Visualizer<sup>5</sup> foi consultado para a conversão de coordenadas. Foi utilizado, também, aplicativo DJI go4 para pilotar o drone.

As consultas para identificação da vegetação foram realizadas no Sistema de Informação sobre a Biodeversidade Brasileira<sup>6</sup> (SiBBr) e no Herbário Virtual: REFLORA<sup>7</sup>, além de utilização de aplicativos como o Plantnet, disponível no PlayStore.

Para a obtenção dos resultados, foi utilizado como base o anexo III do Termo de Referência (TR) n° 25/2023/SEMA, que orienta as atividades de Extração de Agregados para construção civil (Areia, Seixo, Argila, Saibro, Cascalho e Rocha Britada), bem como a instrução normativa n° 4, de 13 de abril de 2011/IBAMA, que estabelece procedimentos para elaboração de Projeto de Recuperação de Área Degradada - PRAD ou Área Alterada; ambos foram adaptados.

---

<sup>4</sup> QGIS [software GIS]. Versão 3.16. QGIS Geographic Information System. Open Source Geospatial Foundation Project. <http://qgis.osgeo.org>, 2021.

<sup>5</sup> <https://www.gpsvisualizer.com/>

<sup>6</sup> <https://regions.sibbr.gov.br/regions/#rt=Biomass%20Brasileiros>

<sup>7</sup>

<https://reflora.jbrj.gov.br/reflora/herbarioVirtual/ConsultaPublicoHVUC/ResultadoDaConsultaNovaConsulta.do>

## **3 RESULTADOS E DISCUSSÕES**

### **3.1 Procedimentos para recuperação de áreas degradadas no estado do Amapá**

Os empreendimentos de mineração de agregados para construção civil no estado do Amapá são licenciados e fiscalizados pelas Secretarias de Meio Ambiente e Recursos Naturais (SEMA). Os municípios possuem secretarias responsáveis por planejar e coordenar a execução das políticas, normatizar, organizar, fiscalizar e controlar ações relativas à exploração de recursos naturais e preservação do meio ambiente.

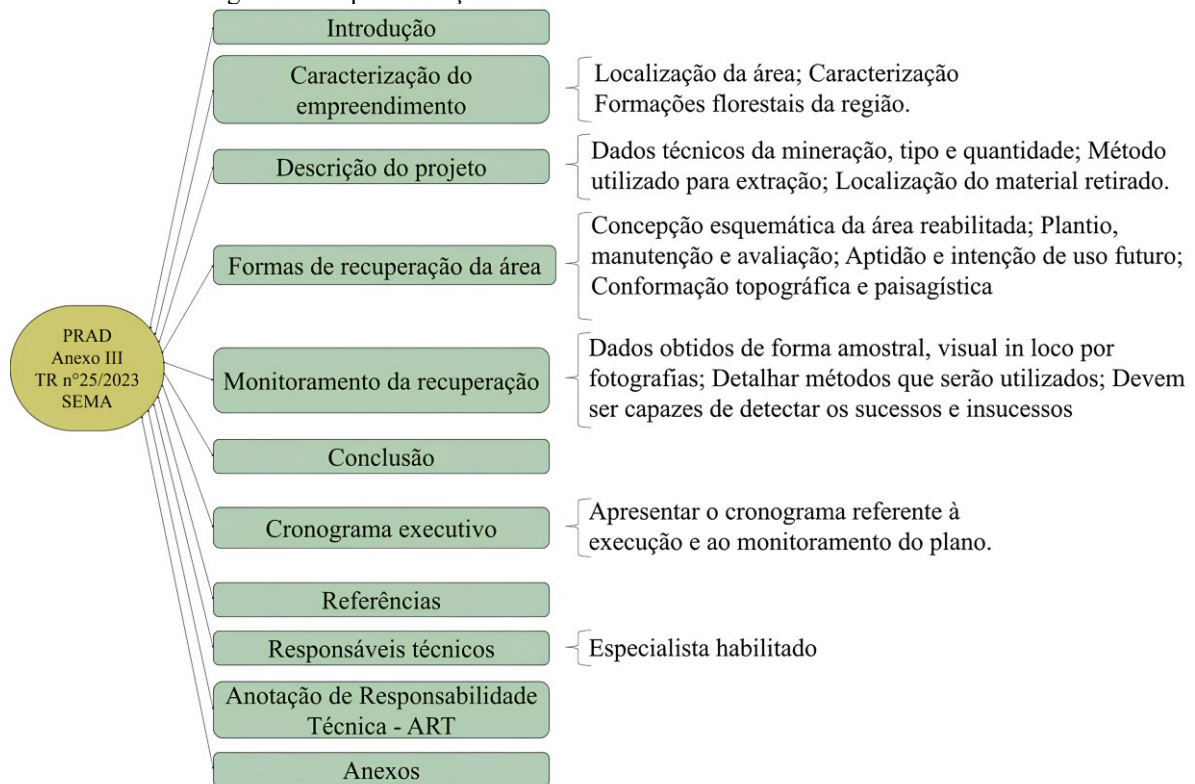
A reabilitação de áreas degradadas é exigida no processo de licença de instalação por meio do Plano de Controle Ambiental (PCA), o qual deve apresentar o Plano de Recuperação de Área Degradada (PRAD). O PCA exige do empreendedor a definição de medidas para evitar ou controlar os impactos ambientais gerados a partir do processo de instalação e operação do empreendimento, além de prevenir ou corrigir inconformidades.

Os procedimentos adotados para recuperação de áreas degradadas pela mineração de agregados no estado do Amapá deverão estar presentes conforme o Termo de Referência da SEMA, TR nº 25/2023, cujo normativo apresenta anexos sobre todos os procedimentos e documentos exigidos durante os processos de licenciamento.

O anexo III do Termo de Referência citado tem a finalidade de orientar e contribuir para o processo de elaboração de um plano de reabilitação de áreas degradadas pela atividade de extração mineral de acordo com os critérios legais.

Na figura 7 consta os principais critérios exigidos no Termo de Referência fornecido pela SEMA para a elaboração de um PRAD.

Figura 7 - Esquematisação do Anexo III do Termo de Referência N° 25/2023



Fonte: Compilado pelo autor.

### 3.2 Impactos ambientais decorrentes das operações minerárias

O processo de exploração mineral na área de estudo iniciou com a remoção da camada superficial (decapeamento), em que o composto da camada orgânica do solo com a argila foi raspado até o limite com o mineral de interesse (areia)

A técnica de extração que foi aplicada seguiu o modelo de terraços ou plataformas, em diferentes níveis, formando uma espécie de escadaria ou patamares. Esses terraços desempenharam um papel importante na configuração da mina, reduzindo a altura total das bancadas em subníveis de menores altitudes. Eles também proporcionaram inclinações adequadas para cada parede vertical (talude), diminuindo assim o risco de acidentes causados por desmoronamentos.

Para o desmonte do material agregado, foi utilizada um sistema de jateamento com água pressurizada bombeada por motores a combustão. Esses motores eram fixos em plataformas e utilizados apenas para acionar as bombas de jateamento e sucção por meio de robustas mangueiras.

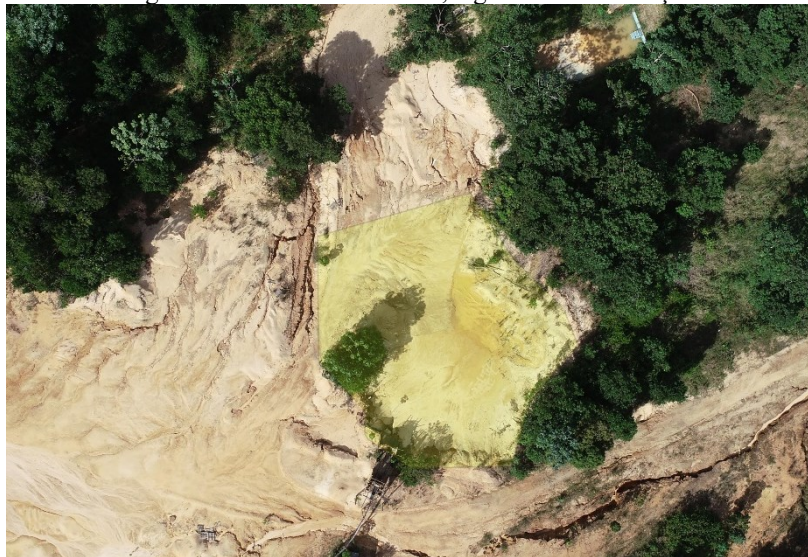
Na exploração, o material desagregado pela água formava uma espécie de lodo, que o sistema de bombeamento retirava da área e o enviava para um conjunto de peneiras com

variadas granulometrias, onde eram realizadas a lavagem e a separação das diferentes frações, desde as maiores até as menores. Cada parte era direcionada para as saídas presentes em cada peneira.

Nas peneiras ocorria a lavagem do material extraído apenas com água, e os subprodutos: areia fina, areia grossa; seixo fino e seixo grosso, eram separados de acordo com a granulometria de cada peneira.

O efluente gerado, composto basicamente de água e resíduos de argila lavada da areia e seixos, era direcionado para uma lagoa de sedimentação (Figura 8), a qual tinha a função de fazer a decantação do material particulado, permitindo a evaporação e infiltração da parte do líquida sobrenadante do efluente. Toda a atividade baseou-se em processos mecânicos (PCA, 2020).

Figura 8 - Visão aérea da área, lagoa de sedimentação.



Fonte: Autoras (2023).

Os impactos identificados oriundos das atividades do empreendimento serão descritos conforme os parâmetros apresentados por Silva (2017)

### 3.2.1 Mapeamento:

Por meio de aerofotogrametria e imagens de sensores orbitais, foi possível observar o uso e cobertura do solo na área de estudo e no entorno, confirmadas após verificação *in loco*.

Foi possível identificar a vegetação em bom estado de conservação, assim como as áreas em que a cobertura vegetal foi substituída. Notam-se as áreas com solo exposto, de onde foram retirados os minerais explorados, assim como por onde transitavam as máquinas e veículos

utilizadas no empreendimento. Observou-se, ainda, a área urbana com habitações próximas à área do empreendimento, conforme o mapa 6.

Mapa 6 - Caracterização ao entorno da área de estudo.



Fonte: Autoras (2023).

Foi possível, também, localizar áreas utilizadas pela população para o descarte de resíduos sólidos variados a céu aberto, conforme figura 9.

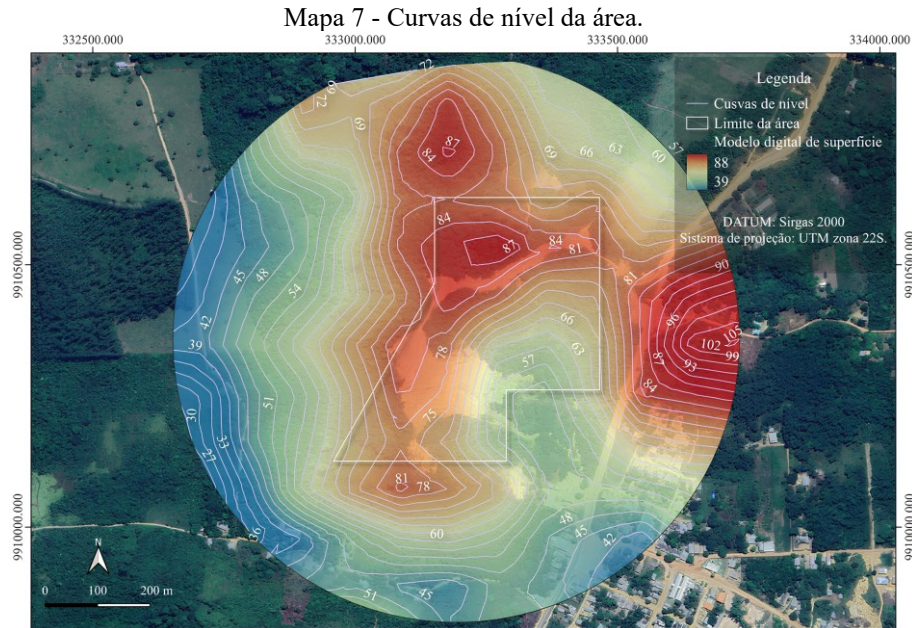
Figura 9 - Lixeiras Viciadas



Fonte: Autoras (2023).

### 3.2.2 Condições topográficas

Caracterizada como uma depressão ondulada, que com o uso de ferramentas Google Earth Pro, e o software Qgis foi possível extrair pontos específicos para a geração de curvas de nível. De acordo com os dados obtidos, a área apresenta um relevo com altura de até 88m ao nível do mar, mapa 7.



Fonte: Autoras; Elaborado a partir de dados do Google Earth (2023).

Avaliação in loco permitiu identificar alterações do relevo em níveis altimétricos como o rebaixamento do relevo natural, decorrente do desmonte hidráulico na exploração mineral. Por se tratar de mineradora a céu aberto, os efeitos provenientes da remoção do solo superficial e das chuvas, deram origem às desconformidades evidentes na área apresentando descaracterização na paisagem e na topografia, figura 10.

Figura 10 - Danos a topografia decorrente ao desmonte hidráulico e da precipitação.



Fonte: Drone deploy.

### 3.2.3 As condições do solo:

O solo da área se encaixa no grupo Latossolo Amarelo (mapa 4), com característica arenosa, entremeada a camadas subsuperficiais de seixos, correspondente ao horizonte C, destacada pela linha tracejada na figura 11. A camada superficial, composta por material de

origem orgânica (horizonte O e A), já não está mais presente na área efetivamente explorada, pois, como descrito anteriormente, foi decaçada para dar início a extração mineral.

Figura 11 - Camadas subsuperficiais de seixos que corresponde ao horizonte C.



Fonte: Autoras (2023).

Foi observado na área degradada a exposição do solo em processo de erosão e formações de declives acidentados. O impacto da água da chuva e a ausência da cobertura vegetal provocaram o carreamento de material desagregado, resultando na formação de sulcos e ravinas. Os impactos decorrentes do processo de escoamento superficial e o desmonte hidráulico podem ser vistos na Figura 12.

Figura 12 - Imagem da área afetada pelo desmonte hidráulico e escoamento superficial da água.



Fonte: Autoras (2023).

Devido à declividade do relevo e o escoamento superficial da água da chuva, formaram-se sulcos com canais de aproximadamente 40 cm de profundidade e 1m de largura (figura a) e outros com aberturas menores. (Figura b, c e d).

Figura 13 - Sulcos formados pelo escoamento superficial da água.



Fonte: Autoras (2023).

Com a ocorrência de maior fluxo da água da chuva, originaram-se ravinas com profundidades de aproximadamente 70cm e 30cm de largura (Figura a, b e c), que podem ser vistas em toda a área, juntamente a formação de fissuras de erosões laminares (Figura d), provenientes do carregamento de partículas do solo.

Figura 14 - Imagem das ravinas e erosões laminares provenientes do escoamento da água.



Fonte: Autoras (2023).

A figura 15 mostra formações de voçorocas, observadas na área, com profundidades que variam de aproximadamente 2m a 4m. Essas formações ocorreram por conta de enxurradas abundantes, característica da região.

Figura 15 - Imagem das voçorocas presentes na área



Fonte: Autoras (2023).

#### 3.2.4 Condição da vegetação:

Durante as visitas à área, notou-se, no entorno da área degradada, vegetação característica regional, com exemplares de espécies de árvores nativas, como: *Pouteria* sp, e *Chrysophyllum* sp. da família Sapotaceae; *Simaba cedron* Planch., Simaroubaceae; *Caryocar villosum* (Aubl.) Pers., Caryocaraceae; *Lecythis pisonis* Cambess., Lecythidaceae; *Duguetia* sp., *Guateria* sp. E *xylopia* sp, Annonaceae; *Cordia tetrandra* Aubl., Boraginaceae; *Cecropia* sp., Cecropiaceae (figura 16). Foram identificados na área também indivíduos das famílias das leguminosas, Melastomataceae, Rubiaceae, Rutaceae, Annonaceae e Boraginaceae, que compõem a vegetação rasteira, bem como lianas (Apocinaceae e malvaceae).

Figura 16 - Vegetação marginal da área efetivamente explorada.



Fonte: Autoras (2023):.

Na área explorada, destacaram-se pela predominância espécies como (*Acacia mangium*) Willd, espécie considerada invasora e extremamente competitiva com a vegetação nativa. Também é possível notar espécies de embaúba (*Cecropia* sp.), além de gramíneas e leguminosas introduzidas para revegetação, estabelecida no PCA da área.

A área apresenta espécies rasteiras (herbáceas) e arbustivas em fase de regeneração natural, e também espécies arbóreas. Na área plana à frente da área efetivamente explorada, encontram-se algumas espécies arbóreas e frutíferas, introduzidas por sítiantes (figura 17). Dentre elas, estão presentes espécies como: Manga (*Mangifera indica*); Açaí (*Euterpe oleraceae*); Cajú (*Anacardium occidentale*); Jaca (*Artocarpus heterophyllus*); Cupuaçu (*Theobroma gradiflorum*); Muruci (*Byrsonima crassifolia*).

Figura 17 - Vegetação com presença de espécies frutíferas



Fonte: Autoras (2023).

É fundamental o levantamento botânico da área e do entorno para conhecer a biodiversidade florística local, pois poderá oferecer parâmetros de comparação das condições ecológicas.

### 3.2.5 As condições hidrológicas.

A área não possui águas superficiais, pois o recurso hídrico mais próximo com águas superficiais é o Rio Jari, cuja a distância é de aproximadamente um quilômetro km da área explorada (Figura 18). Para a obtenção de água, necessária ao processo minerário, foram construídos um reservatório e um poço que supriam a operação de lavagem da areia e seixo no processo. A água do poço era direcionada para o reservatório (piscina), de onde ia tanto para as bombas de jateamento quanto para a lavagem do material.

Figura 18 - Distância entre a área de estudo e as águas superficiais mais próxima.



Fonte: Autoras (2023).

Foi realizada uma análise detalhada do local, identificando-se todos os impactos possíveis. E a partir de uma abordagem holística, foi possível associá-los aos respectivos aspectos geradores. Essa descrição e correlação entre impactos e aspectos foram fundamentais para o esclarecimento das ações e motivos de cada impacto identificado na área de estudo. Nesse entendimento, foi produzido o quadro de classificação de causas e consequências das atividades de mineração na área.

Quadro 2 - Aspectos geradores e impactos presente na área

ASPECTOS	IMPACTOS	AÇÕES	MEDIDAS CORRETIVAS
<b>SUPRESSÃO DA VEGETAÇÃO</b>	Perda de diversidade vegetal	Desmatamento e a retirada da camada superficial do solo	Revegetação adequada ao uso futuro da área
	Alteração estética e paisagística	Retirada da vegetação; camada superficial do solo; retirada da areia via desmonte dos taludes com pressão d'água; erosão.	Revegetação; Adequação Topográfica
	Perda de habitats	Retirada da vegetação	Revegetação adequada ao uso futuro da área
	Afugentamento de animais	Poluição sonora; retirada da vegetação	Revegetação adequada ao uso futuro da área
	Aumento da temperatura local	Devido a remoção da vegetação	Revegetação adequada ao uso futuro da área
	Desestabilização do solo	Remoção da vegetação; retirada da areia via desmonte dos taludes com pressão d'água; erosão; escoamento superficial da água.	Adequação topográfica; revegetação; sistemas de drenagem
<b>DECAPEAMENTO DO SOLO</b>	Perda da capacidade de resiliência	Retirada da vegetação; da camada superficial do solo; abertura de cavas.	Revegetação, adequação topográfica;
	Perda da camada fértil do solo	Retirada da camada superficial do solo.	Reconstituição da camada fértil do solo
	Perda da capacidade de infiltração de água no solo	Trafego de veículos de grande porte; retirada da camada superficial do solo	Revolvimento; revegetação

ASPECTOS	IMPACTOS	AÇÕES	MEDIDAS CORRETIVAS
<b>DECAPEAMENTO DO SOLO</b>	Redução de micro-organismos	Retirada da camada superficial do solo; retirada dos níveis do solo.	Reconstituição da camada fértil do solo; revegetação
<b>ESCOAMENTO DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS</b>	Formação de crateras	Retirada da areia via desmonte dos taludes com pressão d'água; escoamento hídrico em grande quantidade e velocidade; retirada dos níveis do solo; falta de estrutura de drenagem.	Adequação topográfica; sistemas de drenagem; revegetação
	Erosão	Retirada da vegetação; da camada superficial do solo; escoamento hídrico; falta de estrutura de drenagem; exposição do solo.	Adequação topográfica; sistemas de drenagem; revegetação
	Voçorocas	escoamento hídrico; Retirada da vegetação; falta de estrutura de drenagem; exposição do solo.	Adequação topográfica; sistemas de drenagem; revegetação
<b>ESCOAMENTO DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS</b>	Erosão laminar	Devido ao fluxo da água da chuva ocasionando a remoção de partículas menores	Adequação topográfica; sistemas de drenagem; revegetação
	Erosão por sulcos	Devido a uma concentração maior de escoamento superficial com maior volume e velocidade intensificando o desgaste do solo.	Adequação topográfica; sistemas de drenagem; revegetação
	Carreamento de sedimento para partes baixas do terreno	Escoamento superficial da água ocasionando erosões	Adequação topográfica; sistemas de drenagem; revegetação
	Erosão por ravina	Estágio mais avançado por erosão por sulcos, grande quantidade de água aglomerada em um só local provocando aumento na profundidade e extensão.	Adequação topográfica; sistemas de drenagem; revegetação
<b>DERRAMAMENTO DE ÓLEO</b>	Contaminação do solo	Devido ao uso de máquinas e motores estacionários	Não se aplica
<b>DESMONTE HIDRÁULICO</b>	Descaracterização do relevo	Retirada da areia via desmonte dos taludes com pressão d'água; erosão; carregamento de materiais pelas águas das chuvas; Deposição em áreas baixas e abertura de cavas.	Adequação topográfica; revegetação.
	Formação de declive acidentado	Retirada da areia via desmonte dos taludes com pressão d'água e erosões	Adequação topográfica; revegetação.
	Alteração topográfica	Retirada da areia via desmonte dos taludes com pressão d'água	Adequação topográfica; revegetação.
	Poluição visual	Retirada da vegetação; da camada superficial do solo e seus níveis; retirada da areia via desmonte dos taludes com pressão d'água e erosões	Adequação topográfica; revegetação.

Fonte: Autoras (2023).

### 3.3 Medidas mitigadoras e/ou correccionais para recuperação da área degradada

Após levantar todos os impactos observados na área de estudo, notou-se que a adoção de 3 medidas de correção pode conter a degradação e culminará na reconstituição da camada fértil de solo. As medidas, também são abordadas por Martins (2017), em seu livro sobre “Recuperação de Áreas Degradadas”, são: Adequação topográfica, adoção de sistemas de drenagem e Revegetação.

#### 3.3.1 Adequação topográfica e paisagística:

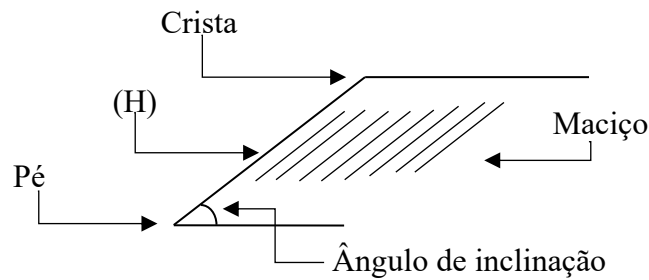
A adequação paisagística conforme a Norma Regulamentadora de Mineração (NRM) - 21 em seu subitem 21.2.4 se dá pela harmonização da paisagem da área minerada tendo como objetivo a minimização dos impactos visuais e adequação do seu uso futuro.

Na primeira fase, para a conformação topográfica, sugere-se taludes de corte.

Os taludes são superfícies inclinadas de camadas de solos ou rochas, podendo ser natural denominado encosta, ou artificiais como os aterros e taludes de corte. Os taludes artificiais são resultados de cortes em encostas, lançamento de aterro ou escavação, logo, os taludes de corte devem ser construídos com altura e inclinação adequada para que sejam estáveis (GERSCOVICH, 2016).

Os taludes de corte apresentam características mais estáveis e normalmente compactados. A execução de um talude de forma geral é feita inicialmente com os serviços de movimentação de terra (corte, aterro, compactação) para que se atinja o ângulo horizontal que é estabelecido por um especialista técnico específico para determinar o ângulo da rampa, largura máxima, o patamar que deve ser empregado e teor de compactação. Em seguida, prossegue-se com o tratamento para estabilização estrutural, drenagem e proteção superficial contra erosão. Essas medidas são importantes para a condução da água (MARTINS, 2017). A inclinação de taludes dependerá do tipo de solo em que será construído. A figura 19 demonstra as estruturas de um talude.

Figura 19 - Estruturas de um talude.



Fonte: Adaptação de Londe e Bitar (2011)

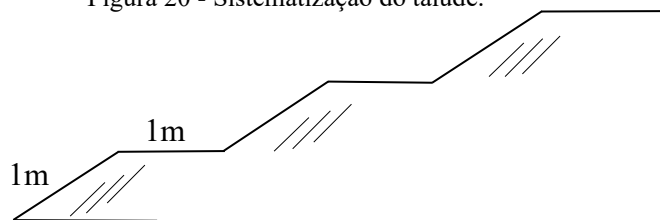
Em que:

- Crista: A parte mais alta do talude;
- Pé: A parte mais baixa do talude;
- Altura do talude (H): A diferença de cota entre o pé e a crista;
- Ângulo de inclinação: Formado entre a horizontal e a reta média entre o pé e a crista;
- Maciço ou corpo: Se trata da parte interna do talude, a constituição é estudada por especialistas técnicos como engenheiros e geólogos, para determinar o tipo de material (rocha, argila, areia, silte, etc) e suas propriedades (limite de plasticidade, coesão, etc) (ARAMES, 2020).

Para a reabilitação da área efetivamente explorada, cabe aplicar talude com proporção de 1:1 (altura vertical “h” e distancia horizontal “d”), que apresenta um ângulo de inclinação de 40°. Essa inclinação se adequa as características do solo da área, pois deve ser construído com pouca declividade sendo indicado para evitar erosões.

Um talude na proporção de 1:1 significa que a cada 1 metros de avanço no plano horizontal tem 1 metro na vertical, observe a figura 20.

Figura 20 - Sistematização do talude.



Fonte: Autoras (2023).

### 3.3.2 Sistema de drenagem

A segunda fase é contenção das águas superficiais no talude proposto.

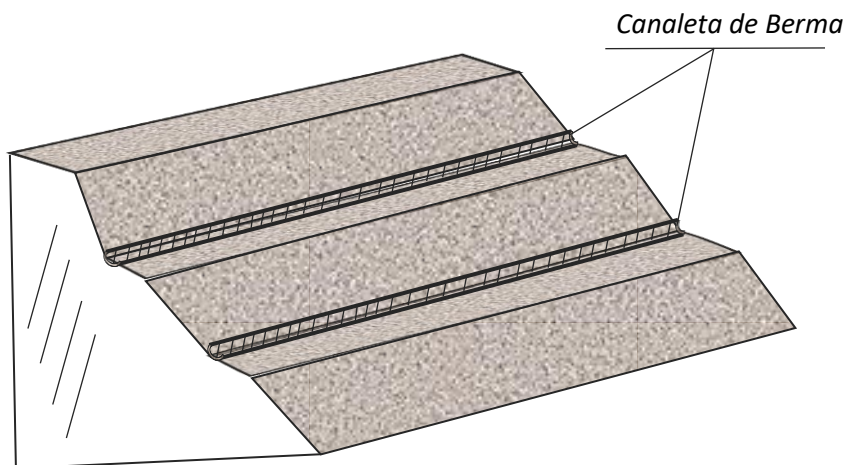
Para a contenção das águas superficiais no talude, recomenda-se a implementação de canaletas de Berma, que prevenirá erosões as quais são responsáveis pelo carreamento de sedimentos das partes mais altas para as partes mais baixas do terreno.

As canaletas de bermas são plataformas levemente inclinadas de forma horizontal construídas no percurso de um talude e serve para prevenir deslizamentos e controlar a erosão.

Os benefícios da opção por essa estrutura é a facilidade e o baixo custo para construção e manutenção, diminuindo, dessa forma, a necessidade de intervenções corretivas.

Esse tipo de drenagem superficial impede que a água da chuva interfira na estrutura dos taludes, evitando os processos erosivos na superfície.

Figura 21 - Ilustração do sistema de drenagem no talude.



Fonte: Autoras (2023).

### 3.3.3 Revegetação

A terceira fase é a revegetação.

Para a revegetação dos taludes na área diretamente afetada pela exploração, recomenda-se um coquetel de espécies herbáceas nativas (leguminosas e gramíneas). As gramíneas são plantas herbáceas perenes, anuais ou vivazes, com sistema radicular persistente, caules simples ou ramificadas e folhas alternas normalmente lineares a filiformes (figura 22).

Figura 22 - Ilustração de Gramínea.



Fonte: Gratispng.

Os principais critérios que levaram à escolha de gramíneas nativas foram: o baixo custo de aquisição, a não exigência de fertilidade solo, grande resistência à seca e crescimento constante, são leves, de pequeno porte, sistema radicular persistente e possibilitam o recobrimento total do solo.

Já as espécies de leguminosas, para aplicação, devem ser rasteiras e/ou arbustivas para não comprometer a estabilidade inicial do talude. Essas espécies produzem grande quantidade de biomassa e garante a qualidade do solo fornecendo nutrientes ao sistema (SOBUCKI, 2021). Ademais, Bertoni & Lombardi Neto (2008) afirmam que “O uso de leguminosas é uma prática recomendada para a recuperação de áreas degradadas, pois as leguminosas utilizam a própria vegetação para proteger o solo da erosão”, além de fixar nitrogênio ao solo, incrementando a fertilização de outras espécies plantadas juntas.

Já os principais critérios que levaram à escolha das leguminosas estão representados na figura 23:

Figura 23 - Ilustração indicando os benefícios de uma leguminosa.



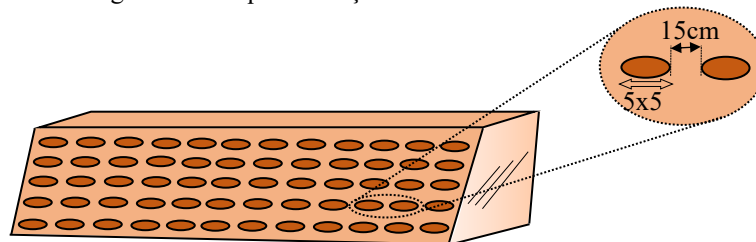
Fonte: Sobucki, (2021)

Após a adequação topográfica e a adoção do sistema de drenagem mais adequado para proteção dos taludes, sugere-se a aplicação da técnica de microcoveamento.

Essa técnica, segundo a Norma nº 074/2006 do Departamento Nacional de Infraestrutura de Transporte, “[...] são covas pequenas umas próximas das outras e de profundidade suficiente, de maneira a reter todos os insumos a serem aplicados, como fertilizantes, corretivos, mulch, adesivos e sementes” (DNIT, 2006, p.7). Ou seja, são várias covas no corpo do talude abertas de forma manual com o uso de enxadas.

Para as dimensões das covas no talude, define-se 5x5 cm com espaços de 15 cm entre elas (Figura 24). É importante, para os trabalhos de campo, o uso de equipamento de proteção individual, inclusive, para trabalho em altura como: cintos de escalada e ancoramento.

Figura 24 - Esquemática das microcovas nos taludes.



Fonte: Autoras (2023).

Para a adubação das microcovas, de início, propõe-se adubação com Nitrogênio, Fosforo e Potássio (NPK) 04-14-08, sendo 1500 kg/ha. O NPK é essencial para o desenvolvimento das plantas, sendo indicados para a fase de enraizamento.

O plantio deve ser direto com um coquetel de sementes (leguminosa e gramínea) (quadro) e, se necessário, preenchimento com material orgânico em pequenas porções distribuídas diretamente nas covas. A matéria orgânica é importante para a redução da temperatura do solo, contribuindo na Capacidade de Troca de Cátions (CTC) do solo.

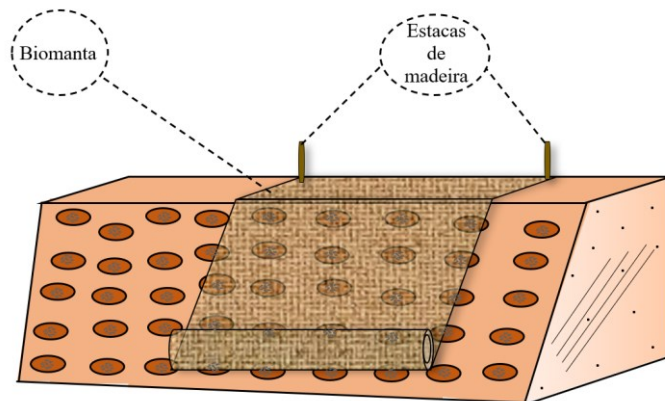
Quadro 3 - relação de espécies frequentemente utilizadas em processo de recuperação de áreas degradadas.

LEGUMINOSAS	GRAMÍNEAS
<i>Crotalaria pilosa</i> Mill.	<i>Brachiaria</i> sp
<i>Bauhinia cinnamomea</i> (DC). Legum	<i>Brachiaria humidicola</i> (cv). Llanero
<i>Desmodium distortum</i> (Aubl.) J.F. Macbr	<i>Desmodium adscendens</i> (Sw.) DC.
<i>Aeschynomene brasiliana</i> (Poir.) DC.	<i>Megathyrsus maximus</i> (Jacq.) B.K.Simon & S.W.L.Jacobs
<i>Aeschynomene filosa</i> Mart.	<i>Megathyrsus</i> sp
<i>Leucaena leucocephala</i> (Lam.) de Wit	<i>Panicum cayennense</i> Lam.
<i>Cajanus cajan</i> (L.) Millsp.	<i>Panicum millegrana</i> Poir.
<i>Senna alata</i> (L.) Roxb.	<i>Paspalum loefgrenii</i> Ekman
<i>Senna chrysocarpa</i> (Desv.) H.S.Irwin & Barneby	<i>Paspalum</i> sp
<i>Senna undulata</i> (Benth.) H.S.Irwin & Barneby	<i>Urochloa plantaginea</i> (Link) R.D.Webster

Fonte: Compilado pelo autor

O período ideal de plantio nos taludes é durante a época chuvosa por proporcionar um melhor desenvolvimento das sementes. Após o plantio das sementes, é necessário o revestimento do talude com biomantas (Figura 25). As biomantas são biotêxtil constituídos por fibras mistas biodegradáveis (fibras de coco, palhada de gramíneas, e fibras vegetais em geral), que tem a função de proteger o talude das chuvas, mantendo as sementes dentro das microcovas; além disso, retém umidade por mais tempo e evitam erosões no talude. A fixação das biomantas poderá ser por meio de estacas de madeira.

Figura 25 - Esquemática da fixação da biomanta nos taludes



Fonte: Autoras (2023).

Importante destacar que não haverá o plantio com espécies florestais devido à área ser prevista para reabilitação, ou seja, destinada a um novo uso. No entanto, as espécies florestais ficarão restritas ao uso nas bordaduras da área minerada para fins de estabilização dos contornos explorados, formando faixas protetivas para melhor estética e paisagem do local. Para esta finalidade, sugere-se a escolha da espécie Ipê amarelo (*Handroanthus sp*), o Pará-pará (*Jacaranda sp*) e Ipê roxo (*Handroanthus sp*) devido às suas características de espécies secundárias que são amplamente utilizadas em ornamentação pública e por seus aspectos de floração exuberante.

A figura 26 e 27 ilustra indivíduos indicados para compor as bordaduras dos taludes. Em cima, representação das três fases de vida do Ipê amarelo e em baixo, a do Pará-pará.

Figura 26 - Ilustração das fases de desenvolvimento do Ipê amarelo.

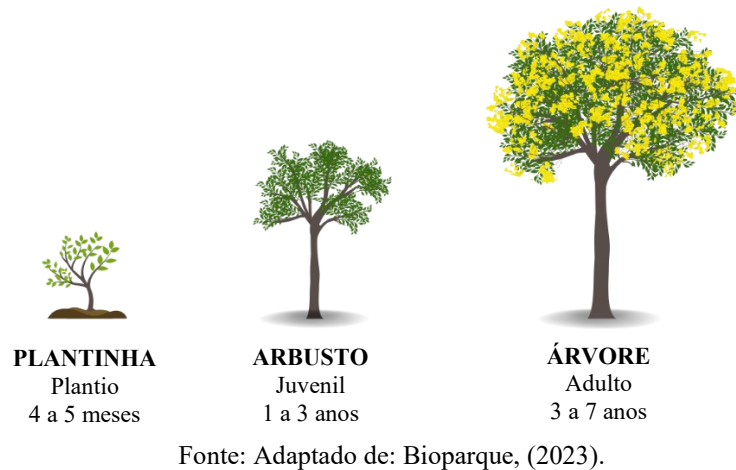
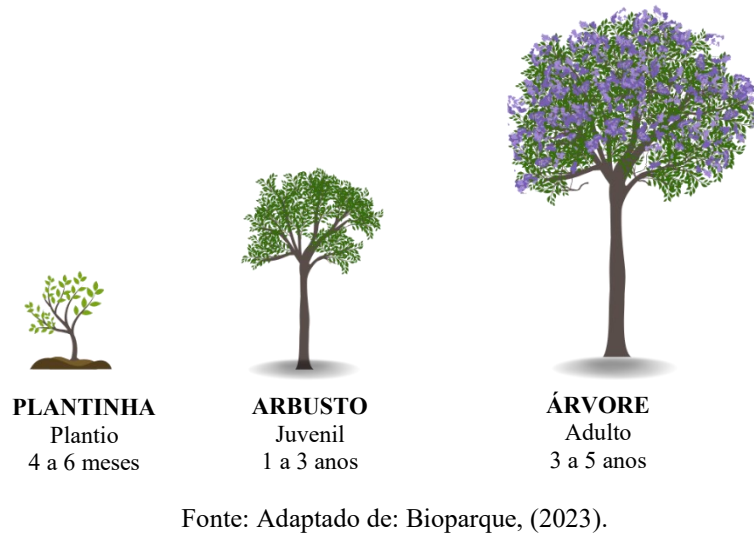


Figura 27 - Ilustração das fases de desenvolvimento do Pará-pará.



O plantio deverá ser feito por meio de mudas, com aberturas de covas<sup>8</sup> com espaçamento de 4m x 4m entre elas, sendo no mínimo 2 a 3 vezes o diâmetro e altura do torrão<sup>9</sup>. Recomenda-se adubação inicial NPK 04-14-08 com 120 gramas por covas.

### 3.3.4 Monitoramento

O monitoramento da reabilitação da área poderá ser feito por meio de indicadores elaborados para comprovar e concluir sobre os sucessos e/ou fracassos das técnicas aplicadas.

<sup>8</sup> Abertura no terreno, escavação profunda, caverna. abertura feita para plantar árvore, lançar semente etc.

<sup>9</sup> Solo ou terreno próprio para o cultivo; gleba. Pedaco de terra relativamente endurecido.

Para monitorar a qualidade do solo e da estrutura do talude na área de reabilitação, sugere-se visitas periódicas adotando-se registros para acompanhamento de variáveis físicas que determinarão as condições do sistema de contenção dos impactos, a exemplo de:

- A densidade do solo;
- A capacidade de retenção de água;
- A condutividade elétrica da solução do solo;
- A profundidade média do sistema radicular das espécies de maior presença;
- A presença de erosão e compactação.

Para monitorar a flora, pode-se adotar de inventários em parcelas permanentes que fornecerão dados para avaliação da qualidade da vegetação da área de reabilitação e do entorno.

Para a realização deste, alguns indicadores podem mostrar:

- Se há surgimento de espécies nativas nos taludes;
- Se há presença de espécies exóticas invasoras;
- O percentual de crescimento das espécies herbáceas e arbustivas dos taludes/m<sup>2</sup>;
- O percentual de crescimento das espécies arbóreas plantadas no entorno;
- Crescimento das espécies arbóreas após as medidas de manutenção e replantio e remedição após o primeiro ano e posteriormente a cada dois anos até os cinco primeiros anos.

### 3.3.5 Manutenção

A manutenção da aplicação do PRAD deve conter: adubação, replantio e, possivelmente, monitoramento de formigas.

Durante a manutenção, recomenda-se adubação suplementar NPK 20-00-20 para as mudas nos taludes e as do entorno no terceiro mês de plantio, no final do período chuvoso e com o início das primeiras chuvas da próxima temporada. A adubação suplementar NPK 20-00-20, é um adubo que pode ser aplicado em várias espécies vegetais que fornece nutrientes essenciais para as plantas.

O replantio de áreas do talude, que eventualmente estejam ralas e com baixo índice de germinação das sementes, deverá ocorrer no fim do período chuvoso da próxima temporada. O replantio de espécies arbóreas do entorno, que eventualmente não tenham resistido ao plantio em campo, deverão ser realizadas no mesmo período estipulado para a área do talude.

O monitoramento de formigas deverá envolver uma avaliação visual de forma constante. Terá de ocorrer após três meses do plantio nos taludes e nas bordaduras.

No Quadro 3, estão organizadas todas as atividades planejadas para execução do plano de recuperação na área de estudo, para ser realizado em 24 meses.

Quadro 4 –Cronograma de Implantação, Manutenção e Monitoramento

ATIVIDADES	1º ano												2º ano											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Preparo da área	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Aquisição de mudas e sementes	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Plantio	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Monitoramento de formigas	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Adubação suplementar	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Replanteio	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Relatório de implantação	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■

■ Período chuvoso      ■ Período de estiagem      ■ Estágio de execução

Fonte: Autoras (2023).

#### 4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A mineração de agregados no município de Laranjal do Jari contribui para o desenvolvimento da infraestrutura e para a economia local. No entanto, a exploração de agregados também está sujeita a desafios ambientais. Diante disso, é vital abordar essa atividade com responsabilidade ambiental para garantir a conservação dos recursos naturais e o bem-estar das comunidades locais, pois a extração de areia e seixo pode causar alterações no meio ambiente.

Neste trabalho, verificou-se que os procedimentos adotados para a realização da recuperação de áreas degradadas decorrente da mineração de agregados classe II no Estado do Amapá são orientados pelo Termo de Referência nº 25/2023, em seu Anexo III, da Secretaria de Meio Ambiente do Estado do Amapá (SEMA/AP).

Foram também identificados e descritos os aspectos modificadores ambientais e seus respectivos impactos, decorrente a atividade de extração mineral, os quais se refletiram na modificação paisagística natural, principalmente, com perda da cobertura vegetal em parte da propriedade e a degradação do solo com formação de sulcos com 40cm de profundidade a voçorocas com mais de 4m. de profundidade.

Diante das condições atuais identificadas na área, foi sugerida a reabilitação da área minerada com técnicas e métodos de adequação topográfica e paisagística, envolvendo meios de revegetação com gramíneas, leguminosas e espécies arbóreas; o monitoramento da área após a aplicação do PRAD e as manutenções eventuais se houver necessidade.

Todas as atividades foram distribuídas para realização no período de 24 meses

## REFERÊNCIAS

AGENCIA NACIONAL DE MINERAÇÃO – ANM. **Compensação Financeira pela Exploração Mineral – CFEM**, 2022. Disponível em: <https://www.gov.br/anm/pt-br/aceso-a-informacao/perguntas-frequentes/contribuicao-financeira-pela-exploracao-mineral-2013-cfem>. Acesso em: 12 nov. 2023.

AGENCIA NACIONAL DE MINERAÇÃO – ANM. **Sistema de Informações Geográficas da Mineração**, 2023. Disponível em: <https://geo.anm.gov.br/portal/apps/webappviewer/index.html?id=6a8f5ccc4b6a4c2bba79759aa952d908>. Acesso em: 13 nov. 2023.

AGENCIA NACIONAL DE MINERAÇÃO – ANM. **Produção mineral**, 2023. Disponível em: <https://www.gov.br/anm/pt-br/assuntos/economia-mineral/producao-mineral>. Acesso em: 13 nov. 2023.

AGÊNCIA NACIONAL DE MINERAÇÃO – ANM. **Relatório de gestão da agência nacional de mineração (ANM)**, 2019. Disponível em: <https://www.gov.br/anm/pt-br/aceso-a-informacao/acoes-e-programas/relatorio-gestao/relatorio-de-gestao-2013-exercicio-2019>. Acesso em: 1 nov. 2023.

ALMEIDA, Danilo S. D. Legislação básica aplicada à recuperação ambiental. **SciELO Books**, 2016. p. 33-39.

ALVES, Nadine. **Como Gerenciar o Armazenamento de Materiais na Construção Civil**. CONSTRUCT, 2017. Disponível em: <https://constructapp.io/pt/como-gerenciar-o-armazenamento-de-materiais-na-construcao-civil/>. Acesso em: 27 out. 2023.

AMAPÁ. Lei nº. 1.613, de 30 de dezembro de 2011. **Institui a Taxa de Controle, Acompanhamento e Fiscalização das Atividades de Pesquisa, Lavra, Exploração e Aproveitamento de Recursos Minerários - TFRM e o Cadastro Estadual de Controle, Acompanhamento e Fiscalização das Atividades de Pesquisa, Lavra, Exploração e Aproveitamento de Recursos Minerários - CERM**. Macapá, 2011.

AMAPÁ. Portal Nacional de Licenciamento Ambiental. Instrução Normativa nº 1, de 10 de junho de 1999. **Estabelece normas para a realização de audiência pública do licenciamento de empreendimentos obrigados à elaboração de Estudo Prévio de Impacto Ambiental (EPIA) e relatório de Impacto Ambiental (RIMA)**. Macapá, 1999.

AMAPÁ. Resolução COEMA, nº 046, de 2018. **Dispõe sobre a definição de impacto local, bem como tipificação das atividades e empreendimentos de competência municipal para promover o licenciamento ambiental e da outras providências**. Macapá, 2018.

ARAMES, Belgo. **Tipos de talude: como lidar com cada um deles**, 2020. Disponível em: <https://blog.belgo.com.br/engenharia/geotech/tipos-de-taludes/#:~:text=Nos%20taludes%20em%20aterro%20por,%C3%A1reas%20de%20preserva%C3%A7%C3%A3o%20e%20c%C3%B3rregos>. Acesso em: 20 nov. 2023.

ASSIS, Rafael Rodrigues. **Tipos de Lavra e Beneficiamento de Minério**, 2023. Disponível em: [https://pt.slideshare.net/eulerdixan/aula-05-tipo-de-lavras-tratamento-de-minerio-pdf?from\\_search=0](https://pt.slideshare.net/eulerdixan/aula-05-tipo-de-lavras-tratamento-de-minerio-pdf?from_search=0). Acesso em: 24 out. 2023.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. **NBR 7211: Agregados para concreto – Especificação**. Rio de Janeiro: ABNT, 2005. p. 3.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. **NBR 9935: Agregados Terminologia**. Rio de Janeiro: ABNT, 1987. p. 2.

BERTONI, J.; LOMBARDI N. F. **Conservação do Solo**, 7ª Edição, Editora Ícone. São Paulo, SP. 2008, 355p.

BIOPARQUE. **Jacarandá, Ipê amarelo**, 2023. Disponível em: <https://www.bioparquebrasil.com.br>. Acesso em: 02 dez. 2023.

BISPO, Polyanna da Conceição *et al.* **Variáveis geomorfológicas locais e sua relação com a vegetação da região do interflúvio Madeira – Purus (AM-RO)**. Acta Amazônia, 2009. Disponível em: <https://acta.inpa.gov.br/fasciculos/39-1/BODY/v39n1a08.html>. Acesso em: 04 out. 2023.

BRANCALION, Pedro H. S.; GANDOLFI, Sergius; RODRIGUES, Ricardo R. **Restauração florestal**. São Paulo: Oficina de Textos, 2015.

BRASIL. Decreto nº 97.632, de 10 de abril de 1989. **Dispõe sobre a regulamentação do artigo 2º, inciso VIII, da Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981, e dá outras providências**. Brasília, 1989.

BRASIL. **Constituição da República Federativa do Brasil de 1988**. Brasília, DF: Senado Federal.

BRASIL. **Constituição da República Federativa do Brasil de 1988**. Brasília, DF: Presidência da República, 2016. Disponível em: <https://www.jusbrasil.com.br/topicos/10645661/artigo-225-da-constituicao-federal-de-1988/definicoes>. Acesso em: 29 set. 2023.

BRASIL. Decreto nº 9.406, de 12 de junho de 2018. **Regulamenta o Decreto-Lei nº 227, de 28 de fevereiro de 1967, a Lei nº 6.567, de 24 de setembro de 1978, a Lei nº 7.805, de 18 de julho de 1989, e a Lei nº 13.575, de 26 de dezembro de 2017**. Brasília, Presidência da República, 2018. Disponível em: <https://legislacao.presidencia.gov.br/atos/?tipo=DEC&numero=9406&ano=2018&ato=25dkXRE9UeZpWTbef>. Acesso em: 06 set. 2023.

BRASIL. Decreto nº 97.632 – 10 abr. 1989. **Dispõe sobre a regulamentação do Artigo 2º, inciso VIII, da Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981, e dá outras providências**. Brasília, Presidência da República, 2018. Disponível em: [https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/decreto/1980-1989/d97632.htm#:~:text=DECRETA%3A,de%20recupera%C3%A7%C3%A3o%20de%20C3%A1rea%20degradada](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/1980-1989/d97632.htm#:~:text=DECRETA%3A,de%20recupera%C3%A7%C3%A3o%20de%20C3%A1rea%20degradada). Acesso em: 06 set. 2023.

BRASIL. Lei nº 7.347, de 24 de julho de 1985. **Disciplina a ação civil pública de responsabilidade por danos causados ao meio-ambiente, ao consumidor, a bens e direitos de valor artístico, estético, histórico, turístico e paisagístico (VETADO) e dá outras providências**. Brasília, 1985. Disponível em: [https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/17347orig.htm#:~:text=LEI%20No%207.347%2C%20DE%2024%20DE%20JULHO%20DE%201985.&text=Disciplina%20a%20a%C3%A7%C3%A3o%20civil%20p%C3%BAblica,VETADO\)%20e%20d%C3%A1%20outras%20provid%C3%Aancias](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/17347orig.htm#:~:text=LEI%20No%207.347%2C%20DE%2024%20DE%20JULHO%20DE%201985.&text=Disciplina%20a%20a%C3%A7%C3%A3o%20civil%20p%C3%BAblica,VETADO)%20e%20d%C3%A1%20outras%20provid%C3%Aancias). Acesso em: 06 set. 2023.

BRASIL. 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, 2000. Disponível em: [https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/19985.htm#:~:text=LEI%20No%209.985%2C%20DE%2018%20DE%20JULHO%20DE%202000.&text=Regulamenta%20o%20art.,Natureza%20e%20d%C3%A1%20outras%20provid%C3%A2ncias](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19985.htm#:~:text=LEI%20No%209.985%2C%20DE%2018%20DE%20JULHO%20DE%202000.&text=Regulamenta%20o%20art.,Natureza%20e%20d%C3%A1%20outras%20provid%C3%A2ncias). Acesso em: 06 set. 2023.

BRASIL. Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012. **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; 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, 2012. Disponível em: [https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2011-2014/2012/lei/112651.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/112651.htm). Acesso em: 06 set. 2023.

BRASIL. Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981. **Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências.** Brasília, DF: Presidência da República. Disponível em: [https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/16938.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/16938.htm). Acesso em: 06 set. 2023.

BRASIL. Lei nº 9.605 de 12 de fevereiro de 1998. **Dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente, e dá outras providências.** Brasília, 1998. Disponível em: [https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/19605.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19605.htm). Acesso em: 06 set. 2023.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA). Resolução CONAMA nº 369, de 28 de março de 2006. **Dispõe sobre os casos excepcionais, de utilidade pública, interesse social ou baixo impacto ambiental, que possibilitam a intervenção ou supressão de vegetação em Área de Preservação Permanente (APP).** Brasília, DF: CONAMA, 2006. Disponível em: <https://www.siam.mg.gov.br/sla/download.pdf?idNorma=5486>. Acesso em: 06 set. 2023.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA). Resolução CONAMA nº 10, de 6 de dezembro de 1990 Publicada no DOU, de 28 de dezembro de 1990, Seção 1, páginas 25540-25541. **Dispõe sobre normas específicas para o licenciamento ambiental de extração mineral, classe II.** Brasília, 1990. Disponível em: <chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://conama.mma.gov.br/?option=comsisconama&task=arquivo.download&id=107>. Acesso em: 06 set. 2023.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA). Resolução CONAMA nº 237, de 19 de dezembro de 1997 Publicada no DOU nº 247, de 22 de dezembro de 1997, Seção 1, páginas 30841-30843. **Dispõe sobre a revisão e complementação dos procedimentos e critérios utilizados para o licenciamento ambiental, altera a Resolução no 1/86 (revoga os art. 3o e 7o).** Brasília, 1997. Disponível em: <chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://conama.mma.gov.br/?option=comsisconama&task=arquivo.download&id=237>. Acesso em: 06 set. 2023.

CARPANEZZI, Antonio A. *et al.* **Embrapa**, 1992. Disponível em: <http://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/handle/doc/287603>. Acesso em: 19 jun. 2023.

CGM Engenharia. **Consultoria em projetos de Infraestrutura Urbana**, 10 Agosto 2021. Disponível em: <https://cgmengenharia.com.br/aprenda-a-diferenciar-recuperacao-reabilitacao-e-restauracao-ambiental/>. Acesso em: 21 Jun. 2023.

COSTA, José Lima. **Elementos infra-estruturais do município de Laranjal do Jari: Projeto Primaz – Área Amapá**. P.20, 1998.

CURI, A. Oficina de textos: **Lavra de Minas**. São Paulo: 2017. Disponível em: [https://www.google.com.br/books/edition/Lavra\\_de\\_Minas/FFoyDwAAQBAJ?hl=pt-BR&gbpv=1&dq=Desmonte+h%C3%ADdraulico&pg=PT281&printsec=frontcover](https://www.google.com.br/books/edition/Lavra_de_Minas/FFoyDwAAQBAJ?hl=pt-BR&gbpv=1&dq=Desmonte+h%C3%ADdraulico&pg=PT281&printsec=frontcover). Acesso em: 27 out. 2023.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA E TRANSPORTE–DNIT. **Tratamento ambiental de taludes e encostas por intermédio de dispositivos de controle de processos erosivos – Especificação de serviço**. Norma 074, 2006. p.7. Disponível em: [https://www.gov.br/dnit/pt-br/assuntos/planejamento-e-pesquisa/ipr/coletanea-de-normas/cole-tanea-de-normas/especificacao-de-servico-es/dnit\\_074\\_2006\\_es.pdf](https://www.gov.br/dnit/pt-br/assuntos/planejamento-e-pesquisa/ipr/coletanea-de-normas/cole-tanea-de-normas/especificacao-de-servico-es/dnit_074_2006_es.pdf). Acesso em: 04 nov. 2023.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE PRODUÇÃO MINERAL. **Norma Reguladora De Mineração nº 21/2001**. Reabilitação de Áreas Pesquisadas, Mineradas e Impactadas. Disponível em: [https://anmlegis.datalegis.inf.br/action/TematicaAction.php?acao=abrirVinculos&cotematica=10060613&cod\\_menu=6783&cod\\_modulo=405](https://anmlegis.datalegis.inf.br/action/TematicaAction.php?acao=abrirVinculos&cotematica=10060613&cod_menu=6783&cod_modulo=405). Acesso em: 01 out. 2023.

DRUMMOND, José Augusto. **Investimentos privados, impactos ambientais e qualidade de vida num empreendimento mineral amazônico: o caso da mina de manganês de Serra do Navio (Amapá)**, 2000. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/hcsm/a/KfYbrscwfwddcCS6FZBMB7y/?lang=pt#>. Acesso em: 1 nov. 2023.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Embrapa Solos, 2018. Disponível em: <https://www.embrapa.br/solos/buscade-publicacoes/-/publicacao/1094003/sistema-brasileiro-de-classificacao-de-solos>. Acesso em: 07 nov. 2023.

ESCOAMENTO SUPERFICIAL. **Moodle USP Disciplinas**, 2020. Disponível em: [https://e-disciplinas.usp.br/pluginfile.php/5724199/mod\\_resource/content/1/CAP%C3%8DTULO%203%20-%20ESC%20SUPERF.PDF](https://e-disciplinas.usp.br/pluginfile.php/5724199/mod_resource/content/1/CAP%C3%8DTULO%203%20-%20ESC%20SUPERF.PDF). Acesso em: 27 out. 2023.

FONSECA, J. J. S. **Curso de especialização em comunidades virtuais de aprendizagem-informática educativa: Metodologia da pesquisa científica**, 2002. P. 31-32. Disponível em: <http://www.ia.ufrj.br/ppgea/conteudo/conteudo-2012-1/1SF/Sandra/apostilaMetodologia.pdf>. Acesso em: 05 dez. 2023.

FURLANETTO *et al.* **Seixo rolado no concreto: Tudo que você precisa saber**. NEO IPSUM soluções em engenharia, 2020. Disponível em: <https://neoipsum.com.br/seixo-rolado-no-concreto/#:~:text=Os%20seixos%20s%C3%A3o%20fragmentos%20de,como%20visto%20na%20imagem%20anterior>. Acesso em: 04 nov. 2023.

GERSCOVICH, D. M. S. **Estabilidade de talude**, 2. ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2016. Disponível em: [http://ofitexto.arquivos.s3.amazonaws.com/Estabilidade-de-taludes-2ed\\_DEG.pdf](http://ofitexto.arquivos.s3.amazonaws.com/Estabilidade-de-taludes-2ed_DEG.pdf). Acesso em: 19 nov. 2023.

GODOY, Arilda Schmidt. Pesquisa Qualitativa: Tipos fundamentais. **Revista de Administração de Empresas**. São Paulo, v. 35, n.3, 1995. p. 20-29. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/rae/v35n3/a04v35n3.pdf>. Acesso em: 27 set. 2023.

GPS Visualizer. **Encontre elevações "ausentes" com o visualizador GPS**, 2019. Disponível em: <https://www.gpsvisualizer.com/elevation>. Acesso em: 14 nov. 2023.

HYDROS. **Bacia hidrográfica do Rio Jari – PA/AP: Estudos de Inventário Hidrelétrico Relatório Final**, 2011. P. 13. Disponível em: [https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-248/topico-287/1%20-%20AAI%20Jari%20-%20Relat%C3%B3rio%20final\[1\].pdf](https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-248/topico-287/1%20-%20AAI%20Jari%20-%20Relat%C3%B3rio%20final[1].pdf). Acesso em: 01 dez. 2023.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Geociências**, 2016. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/geociencias/informacoes-ambientais/pedologia/15829-solos.html>. Acesso em: 01 nov. 2023.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Geociências**, 2021. Disponível em [https://geofp.ibge.gov.br/informacoes\\_ambientais/vegetacao/vetores\\_escala\\_250\\_mil/](https://geofp.ibge.gov.br/informacoes_ambientais/vegetacao/vetores_escala_250_mil/). Acesso em: 01 nov. 2023.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Geociências**, 2022. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/geociencias/organizacao-do-territorio/malhas-territoriais/15774-malhas.html>. Acesso em: 03 nov. 2023.

INSTITUTO BRASILEIRO DE MINERAÇÃO – IBRAM. **Informações sobre a Economia Mineral Brasileira 2020: Ano Base 2019**. 2020. p.38.

INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS – IBAMA. **Instrução Normativa nº 4. 13 Abril 2011**. Disponível em: <https://www.gov.br/ibama/pt-br>. Acesso em: 19 jun. 2023.

INSTITUTO DE PESQUISAS CIENTÍFICAS E TECNOLÓGICAS DO ESTADO DO AMAPÁ – IEPA. **Macrodiagnóstico do estado do Amapá, primeira aproximação do ZEE**. 3. ed. Revisada e Ampliada, Macapá – AP, 2008. p.73-142.

INSTITUTO BRASILEIRO DE MINERAÇÃO – IBRAM. **Informações e análise da economia mineral brasileira**, 2012. p.17. Disponível em: <chromeextension://efaidnbnmnhibpcajpcglcfindmkaj/https://ibram.org.br/wp-content/uploads/2020/12/informacoes-sobre-a-economia-mineral-2017.pdf>. Acesso em: 23 fev. 2023.

MAGALHÃES, Lana. **Floresta Amazônica**. Toda Matéria, [s.d.]. Disponível em: <https://www.todamateria.com.br/floresta-amazonica/>. Acesso em: 27 out. 2023.

MANZATTO, Mariana P. **Plano de recuperação de Áreas Degradadas**. 1º. ed. São Paulo: Senac São Paulo, 2019.

MARTINS, S. V. **Recuperação de áreas degradadas: Ações em Áreas de Preservação Permanente, Voçorocas Taludes rodoviários e de Mineração**. Aprenda Fácil, 2021.

MEDINA, José. Art. 225 *In*: Medina, José. **Constituição Federal Comentada**. São Paulo (SP): Editora Revista dos Tribunais, 2021. Disponível em: <https://www.jusbrasil.com.br/> do

utrina/secao/art-225-capitulo-vi-do-meio-ambiente-constituicao-federal-comentada/1196976739?. Acesso em: 24 out. 2023.

MOURA, Dalvino Jose. **Recuperação de Áreas Degradadas pela Mineração**. Universidade Estadual de Goiás, Unidade Niquelândia 2015 Relatório Monográfico. Disponível em: <https://monografias.brasilecola.uol.com.br/geografia/recuperacao-areas-degradadas-pela-mineracao.htm>. Acesso em: 24 out. 2023.

NETO, Jary de Xarex. **Pavimentos Industriais em Concreto**. São Paulo: Oficina de Textos, 2022.

NOGUEIRA, Paulo. **O que é Lavra, Métodos Utilizados e Regulamentação**. Mineração Brasil, 2021. Disponível em: <https://mineracaobrasil.com/o-que-e-lavra-metodos-utilizados-e-regulamentacao/>. Acesso em: 27 out. 2023.

OLIVEIRA, Marcelo J. D.; MATHIS, Armin. O recente Ciclo de Mineração no estado Amapá. **Papers do NAEA**, Pará, 14 mar. 2010. p.8.

PACHECO, Jacson. **Estudo sobre o uso da escória de aciaria de forno elétrico como agregado em misturas asfálticas**. ResearchGate, 2017. Disponível em: [https://www.researchgate.net/figure/Figura-4-Exemplo-de-agregados-naturais-seixos\\_fig4\\_320676881](https://www.researchgate.net/figure/Figura-4-Exemplo-de-agregados-naturais-seixos_fig4_320676881). Acesso em: 27 out. 2023.

PINHEIRO, Cleane do Socorro da Silva. **Extração de Areia e seixo: Desenvolvimento ou degradação? O caso de Porto Grande/AP**, 2016. 134f. Dissertação (Gestão de Recursos Naturais e Desenvolvimento Local na Amazônia) – Universidade Federal do Pará, Belém, PA. 2016.

PINTO, Uile Reginaldo. Aspectos legais. *in*: Salvador Luiz Matos e LUZ, Adão Benvindo. **Manual de agregados para construção civil**. ed. Rio de Janeiro: CETEM/MCT, 2009. Cap. 2, p. 46 – 242.

PIOLLI, Luiz Alessandro *et al.* **Teoria e prática em recuperação de áreas degradadas: Plantando a semente de um mundo melhor**. Serra Negra – SP: PLANETA ÁGUA – Associação de Defesa do Meio Ambiente, 2005.

PORTAL AMAPÁ. **Serra do Navio**, 2022. Disponível em: <https://www.portal.ap.gov.br/conheca/serra-do-navio>. Acesso em: 27 out. 2023.

PORTAL AMAZÔNIA. **Laranjal do Jari**, 2022. Disponível em: <https://portalamazonia.com/amazonia-az/laranjal-do-jari>. Acesso em: 27 out. 2023.

PROGÊNIO, M. F. *et al.* Proposta de um plano de gestão de bacia hidrográfica. *In*: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS, XXIII, 2019, Foz do Iguaçu – PR: **Associação Brasileira de Recursos Hídricos**, 2019. Disponível em: <https://s3-sa-east-1.amazonaws.com/abr/Eventos/Trabalhos/107/XXIII-SBRH0731-2-20190805-105948.pdf>. Acesso em: 18 jun. 2023.

RIBEIRO, Carlos F. D. D. A. **Recuperação de áreas Degradadas**. 1º. ed. NT Editora, 2015.

RIMOBLOCO. **Contenção de taludes: Bermas para taludes**. Disponível em: <https://rimobloco.com.br/informacoes/bermas-para-talude>. Acesso em: 20 nov. 2023.

ROLLA, Alicia *et al.* **Mineração em terras Indígenas na Amazônia Brasileira**. São Paulo: ISA – Instituto Socioambiental, 2013. p. 112.

SANTOS, B. C. *et al.* **Geotecnia aplicada a taludes**. Brazilian Journal of Animal and Environmental Research, Curitiba, v.5, n.4, 2022. p. 3607-3621.

SANTOS, Mariana Custodio. **Quando fazer supressão de vegetação em APP?**. Mata Nativa, 2023. Disponível em: <https://matanativa.com.br/supressao-de-vegetacao-em-app/>. Acesso em: 27 out. 2023.

SERNA, H. A. I; REZENDE, M. M. **Agregados Para Construção Civil**, 2010. p. 602. Disponível em: <https://www.gov.br/anm/pt-br/centrais-de-conteudo/publicacoes/serie-estatisticas-e-economia-mineral/outras-publicacoes-1/8-1-2013-agregados-minerais>. Acesso em: 27 out. 2023.

SILVA, A. G. **Especialização em mineração e meio ambiente: Recuperação e Reabilitação de Áreas Degradadas Pela mineração**. EducaCaps, 2017. Disponível em: <http://educapes.capes.gov.br/handle/capes/175225>. Acesso em: 29 out. 2023.

SILVA, Michele A. P. D. **Técnicas e Tecnologias para Recuperação de Áreas Degradadas**. São paulo: Senac, 2023. p. 134.

SOBRINHO, T. R. G. Classificação climática conforme a metodologia Köppen do município de Laranjal do Jari/Amapá/Brasil. *In: VII CONGRESSO NORTE E NORDESTE DE PESQUISA E INOVAÇÃO, 2012*. Palmas, 2012. Disponível em: [http://repositorio.ifap.edu.br/jspui/Guia\\_de\\_Formatacao\\_de\\_Trabalhos\\_Academicos.pdf](http://repositorio.ifap.edu.br/jspui/Guia_de_Formatacao_de_Trabalhos_Academicos.pdf). Acesso em: 18 jun. 2023.

SOBUCKI, Me. Lisiane. **Importância das leguminosas**. Elevagro, 2021. Disponível em: <https://elevagro.com/conteudos/materiais-tecnicos/importancia-das-leguminosas#:~:text=As%20leguminosas%20s%C3%A3o%20plantas%20de,chamados%20de%20vagens%20ou%20frutos>. Acesso em: 21 nov. 2023.

TAVARES, Sílvio R. D. L. *et al.* **Curso de recuperação de áreas degradadas: A visão da ciência do solo no contexto do diagnóstico, manejo, indicadores de monitoramento e estratégias de Recuperação**. Rio de Janeiro: Jacqueline Silva Rezende Mattos, 2008.

TERRABRASILIS. **Limite da Amazônia Legal**, 2016. Disponível em: <http://terrabrasilis.dpi.inpe.br/geonetwork/srv/eng/catalog.search#/metadata/d6289e13-c6f3-4103-ba83-13a8452d46cb>. Acesso em: 03 nov. 2023.

TRIVIÑOS, A.N.S. **Introdução a pesquisa em ciências sociais: A pesquisa qualitativa em educação**. São Paulo: Atlas, 1987.

ZANELLA, Liane Carly Hermes. **Metodologia de estudo e de pesquisa em administração**. Vol. 1, Florianópolis: Departamento de Ciências da Administração / UFSC; Brasília: CAPES: UAB, 2009. p.164.