



**HALLEM ANDERSON CASTRO E OLIVEIRA**

**TÉCNICAS AMBIENTAIS APLICADAS À MINERAÇÃO DE BAUXITA NO  
PLANALTO DE POÇOS DE CALDAS – RELATO DE ESTÁGIO**

**LAVRAS – MG**

**2021**

**HALLEM ANDERSON CASTRO E OLIVEIRA**

**TÉCNICAS AMBIENTAIS APLICADAS À MINERAÇÃO DE BAUXITA NO  
PLANALTO DE POÇOS DE CALDAS – RELATO DE ESTÁGIO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à  
Universidade Federal de Lavras, como parte  
das exigências do Curso de Engenharia  
Florestal, para obtenção do título de Bacharel.

Prof.º Dra. Soraya Alvarenga Botelho  
Orientadora

Ma. Láysa Maria Ferreira Andrade  
Coorientadora

**LAVRAS - MG  
2021**

**HALLEM ANDERSON CASTRO E OLIVEIRA**

**TÉCNICAS AMBIENTAIS APLICADAS À MINERAÇÃO DE BAUXITA NO  
PLANALTO DE POÇOS DE CALDAS – RELATO DE ESTÁGIO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à  
Universidade Federal de Lavras, como parte  
das exigências do Curso de Engenharia  
Florestal, para obtenção do título de Bacharel.

APROVADO em 28 de abril de 2021.

Dr. Dalmo Arantes de Barros UNIFAL

Dra. Soraya Alvarenga Botelho UFLA

Ma. Láysa Maria Ferreira Andrade UFLA

Prof.<sup>a</sup> Dra. Soraya Alvarenga Botelho

Orientadora

Ma. Láysa Maria Ferreira Andrade

Coorientadora

**LAVRAS - MG  
2021**

## AGRADECIMENTOS

A conclusão dessa fase tão especial vem com agradecimentos a pessoas que fizeram a diferença durante minha graduação, que me deram o suporte que eu precisava para enfrentar os obstáculos que surgiram no meu caminho e que levarei comigo por toda a vida.

Agradeço à minha mãe Maria, que tanto batalha e se sacrifica para que eu possa conquistar meu lugar no mundo, por todo amor, apoio, força e confiança; à minha tia Tataia, por ter me criado e ensinado o que é ser um ser humano; à minha vó Dorce, por todo carinho, paciência e amor incondicional; ao meu pai Antônio, por todo amor, carinho e apoio, sempre acreditando em mim; à minha tia Marley, por todo apoio.

Agradeço aos meus amigos de Perdões: Gabriela, Letícia, Bruna, Naiara, Ana Carolina, Daniel e Alef pela amizade de uma vida inteira; Ana Clara e Camila por todo companheirismo durante a época da faculdade e que com certeza se perpetuará por anos; Gabriel, Felipe, Jimmy, Pedro, Taylor e Ana que mesmo distantes estiverem presentes; Rafaela, Laura, Mari e Rebeca por serem a minha família poços-caldense. Obrigado por todo apoio e por demonstrarem o que é o significado de amizade.

Agradeço ao pessoal do laboratório de patologia florestal (DFP-UFLA) por todos os ensinamentos, em especial à professora Maria.

Agradeço aos professores da UFLA, em especial à professora Soraya por ter me orientado durante todo meu período de estágio e a confecção desse trabalho, juntamente com a Láysa.

Agradeço a todos os colaboradores que estiveram comigo durante a minha passagem pela empresa em que realizei o estágio. Sua paciência e vontade de ensinar com certeza vão fazer toda a diferença no meu futuro profissional.

Agradeço, ainda, por toda energia positiva enviada a mim e por ter aprendido o que é superação, perseverança, resiliência e paciência. Que eu tenha sempre a coragem de sonhar e a ousadia de agir.

**Obrigado!**

## RESUMO

Ações de conservação, restauração e compensações ambientais são necessárias em todos os processos que utilizam recursos naturais. Estudos de Impacto Ambiental/Relatório de Impacto Ambiental - EIA/RIMA, recuperação de áreas degradadas, estudos de fauna ou paisagísticos, medidas compensatórias, possuem relevância principalmente na tentativa de garantir que os recursos naturais utilizados pela geração atual não sejam escassos para as gerações futuras, tornando assim todo o processo sustentável. O presente trabalho apresenta uma revisão do conhecimento sobre o processo de extração de minério de bauxita e os processos ambientais correlacionados com a atividade, indicando que os processos de conservação e restauração ambientais são fundamentais para que o processo minerário seja realizado de forma a atender as demandas da sociedade causando o menor impacto negativo possível. Desde o início da atividade minerária e do processo ambiental com a solicitação da licença e os estudos que a norteiam, o presente trabalho procura abordar as etapas relacionadas ao meio ambiente, sejam elas pontuais ou recorrentes, das obrigações legais e o envolvimento para com a comunidade de uma empresa multinacional. Além da abordagem teórica e conceitual dos processos minerários vivenciados pelo autor, também foram descritas as principais atividades desenvolvidas em seu estágio realizado na área ambiental de uma empresa de mineração de bauxita.

**Palavras-chave:** Licenciamento Ambiental. Mineração. Recuperação de Áreas Degradadas.

## **ABSTRACT**

Conservation, restoration and environmental compensation actions are mandatory in all processes that use natural resources. Environmental Impact Studies / Environmental Impact Report - EIA / RIMA, recovery of degraded areas, fauna or landscape studies, compensatory measures, mainly provided in an attempt to ensure that the natural resources used by the current generation are not scarce for future generations, thus making the whole process sustainable. The present work presents a review of the knowledge about the bauxite ore extraction process and environmental processes correlated with the activity, indicating that the environmental conservation and restoration processes are fundamental for the mining process to be carried out in order to meet the demands of the society causing the least possible negative impact. Since the beginning of the mining activity and the environmental process with the request for the license and the studies that guide it, this work seeks to address the steps related to the environment, whether punctual or recurring, of legal obligations and involvement with the community of a multinational company. In addition to the theoretical and conceptual approach to mining processes experienced by the author, the main activities developed during its internship in the environmental area of a bauxite mining company were also described.

**Keywords:** Environmental Licensing. Mining. Recovery of Degraded Areas.

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Produção bruta em toneladas de bauxita e o teor médio de $Al_2O_3$ no ano de 2018 em alguns estados brasileiros.....	16
Tabela 2 – Produção comercializada de bauxita bruta e beneficiada no ano de 2018 em alguns estados brasileiros.....	16
Tabela 3 – Porte das usinas de mineração no Brasil por tipo de substância extraída.....	16
Tabela 4 – Relação das principais atividades que compõem a mineração de bauxita no Sul de Minas Gerais e respectivos aspectos e impactos ambientais.....	21

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Principais componentes das exportações da mineração no ano de 2019 .....	15
Figura 2 – Aplicações da Bauxita.....	17
Figura 3 – Ciclo de vida da jazida de Bauxita.....	18
Figura 4 – Atividades do PRAD.....	29
Figura 5 – Espaçamento do projeto de paisagismo do estacionamento.....	32
Figura 6 – Muda plantada dentro da cova com hidrogel.....	32
Figura 7 – Colaborador realizando o plantio de uma muda .....	32
Figura 8 – Print do Módulo 1. Critérios locacionais de enquadramento do Formulário de Caracterização do Empreendimento.....	34
Figura 9 – Print da tela de orientação para formalização de processo na qual a documentação necessária é gerada e informada no Formulário de Caracterização do Empreendimento.....	35
Figura 10 – Pilhas de eucaliptos estocadas dentro do próprio plantio após a realização da supressão vegetal.....	40
Figura 11 – Área de compensação em uma APP devidamente cercada.....	41
Figura 12 – Espécies em área de compensação dentro de uma APP em 21 de maio de 2019.....	41
Figura 13 – Vegetação em desenvolvimento em uma área de recuperação de uma mina já fechada com vegetação nativa em 17 de abril de 2019.....	42
Figura 14 – Portal de entrada e identificação da 2ª Floresta de Bolso.....	43
Figura 15 – Disposição das mudas plantadas na 2ª Floresta de Bolso.....	43

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>9</b>
<b>2 OBJETIVOS .....</b>	<b>10</b>
2.1 Objetivo geral .....	10
2.2 Objetivos específicos .....	10
<b>3 METODOLOGIA.....</b>	<b>10</b>
<b>4 REFERENCIAL TEÓRICO .....</b>	<b>11</b>
4.1 Licenciamento ambiental .....	11
4.2 A mineração e o meio ambiente .....	14
4.3 A mineração e a economia .....	15
4.4 A extração de bauxita e sua utilização como matéria prima.....	17
4.5 A mineração e os impactos .....	19
4.6 O fechamento dos empreendimentos minerários.....	24
4.7 Recuperação das áreas degradadas .....	27
<b>5 ATIVIDADES DESENVOLVIDAS DURANTE O PERÍODO DE ESTÁGIO CURRICULAR.....</b>	<b>31</b>
5.1 Descrição do local de estágio.....	31
5.2 Paisagismo do estacionamento da empresa .....	31
5.3 Licenciamento ambiental .....	33
5.4 Estudos ambientais .....	36
5.5 Negociação com superficiários .....	37
5.5.1 Negociação para licenciamento ambiental.....	38
5.5.2 Negociação para obtenção de áreas de compensação .....	39
5.6 Supressão de vegetação para abertura de frente de lavra.....	39
5.7 Recuperação de áreas degradadas .....	40
5.7.1 Produção de relatórios para órgãos ambientais.....	40
5.7.2 Projeto Floresta de Bolso .....	42
<b>6 CONCLUSÃO.....</b>	<b>44</b>
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>45</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A utilização dos recursos naturais deve ser precedida de estudos sobre os seus impactos ambientais, sociais e econômicos, o que possibilitará a análise da sua viabilidade, a qual deve ser analisada em função de seus danos potenciais e da possibilidade de reparação ou mitigação destes danos, possibilitando a análise da sustentabilidade da atividade.

A legislação ambiental do país deve orientar todos os processos e as empresas devem segui-las para que possam iniciar e manter a atividade, que potencialmente é degradadora e/ou poluidora. Demonstrar os aspectos de como todas as normas legais e procedimentos são seguidos por uma empresa multinacional de grande porte confirma a indispensabilidade de que tais aspectos devem ser mantidos e ajustados com o passar do tempo para que se tenha um desenvolvimento sustentável.

O conhecimento sobre o impacto que a atividade minerária de bauxita exerce nas questões ambientais é de suma importância para que se possa ter um melhor entendimento e, conseqüente divulgação das informações a respeito de um tema que impacta toda a sociedade em diferentes aspectos, como o ambiental, econômico e social.

Dentre as questões ambientais relacionadas a um processo de extração mineral, é possível destacar o licenciamento ambiental, apresentando todos os passos para que se obtenha todas as licenças necessárias para a operação, passando desde a obtenção de documentos que comprovem a titularidade da terra até a entrada do processo em si. Após as etapas iniciais, todos os procedimentos e exigências necessárias para a manutenção da licença obtida devem ser executados, mesmo após a expiração de sua validade, realizando o acompanhamento dos quesitos ambientais de acordo com a necessidade específica de cada quesito.

Outro fator de extrema relevância no processo de mineração trata da recuperação das áreas degradadas, a qual já é um requisito obrigatório para que se obtenha as licenças ambientais, pois os empreendimentos são responsáveis por deixar a área minerada que utilizaram nas condições ideais para que consigam seguir uma trajetória sucessional até que o novo ecossistema possa consiga evoluir sem intervenção e alcançar a sustentabilidade ecológica.

## **2 OBJETIVOS**

### **2.1 Objetivo geral**

Apresentar um referencial teórico sobre os processos minerários e ambientais relacionados à mineração de bauxita, bem como apresentar as principais atividades realizadas durante estágio curricular em uma empresa do setor.

### **2.2 Objetivos específicos**

- Caracterizar determinados processos minerários e ambientais envolvidos na atividade de extração de bauxita;
- Demonstrar a conexão entre os processos minerários e ambientais;
- Expor os aspectos legais, teóricos e práticos dos processos minerários e ambientais;
- Descrever as atividades realizadas pelo autor durante seu estágio curricular;
- Minuciar o aprendizado adquirido pelo autor durante seu estágio curricular.

## **3 METODOLOGIA**

Para o presente trabalho realizou-se uma pesquisa bibliográfica. Segundo Gil (2019), pesquisa bibliográfica é elaborada com base em material já publicado.

Todo tipo de estudo deve, primeiramente, ter o apoio e o respaldo da pesquisa bibliográfica, mesmo que se baseie em outro tipo de pesquisa, seja de campo, de laboratório, documental ou pura, pois, a pesquisa bibliográfica tanto pode conduzir um estudo em si mesmo quanto constituir-se em uma pesquisa preparatória para outro tipo de pesquisa (FACHIN, 2017).

A pesquisa bibliográfica tanto pode ser trabalho independente como constituir-se no passo inicial de outra pesquisa, já que todo trabalho científico pressupõe uma pesquisa bibliográfica preliminar (ANDRADE, 2017).

Para a busca de trabalhos como fontes de pesquisa foram empregados os descritores: mineração de bauxita e seus impactos; mineração de bauxita em Poços de Caldas – MG; licenciamento ambiental; recuperação de áreas degradadas pela mineração de bauxita; fechamento de empreendimentos minerários; resoluções Conselho Nacional do Meio Ambiente.

Foi realizada a análise das informações por meio de leitura exploratória do material encontrado.

## 4 REFERENCIAL TEÓRICO

Nesta seção se busca apresentar os principais aspectos legais, conceituais, teóricos e práticos utilizados como conhecimento básico para o desenvolvimento das atividades de estágio realizado pelo autor durante o período de janeiro de 2019 a dezembro de 2019 em uma empresa multinacional do setor de mineração do alumínio.

### 4.1 Licenciamento ambiental

O Licenciamento Ambiental (LA) é um dos instrumentos da Política Nacional do Meio Ambiente - PNMA- Lei n. 6.938 de 1981, instituído no artigo 9º, inciso IV, denominado “O licenciamento e a revisão de atividades efetiva ou potencialmente poluidoras”. Segundo a PNMA é competência do CONAMA (Conselho Nacional de Meio Ambiente) regular e estabelecer em conjunto com o IBAMA normas e critérios para o licenciamento de atividades efetiva ou potencialmente poluidoras (BRASIL, 1981).

O SISNAMA (Sistema Nacional do Meio Ambiente) foi criado pela referida lei com a finalidade de unir nos três níveis federais os órgãos e entidades responsáveis pela proteção e qualidade do meio ambiente (BRASIL, 1981).

A necessidade de regular os processos que afetam o meio ambiente está ligada à responsabilidade do Poder Público em garantir o direito descrito na Constituição Federal (CF) de 1988, que dispõe em seu artigo 225º:

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).

A CF atribui a responsabilidade do Poder Público garantir esse direito, entre os preceitos do § 1º, destaque ao inciso IV - “*exigir, na forma da lei, para instalação de obra ou atividade potencialmente causadora de significativa degradação do meio ambiente, estudo prévio de impacto ambiental, a que se dará publicidade.*” e o inciso V “*controlar a produção, a comercialização e o emprego de técnicas, métodos e substâncias que comportem risco para a vida, a qualidade de vida e o meio ambiente.*” (BRASIL., 1988).

Neste contexto, destacamos o parágrafo 2º, que corresponde especificamente ao objeto deste trabalho, atividades minerais: “*Aquele que explorar recursos minerais fica obrigado a*

*recuperar o meio ambiente degradado, de acordo com solução técnica exigida pelo órgão público competente, na forma da lei.” (BRASIL, 1988). Além disso destacamos:*

§ 3º 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.

Na Lei Complementar n. 140 de 2011 artigo 2, Inciso I (BRASIL, 2011), define licenciamento ambiental como:

§ 2º I - Licenciamento Ambiental: o procedimento administrativo destinado a licenciar atividades ou empreendimentos utilizadores de recursos ambientais, efetiva ou potencialmente poluidores ou capazes, sob qualquer forma, de causar degradação ambiental (BRASIL, 2011).

O licenciamento ambiental conforme estabelecido na Resolução do CONAMA 237/97, é composto por três fases segundo ao artigo 8º, sendo essas:

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

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

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

Parágrafo único - As licenças ambientais poderão ser expedidas isolada ou sucessivamente, de acordo com a natureza, características e fase do empreendimento ou atividade (CONAMA, 1997).

Contudo o Estado de Minas Gerais em 2016 com base na resolução do CONAMA, reorganizou e atualizou o Licenciamento Ambiental no estado por meio da Lei n. 21.972 de 2016. O órgão estadual de Minas Gerais responsável pelo LA conforme a supracitada Lei é o Copam (Conselho Estadual de Política Ambiental), (CONAMA, 2016).

De acordo com o estabelecido no artigo 17º da Lei n. 21.972 de 2016, CONAMA (2016), o LA possui três modalidades, apresentados em síntese:

- Licenciamento Ambiental Trifásico: todas as etapas serão analisadas em fases sucessivas, caso seja aprovada serão expedidas as licenças LP, LI, LO;
- Licenciamento Ambiental Concomitante: as licenças serão expedidas de forma simultânea, dependendo das características seja de localização, natureza, atividade. As

alternativas são - LP e LI, sendo a LO expedida depois; LI e LO, sendo a LP expedida antes; e as três juntas;

- Licenciamento Ambiental Simplificado (LAS): em fase única por meio de cadastro ou apresentação do Relatório Ambiental Simplificado, de acordo com os critérios e pré-condições estabelecidos pelo Copam.

O Governo do Estado de Minas Gerais para aplicação da supracitada Lei, elaborou a Deliberação Normativa nº 217 de 2017, objetivando determinar os critérios para classificação do processo de LA. De acordo com: o porte, potencial poluidor/degradador, considerando a tipologia, do qual o enquadramento está definido por meio das classes 1 a 6 (COPAM, 2017).

Costa e Siqueira (2019) destacam que essas alterações não são um retrocesso, pois apenas tornaram o licenciamento mais ágil burocraticamente, e, viável do ponto de vista principalmente da capacidade técnica e custo do processo, para alguns tipos de empreendimentos que não necessitam das licenças trifásicas separadamente. Além que esse tipo de processo já vem sendo utilizado por outros estados brasileiros, não deixando de aplicar todos os princípios que são estabelecidos no Direito Ambiental.

Outra regulamentação muito importante para a atividade mineradora no Brasil é o Código de Mineração Decreto-Lei nº. 227 de 1967, estando em vigor deste então, e com suas alterações. Entre as mais impactantes temos a Lei nº 6.567 de 1978, a qual dispõe sobre regime especial para exploração e o aproveitamento das substâncias minerais que especifica e dá outras providências, juntamente com a medida provisória 790/2017 que altera essa mesma lei, restringindo o conceito de áreas livres, modificando a regra de disponibilidade das áreas, modificações substanciais da estrutura de sanções e alterações conceituais e procedimentais em determinadas fases do processo (DAVID, 2017). Apesar de uma atualização de suma importância, essa medida provisória perdeu sua eficácia no dia 28 de novembro de 2017, deixando assim de se tornar uma lei.

A Lei nº. 9.985 de 2000 (BRASIL, 2000) e o Decreto 4.340 de 2002 (BRASIL, 2002) que regulamentou a referida lei, e a Resolução CONAMA 371 de 2006 (CONAMA,2006), determinam o pagamento da compensação ambiental pelos empreendimentos que forem considerados com relevante impacto ambiental, sendo a quantificação e o nível desse impacto ambiental fundamentando com base nos Estudos de Impacto Ambiental (EIA) e no Relatório de Impacto Ambiental (RIMA). De acordo com Fundação Alexandre Brandt (2012) esta compensação é calculada de acordo com o grau de impacto ambiental estimado, e os recursos

serão destinados a apoiar a implantação e manutenção de Unidade de Conservação do Grupo Proteção Integral.

Para o desenvolvimento de determinadas atividades no processo da mineração do empreendimento pode ser necessário a obtenção de licenças ou autorizações específicas, que serão obtidas com os órgãos competentes, tendo como exemplo a supressão de vegetação e outorga de recursos hídricos (FUNDAÇÃO ALEXANDRE BRANDT, 2012).

## **4.2 A mineração e o meio ambiente**

A mineração remonta a antiguidade, sendo inicialmente para sobrevivência, depois passando a ser fonte de produção de bens de consumo, em que conseqüentemente contribuiu para o desenvolvimento da humanidade (BARROS, 2014).

Os elementos metálicos na época do Brasil Colonial foram os responsáveis pela expansão da ocupação territorial do interior do país, iniciando pelo ouro, depois sendo outras substâncias. Destaque ao manganês e o ferro que tiveram impacto significativo para a economia brasileira, sendo essenciais para fomentar o processo industrial no país (ANM, 2020).

No Brasil, a discussão em torno da problemática ambiental relacionada à mineração surgiu na década de 1980. Conseqüentemente originou na criação de restrições legais que começaram a serem impostas para a indústria extrativa mineral. Contudo as áreas que sofreram exploração antes das regulamentações ainda sofrem com os passivos ambientais, pois são séculos de exploração, que no Brasil tem origem no século XVII. É o caso das regiões Sudeste e Sul do Brasil, em que a grande maioria das minerações iniciadas antes das regulamentações vem há décadas tentando se adequar, enquanto em locais mais recentes a maioria está dentro das regulamentações, como no caso da região Norte (VIANA, 2007).

Leite e Neves (2008) em seu estudo enfatizam que os impactos decorrentes da atividade minerária podem ser intensificados no caso que existem má operação ou execução. Deram como exemplos as seguintes situações: o processo de retirada dos substratos pedológicos; assoreamento de corpos hídricos; a diminuição da percolação da água no solo; emissão de partículas que possam causar poluição no ar; supressão da vegetação; entre outros impactos os quais podem ser mitigados dependendo das soluções adotadas.

Na avaliação dos impactos ambientais, pode-se utilizar a metodologia do Checklist, técnica que consiste na identificação e enumeração dos impactos ambientais (CREMONEZ et al., 2014).

A desfiguração da paisagem é outro aspecto negativo gerado pela atividade minerária,

cujo impacto é tanto mais acentuado quanto maior o volume e a extensão da área de escavação (VIEIRA; RESENDE, 2015).

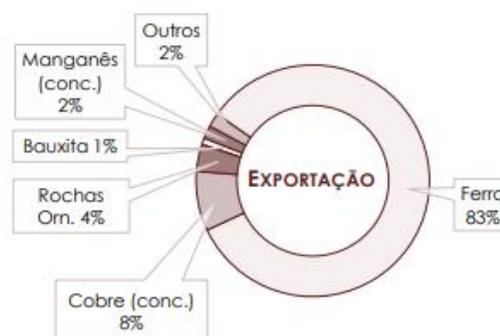
### 4.3 A mineração e a economia

A indústria da mineração é importante para a economia brasileira, pois representa 1,4% de todo o PIB do país, empregando diretamente 195 mil pessoas, além de ser essencial para outros setores da economia porque fornece matéria-prima para diversas indústrias. Em 2018, o Brasil exportou um volume de 409 milhões de toneladas de minerais, correspondendo a aproximadamente US\$ 29,9 bilhões, cerca de 12,5% das exportações totais do país, com crescimento de 5,5% comparado ao ano anterior. Os mais relevantes produtos que contribuíram para exportação mineral foram: minério de ferro, ouro, ferronióbio, cobre, bauxita, manganês, pedras naturais e de revestimentos, dentre outros (MME, 2019).

No Boletim do Setor Mineral de Outubro de 2019, a bauxita brasileira tem 9,3% da Participação Mundial, possuindo 2.600.000 toneladas de reservas (MME, 2019). O Brasil é o terceiro maior produtor do mundo, estando em primeiro lugar a Austrália e depois a China (ABAL, 2017).

Na Figura 1, as exportações dos principais minérios no ano de 2019, estando a bauxita dentro desse grupo, representando 1% da exportação brasileira de minério.

Figura 1 - Principais componentes das exportações da mineração no ano de 2019.



Fonte: MME (2019).

No anuário anual da Agência Nacional de Mineração (ANM) apresentando os resultados referentes ao ano de 2018, , como pode ser observado na Tabela 1, o estado do Pará foi o primeiro estado em Produção Bruta da bauxita, seguido por Minas Gerais (ANM, 2020). É notável ressaltar que no estado de Minas Gerais o município maior produtor é Poços de Caldas.

Tabela 1 - Produção bruta em toneladas de bauxita e o teor médio de Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> no ano de 2018 em alguns estados brasileiros.

Classe / Substância	Quantidade (ROM)		Contido		Teor Médio		
<b>Alumínio (bauxita)</b>	<b>41.970.522</b>	<b>t</b>	<b>19.437.836</b>	<b>t</b>	<b>46,31</b>	<b>%</b>	<b>Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub></b>
Pará	37.342.968	t	17.600.196	t	47,13	%	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
Minas Gerais	2.560.216	t	842.982	t	32,93	%	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
Goiás	1.236.660	t	655.888	t	53,04	%	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
São Paulo	806.135	t	327.725	t	40,65	%	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
Santa Catarina	24.544	t	11.045	t	45	%	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>

Fonte: ANM (2020).

A tabela 2 apresenta a bauxita comercializada no Brasil, onde se vê que no estado de Minas Gerais foi tanto na forma bruta, como na forma beneficiada.

Tabela 2 - Produção comercializada de bauxita bruta e beneficiada no ano de 2018 em alguns estados brasileiros.

Substância	Bruta		Beneficiada		Valor Total (R\$)		
	Quantidade	Valor (R\$)	Quantidade	Valor (R\$)			
<b>BRASIL</b>	<b>9.023.582</b>	<b>414.627.760</b>	<b>515.461.576</b>	<b>102.581.292.087</b>	<b>102.995.919.847</b>		
<b>Alumínio (bauxita)</b>	<b>1.434.997</b>	<b>t</b>	<b>62.264.685</b>	<b>29.923.765</b>	<b>t</b>	<b>3.569.452.102</b>	<b>3.631.716.787</b>
Pará	-	-	27.592.711	t	3.407.150.744	3.407.150.744	
Minas Gerais	991.207	t	46.998.690	1.373.725	t	88.315.838	135.314.528
Goiás	32.828	t	853.553	957.329	t	73.985.520	74.839.073
São Paulo	386.418	t	13.955.613	-	-	-	13.955.613
Santa Catarina	24.544	t	456.829	-	-	-	456.829

Fonte: ANM (2020).

Em relação ao porte das 7 usinas de bauxita do Brasil verifica-se que são bem distribuídas, diferenciando-se por exemplo das usinas de minério de ferro que apresentam a maioria com porte grande, como pode ser observado na Tabela 3.

Tabela 3 - Porte das usinas de mineração no Brasil por tipo de substância extraída.

Substância	Grandes	Médias	Pequenas	Total
<b>BRASIL</b>	<b>42</b>	<b>29</b>	<b>24</b>	<b>95</b>
Alumínio (bauxita)	2	2	3	7
Cobre	-	1	1	2
Cromo	-	1	4	5
Estanho	-	-	1	1
Ferro	37	17	4	58
Manganês	2	4	6	12
Nióbio	-	-	1	1
Níquel	-	1	2	3
Ouro	-	1	2	3
Vanádio	-	1	-	1
Zinco	1	1	-	2

**NOTAS:**

**Grande:** quantidade anual máxima de produto beneficiado produzido maior que 1.000.000 t; **Média:** maior que 100.000 t até 1.000.000 t; **Pequena:** maior que 10.000 t até 100.000 t; **Micro:** usinas com produção de produto beneficiado abaixo de 10.000 t/ano. Não foram consideradas as usinas sem produção no período.

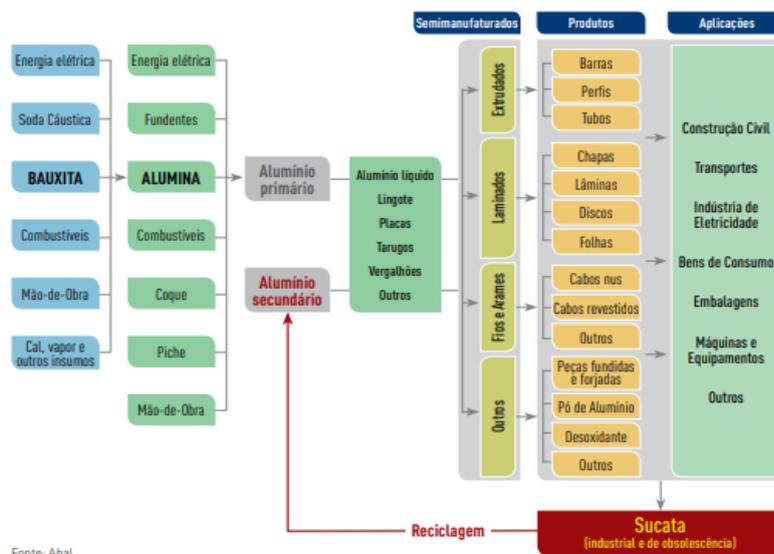
Fonte: ANM (2020).

#### 4.4 A extração de bauxita e sua utilização como matéria prima

A bauxita foi identificada na França em 1821. Os primeiros depósitos conhecidos desse minério estavam localizados no Sul da França e na Europa Central. A França dominava quase completamente a produção de bauxita, no final do século XIX era muito utilizada na indústria têxtil. Ao descobrirem como produzir alumina a partir da bauxita, passou assim a ser aplicado na indústria metalúrgica (CARVALHO,1989).

Na Figura 2, são apresentadas as principais aplicações da Bauxita, sendo ela a primeira conexão da cadeia produtiva da indústria de alumínio, a base para a verticalização de outros processos produtivos de materiais como alumina, posteriormente o alumínio primário, e, depois outros produtos semimanufaturados e acabados.

Figura 2 - Aplicações da Bauxita.



Fonte: ABAL (2017).

Segundo Fonseca (2018), as principais aplicações dos produtos de bauxita metalúrgica são: construção civil, transporte, indústria de eletricidade, bens de consumo, embalagens, máquinas e equipamentos. Para produzir alumínio a partir da bauxita são necessários de 5 a 7 toneladas para obter 2 toneladas de alumina, além de que a bauxita precisa ter no mínimo 30% de óxido de alumínio aproveitável para ser economicamente viável. Contudo o processo não exige tratamentos muito elaborados como é necessário com outros minerais metálicos (ABAL, 2017).

O ciclo de vida de uma jazida de bauxita pode ser observado na Figura 3, iniciando na prospecção do local e finalizando no descomissionamento.

Figura 3 - Ciclo de vida da jazida de Bauxita.



Fonte: ABAL (2017).

O processo de lavra da bauxita no Brasil normalmente é realizado a céu aberto, por meio do método strip mining. Na primeira etapa é realizada a pesquisa mineral, que culmina com a demarcação dos corpos mineralizados e o planejamento da lavra. A próxima etapa é o decapeamento, que constitui no uso de tratores de esteira para realizar a remoção da camada orgânica do local, solo este que será utilizado depois para a revegetação. Depois é feita a instalação de um sistema provisório de drenagem de águas pluviais, sendo dimensionado de acordo com as características do local (VIANA, 2007).

Na primeira camada abaixo do solo encontra-se os estéreis – minérios com pouco ou nenhum mineral útil ou de aplicação econômica. O tamanho dessa camada pode variar conforme o processo geológico e no caso do planalto de Poços de Caldas (MG) possui apenas 20 cm, enquanto alguns locais no Pará possuem 8 metros. A camada de bauxita abaixo dos estéreis é removida com a utilização de equipamentos pesados, depois carregados – processo que varia de acordo com a forma usada pelo empreendimento, podendo ser por meio de vagões, caminhões ou correias alimentadoras – para o local de moagem e lavagem (ABAL, 2017).

Por meio do beneficiamento pode-se obter uma melhor qualidade da bauxita, além também de poder reduzir o volume total de material que irá ser transportado até as refinarias de alumina, reduzindo assim os custos de transporte (ABAL, 2017).

Existem quatro tipos de beneficiamento com base na NBR 12.649 de 1992:

Sem beneficiamento – minério extraído e comercializado in natura, a exemplo de rochas ornamentais;  
 Beneficiamento à seco – operações à seco como britagem, peneiramento e preparação de rochas ornamentais. Este método é potencial gerador de emissões atmosféricas;  
 Beneficiamento a úmido – ocorre com o minério úmido ou em meio líquido. Incluem peneiramento e moagem e são geradores de efluentes líquidos;  
 Beneficiamento com insumos químicos – utilização de produtos químicos como na amalgamação frequentemente utilizada nos garimpos de ouro. É a forma de beneficiamento com maior geração de impactos ambientais (BONFIM, 2017).

De acordo com Bonfim (2017), o processo de beneficiamento possui três etapas:

- preparação, consiste em triturar o minério por meio esmagamento e moagem;
- concentração – local que se separa o minério por meio da ganga;
- desidratação do concentrado.

Na primeira etapa do beneficiamento da bauxita, a argila estando “in natura” sem nenhum aditivo químico, é o único resíduo resultante da lavagem do minério. Este resíduo então é depositado em barragens, onde será compactado e a água residual será reaproveitada no processo (ABAL, 2017).

#### 4.5 A mineração e os impactos

O CONAMA (Conselho Nacional do Meio Ambiente) tem como conceito de impacto ambiental imposto em seu Artigo 1º da Resolução CONAMA-001:

Artigo 1º - Para efeito desta Resolução, considera-se impacto ambiental qualquer alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente, causada por qualquer forma de matéria ou energia resultante das atividades humanas que, direta ou indiretamente, afetam:

- I - A saúde, a segurança e o bem-estar da população;
- II - As atividades sociais e econômicas;
- III - A biota;
- IV - As condições estéticas e sanitárias do meio ambiente;
- V - A qualidade dos recursos ambientais (CONAMA, 1986)

De acordo com Mechi e Sanches (2010) os processos geológicos que dão origem aos depósitos minerais condicionam a sua localização na crosta terrestre. A abundância ou escassez dos elementos que compõem essa crosta determina a frequência de ocorrência dos diversos tipos de depósitos minerais. A essas peculiaridades associa-se o termo rigidez locacional, que expressa a restrição na seleção de áreas que possam gerar menores impactos ambientais na implantação de empreendimentos minerários. Muitas vezes, os locais de ocorrência são ambientalmente sensíveis e importantes para a preservação da biodiversidade, dos recursos

hídricos, da paisagem ou de demais recursos naturais com função ambiental de grande importância.

A mineração altera de forma substancial o meio físico, provocando desmatamentos, erosão, contaminação dos corpos hídricos, aumento da dispersão de metais pesados, alterações da paisagem, do solo, além de comprometer a fauna e a flora. Afeta, também, o modo de viver e a qualidade de vida das populações estabelecidas na área minerada e em seu entorno (FERNANDES, et al, 2014).

Os impactos da atividade mineradora sempre foram alvos de comentários e estudos, entretanto a maioria voltado no estado-resposta da sociedade, pouco sabe-se a resposta do ecossistema a esses efeitos. A fauna e a flora são os grupos que sofrem mais diretamente esses processos, porém acabam muitas vezes não sendo citados em estudos (DA SILVA e ANDRADE, 2017).

Um dos primeiros impactos da mineração está relacionado com a desestruturação social, quando parte da população perde suas terras ou propriedades para dar lugar ao empreendimento. Posteriormente, ocorrem problemas ambientais como: a supressão vegetal, ruídos, poluição do ar e das águas (MORAIS, MARTINS e SANTOS, 2020).

A poluição da água é diretamente relacionada com as altas taxas de metais pesados como arsênio, mercúrio e chumbo, que possuem características atômicas peculiares, dando-lhes elevada resistência à degradação química, física e biológica no sistema aquático (LIMA, 2013).

É importante salientar que nem todos os impactos são negativos. Com a atividade mineradora, há o crescimento de serviços, empregos e o comércio passa a se desenvolver, refletindo diretamente em um novo cenário econômico (BATISTA e FRANCISCO, 2018).

O governo local precisa estar preparado para mediar os interesses entre o bem-estar social, conservação da natureza e desenvolvimento através da atividade mineradora, entretanto, quase sempre faltam estratégias sustentáveis de gestão para essa situação (IBRAM, 2018).

Guimarães et al. (2012) analisaram os principais aspectos e impactos oriundos das atividades mineradas da bauxita, sendo o foco a região Sul de Minas Gerais. Os autores elaboram um quadro amplo que elenca os mais diversos âmbitos que podem ser impactos, como pode ser observado na Tabela 4.

Tabela 4 - Relação das principais atividades que compõem a mineração de bauxita no Sul de Minas Gerais e respectivos aspectos e impactos ambientais (continua).

Atividades	Aspectos Ambientais	Impactos Ambientais
1 Abertura de acessos	Supressão da vegetação*	Poluição visual
		Redução da biodiversidade
	Movimentação de terra	Poluição visual
		Eliminação da camada fértil do solo
		Eliminação da biodiversidade
		Alteração da topografia
		Compactação do terreno
		Alteração da infiltração de água
		Aumento do escoamento superficial
		Processos erosivos
Alteração da recarga do lençol freático		
Assoreamento de mananciais		
2 Decapeamento da frente de lavra	Supressão da vegetação*	Poluição visual
		Redução da biodiversidade
	Remoção do topsoil (horizonte A + serapilheira + restos vegetais)	Poluição visual
		Remoção da camada fértil do solo
		Eliminação da biodiversidade
		Rebaixamento do terreno
		Redução da infiltração de água no solo
		Aumento do escoamento superficial
		Processos erosivos
		Redução da recarga do lençol freático
Assoreamento de mananciais		
Vazamento de água pluvial com sólidos	Assoreamento de mananciais	
	Contaminação de áreas adjacentes por sólidos	
	Alteração da qualidade da água	

Tabela 4 - Relação das principais atividades que compõem a mineração de bauxita no Sul de Minas Gerais, e respectivos aspectos e impactos ambientais (continua).

3	Abertura de bancadas (posicionamento de escavadeira e caminhões durante o carregamento de minério)	Movimentação de terra	Processos erosivos Alteração da topografia Alteração da infiltração de água no solo Alteração do escoamento superficial Alteração da recarga do lençol freático Alteração da estabilidade do terreno Assoreamento de mananciais
		Vazamento de água pluvial com sólidos	Assoreamento de mananciais Contaminação de áreas adjacentes por sólidos Alteração da qualidade da água
4	Lavra (operações envolvidas)	Remoção de terra (minério de bauxita)	Rebaixamento topográfico Alteração da estabilidade do terreno Alteração da recarga do lençol freático Consumo de recursos naturais finitos
		Vazamento de água pluvial com sólidos	Assoreamento de mananciais Contaminação de áreas adjacentes por sólidos Alteração da qualidade da água
5	Transporte de minério	Aspersão de água para abatimento de poeira	Redução da suspensão de partículas e poeiras Redução do desconforto para motoristas e moradores Consumo de recursos naturais
6	Recondicionamento da topografia (remoldagem do relevo o mais similar possível ao natural)	Movimentação de terra - estéril (Remoldagem topográfica)	Conformação de relevo similar ao entorno Compactação do terreno Alteração da infiltração de água no solo Aumento do escoamento superficial Processos erosivos Alteração da recarga do lençol freático Assoreamento de mananciais
		Movimentação de terra - topsoil (Espalhamento de topsoil)	Aporte de banco de sementes Aporte de fauna edáfica Aporte de matéria orgânica Melhoria da condição química do substrato
		Descompactação do terreno (Escarificação, subsolagem ou ripagem)	Redução da compactação do terreno Aumento da infiltração de águas pluviais Aumento da recarga de lençol freático Redução do escoamento superficial Redução da restrição física ao desenvolvimento radicular de plantas Redução do assoreamento de mananciais
		Sistema de drenagem definitivo (canaletas e bacias)	Disciplinamento do escoamento superficial Aumento da infiltração de água Redução do escoamento superficial Aumento da recarga de lençol freático Redução do assoreamento de mananciais Redução da contaminação de áreas adjacentes por sólidos

Tabela 4 - Relação das principais atividades que compõem a mineração de bauxita no Sul de Minas Gerais, e respectivos aspectos e impactos ambientais (conclusão).

7	Revegetação (Floresta nativa ou campo de altitude)	Introdução de biodiversidade natural	Aumento da diversidade florística e genética Fonte de alimento para fauna Fonte de abrigo para fauna Redução da poluição visual
		Aplicação de insumos** (fertilizantes, compostos orgânicos, e corretivos de solo)	Aumento da fertilidade do terreno Aumento da matéria orgânica Crescimento da vegetação Contaminação de cursos d'água
7	Revegetação (Floresta de produção, pastagem ou agricultura)	Restabelecimento de uso econômico	Redução da poluição visual Geração de renda Contaminação biológica de remanescentes naturais do entorno
		Aplicação de insumos (fertilizantes, compostos orgânicos, e corretivos de solo)	Aumento da fertilidade do terreno Aumento da matéria orgânica Crescimento da vegetação Contaminação de cursos d'água
Aspectos e impactos comuns às atividades 1 a 6		Emissão de ruídos	Desconforto sonoro Afugentamento da fauna
		Emissão de particulados e geração de poeira	Suspensão de particulados na atmosfera Deposição de particulados sobre vegetação adjacente
		Risco de vazamento de óleo	Contaminação do solo Contaminação de mananciais

\*uso do solo anterior constituído por vegetação florestal;

\*\*para restauração ecológica de campos de altitude, o uso de fertilizantes deve ser mínimo, uma vez que as espécies deste tipo de ambiente são adaptadas a condições edáficas de menor disponibilidade de nutrientes e baixo pH.

Fonte: Guimarães, et al. (2012).

Viana (2007) evidencia que o método de lavra usado é um dos principais determinantes aos níveis e tipos de impactos decorrentes da atividade. No caso dos métodos a céu aberto são os que geralmente possuem impactos mais relevantes, sendo mais empregados por ocorrer maior proveito do mineral. Contudo podem ser reduzidos os impactos ambientais, quando se utiliza o processo em "tiras" ou "faixas", ao abrir uma nova lavra a anterior usada pode ser recuperada, sem afetar o processo da lavra. Já as lavras subterrâneas (em subsuperfície) causa menos impacto visual, os efluentes líquidos são pontuais – resultando assim num controle mais acessível e melhor. Um dos problemas mais preocupantes diz respeito aos funcionários, em decorrência das elevadas temperaturas e dos materiais particulados em suspensão, algumas substâncias minerais podem provocar doenças crônicas, se não usados os EPIs (Equipamentos de Proteção Individuais). Outro problema preocupante é em relação ao potencial desmoração, caso não seja adotado as ações corretas para que seja reduzido suas chances ou controlado caso ocorra.

Todos os impactos anteriormente referidos podem ter efeitos danosos no equilíbrio dos ecossistemas, tais como a redução ou eliminação de hábitat, afugentamento da fauna, morte de espécimes da fauna e da flora terrestres e aquáticas, interrupção de corredores de fluxos gênicos e de movimentação da biota, entre outros. (MECHI & SANCHES, 2010).

O desenvolvimento sustentável atualmente é uma das bases de discussões sobre as futuras gerações, tendo como principal foco atender as necessidades da geração atual sem afetar as futuras, considerando um manejo eficiente dos ecossistemas tanto sob os aspectos do meio físico como biótico (MOREIRA, 2003).

Atualmente, ter um rótulo de atividade poluidora não é um dos mais atrativos para o mercado mundial, e a mineração ainda carrega essa definição até hoje, os problemas causados como um todo têm transformado a forma como as empresas desse porte operam e como são vistas pela sociedade (WINK, 2015).

Os autores Guimarães, et al. (2012) concluíram em seu estudo que a mineração de bauxita tem:

[...] apresenta características, tais como tamanho, nível de rebaixamento topográfico, ciclo de vida, e substrato pós-lavra, muito favoráveis à implantação de processo de restauração ecológica, ou reabilitação, após o encerramento da operação, devendo a definição do uso final ser pautada essencialmente pelo uso prévio existente na área [...] Alguns outros impactos que demandam maior atenção por parte das empresas e dos órgãos ambientais são os referentes ao abatimento de poeira, dimensionamento dos sistemas de drenagem e eliminação de paredes verticais em áreas fechadas. Todos estes aspetos e impactos são simples de serem resolvidos, demandando apenas um maior nível tecnológico, garantindo a efetiva mitigação de impactos ambientais (GUIMARÃES; et al., 2012).

#### **4.6 O fechamento dos empreendimentos minerários**

A portaria 237 do DNPM de 2001 publica ao longo do seu conteúdo as Normas Regulamentadoras de Mineração – NRM. Essas diretrizes surgiram a partir da necessidade de se otimizar a elaboração e análise de empreendimentos minerários, aperfeiçoando os serviços técnicos, garantindo que novas tecnologias fossem implementadas em todo o seu processo, segurança e saúde para os trabalhadores e principalmente para garantir que o aproveitamento dos recursos minerais seja realizado de maneira sustentável com a redução dos impactos ambientais decorrentes das atividades (DNPM, 2001).

Leite e Neves (2008) em seu estudo refletem sobre o fechamento de minas, avaliando as legislações e visitando dois empreendimentos minerários em Minas Gerais, concluíram que a recuperação ambiental do local tem que ser vista como um processo, em que deve ser feito

tudo um planejamento da desativação, desde a sua concepção, deixando estabelecido quais as ações (curto e médio prazo) deverão ser realizadas antes do encaminhamento da desativação, assim evitando a probabilidade de problemas. Portanto, não deve pensar apenas quando decide desativar.

Flores (2006) aponta que devido à ausência de diretrizes gerais na órbita federal sobre a matéria fechamento de mina, os órgãos ambientais estaduais vêm inserindo este tema em sua legislação de proteção ambiental e propondo outros mecanismos que garantam o completo, correto e seguro fechamento de minas em exaustão ou abandonadas.

Quando se realiza a inscrição para a outorga de autorização de uso da lavra é preciso que apresente um Plano de Fechamento de Mina, conforme a NRM-01, das Normas Reguladoras da Mineração, sendo obrigatória a sua atualização regularmente (DNPM, 2001).

O DNPM em suas normas regulamentadoras tem a NRM-20 que dispõe sobre os procedimentos para suspensão e fechamento de mina, devendo ser seguido suas instruções. Além de reger sobre a suspensão das operações minerais, ela também rege sobre o fechamento de mina, especificamente no item 20.4, com os pontos a seguir:

- Para o fechamento de mina, após comunicação prévia, é obrigatório o pleito ao Ministro de Estado de Minas e Energia, em requerimento justificativo devidamente acompanhado de instrumentos comprobatórios nos quais constem:
- a) relatório dos trabalhos efetuados;
- b) caracterização das reservas remanescentes;
- c) plano de desmobilização das instalações e equipamentos que compõem a infraestrutura do empreendimento mineiro indicando o destino a ser dado aos mesmos;
- d) atualização de todos os levantamentos topográficos da mina;
- e) planta da mina na qual conste as áreas lavradas recuperadas, áreas impactadas recuperadas e por recuperar, áreas de disposição do solo orgânico, estéril, minérios e rejeitos, sistemas de disposição, vias de acesso e outras obras civis;
- f) programa de acompanhamento e monitoramento relativo a:
  - I - Sistemas de disposição e de contenção;
  - II - Taludes em geral;
  - III - Comportamento do lençol freático; e
  - IV - Drenagem das águas;
- g) plano de controle da poluição do solo, atmosfera e recursos hídricos, com caracterização de parâmetros controladores;
- h) plano de controle de lançamento de efluentes com caracterização de parâmetros controladores;
- i) medidas para impedir o acesso à mina de pessoas estranhas e interditar com barreiras os acessos às áreas perigosas;
- j) definição dos impactos ambientais nas áreas de influência do empreendimento levando em consideração os meios físico, biótico e antrópico;
- l) aptidão e intenção de uso futuro da área;
- m) conformação topográfica e paisagística levando em consideração aspectos sobre a estabilidade, controle de erosões e drenagens;
- n) relatório das condições de saúde ocupacional dos trabalhadores durante a vida útil do empreendimento mineiro; e
- o) cronograma físico e financeiro das atividades propostas. (DNPM, 2001)

O fechamento de uma mina pode ocorrer de duas formas; programada ou prematura (SILVEIRA, 2020).

O fechamento programado é aquele que ocorre de forma preparada e planejada, com um Plano de Fechamento bem definido, onde suas atividades e etapas são identificadas, bem como suas durações e sequências. O fechamento programado é previsível e se dá normalmente com a exaustão da mina. Contrariamente a esse, o fechamento prematuro ou repentino acontece devido a razões distintas da exaustão da mina, de forma inesperada e indesejada, muitas vezes sem qualquer tipo de planejamento (PIMENTA, 2012).

O fechamento prematuro é muito frequente na mineração. Os motivos que conduzem a esta situação são diversos e nem todos estão sob controle ou influência da empresa e este deve ser entendido como aquele que ocorre antes da data prevista no Plano de Fechamento (IBRAM, 2013).

A Deliberação Normativa Copam nº 220 de 21 de março de 2018, considera em seu artigo 1º:

- Fechamento de mina: processo que abrange toda a vida da mina, desde a fase dos estudos de viabilidade econômica até o encerramento da atividade minerária, incluindo o descomissionamento, a recuperação e o uso futuro da área impactada.
- Recuperação ambiental da área minerada devem mitigar os passivos ambientais, sociais e econômicos, devolvendo a sustentabilidade ambiental da área após o encerramento das atividades.
- Plano Ambiental de Fechamento de Mina – PAFEM: instrumento de gestão ambiental formado pelo conjunto de informações técnicas, projetos e ações visando ao monitoramento e à recuperação da área impactada pela atividade minerária, considerando os aspectos socioeconômicos da atividade e de seu encerramento;
- Plano de recuperação de áreas degradadas - PRAD: instrumento de gestão ambiental que reúne diagnósticos, estudos, projetos e ações que permitam a 26 avaliação do impacto e a consequente definição de medidas adequadas à recuperação da área. (COPAM, 2018).

De acordo com os artigos 4º e 5º a Deliberação Normativa Copam nº 220, de 2018, para fins de fechamento de mina, ficam obrigados a protocolar o Plano de Recuperação de Áreas Degradadas:

- empreendimentos em operação ou paralisados que estiverem enquadrados nas classes 1 a 4 de acordo com a Deliberação Normativa Copam nº 217, de 2017, no prazo de 06 (seis) meses antes do encerramento da atividade;
- empreendimentos em operação ou paralisados que estiverem enquadrados nas classes 1 a 4 com licença emitida na vigência da Deliberação Normativa Copam nº 74, de 2004, no prazo de 06 (seis) meses antes do encerramento da atividade;
- empreendimento enquadrados nas classes 1 a 4 de acordo com a Deliberação Normativa Copam nº 217, de 2017, que tenham seus registros e autorizações na Agência Nacional de Mineração – ANM – anulados, revogados ou declarados caducos, no prazo de 03 (três) meses, contados a partir da data da publicação no Diário Oficial da União – DOU – das anulações, revogações ou declarações de caducidade dos registros e autorizações;

- empreendimento enquadrados nas classes 1 a 4 com licença emitida na vigência da Deliberação Normativa Copam nº 74, de 2004, que tenham seus registros e autorizações na ANM anulados, revogados ou declarados caducos, no prazo de 03 (três) meses, contados a partir da data da publicação no DOU das anulações, revogações ou declarações de caducidade dos registros e autorizações;
- empreendimentos que configurarem mina abandonada, no prazo de 03 (três) meses, contados a partir da data de convocação pelo órgão ambiental estadual;
- empreendimento desenvolvidos em fase de pesquisa mineral, sem guia de utilização, que geraram impacto ambiental, e tiveram relatório de pesquisa reprovado pela ANM, no prazo de 03 (três) meses contados da data de publicação da reprovação do relatório no DOU. (COPAM, 2018)

A mesma normativa em seu 8º artigo dispõe sobre os empreendimentos obrigados a protocolarem o Plano de Fechamento de Mina:

- empreendimentos em operação ou paralisados enquadrados nas classes 5 e 6 de acordo com a Deliberação Normativa Copam nº 217, de 2017, com antecedência mínima de dois anos da data prevista para o encerramento das atividades;
- empreendimentos em operação ou paralisados que estiverem enquadrados nas classes 5 e 6 com licença emitida na vigência da Deliberação Normativa Copam nº 74, de 2004, com antecedência mínima de dois anos da data prevista para o encerramento das atividades;
- empreendimento enquadrado nas classes 5 e 6 de acordo com a Deliberação Normativa Copam nº 217, de 2017, que tenham seus registros e autorizações na ANM anulados, revogados ou declarados caducos, no prazo de 06 (seis) meses, contados a partir da data da publicação no DOU das anulações, revogações ou declarações de caducidade dos registros e autorizações;
- empreendimento enquadrado nas classes 5 e 6 com licença emitida na vigência da Deliberação Normativa Copam nº 74, de 2004, que tenham seus registros e autorizações na ANM anulados, revogados ou declarados caducos, no prazo de 06 (seis) meses, contados a partir da data da publicação no DOU das anulações, revogações ou declarações de caducidade dos registros e autorizações. (COPAM, 2018).

#### **4.7 Recuperação das áreas degradadas**

Restauração é a reprodução das condições exatas do local, tais como eram antes de serem alteradas pela intervenção. (SANTOS, 2017).

Reabilitação é o local alterado destinado a uma dada forma de uso de solo, de acordo com projeto prévio e em condições compatíveis com a ocupação circunvizinha, ou seja, trata-se de reaproveitar a área para outra finalidade. (SANTOS, 2017).

Já recuperação de acordo com o Decreto Federal nº 97.632 de 1989, que instituiu o Plano de Recuperação de Áreas Degradadas (PRAD), conforme o artigo 3º é o retorno do sítio degradado a uma forma de utilização, de acordo com o plano preestabelecido para o uso do solo, visando à obtenção de uma estabilidade do meio ambiente.

Destaque ao artigo 3º:

A recuperação deverá ter por objetivo o retorno do sítio degradado a uma forma de utilização, de acordo com um plano preestabelecido para o uso do solo, visando a obtenção de uma estabilidade do meio ambiente (BRASIL, 1989).

Outra Norma pertinente ao que tange a recuperação de áreas degradadas das atividades de mineração é a NBR 13030 de 1999, tem como finalidade especificar:

[...] as diretrizes para a elaboração e apresentação de projeto de reabilitação de áreas degradadas pelas atividades de mineração, visando a obtenção de subsídios técnicos que possibilitem a manutenção e/ou melhoria da qualidade ambiental, independente da fase de instalação do projeto (ABNT, 1999).

Conforme a supracitada NBR (ABNT, 1999) a elaboração e apresentação do projeto de reabilitação de áreas degradadas deverá ter os seguintes itens:

- Descrição geral do empreendimento – contendo as informações gerais acerca do empreendimento, o Plano de desenvolvimento da atividade de lavra, o Sistema de beneficiamento, o Sistema de disposição de estéril/rejeito, o Estrutura de apoio;
- Diagnóstico ambiental - devendo contemplar o diagnóstico do meio físico, biótico e antrópico e a fisionomia ecológica da região;
- Impactos ambientais – devendo ser levantado e analisado para todas as fases do empreendimento, levando em considerações os efeitos diretos e indiretos, e todo o ecossistema;
- Aptidão e intenção de uso futuro - uso previsto para o local, levando em consideração o diagnóstico e os impactos ambientais, e o plano de desativação da mina;
- Conformação topográfica e paisagística – devendo considerar o uso futuro da área;
- Renúncia do título de lavra – “por exaustão da jazida ou interesse do concessionário, este deve solicitar a renúncia do título ao órgão competente do Ministério de Minas e Energia.” s/p.
- Programa de acompanhamento e monitoramento – de todo o ecossistema, assim como também das obras executadas para a manutenção;
- Fluxograma de planejamento e execução;
- Cronograma executivo para a realização de todas as atividades.

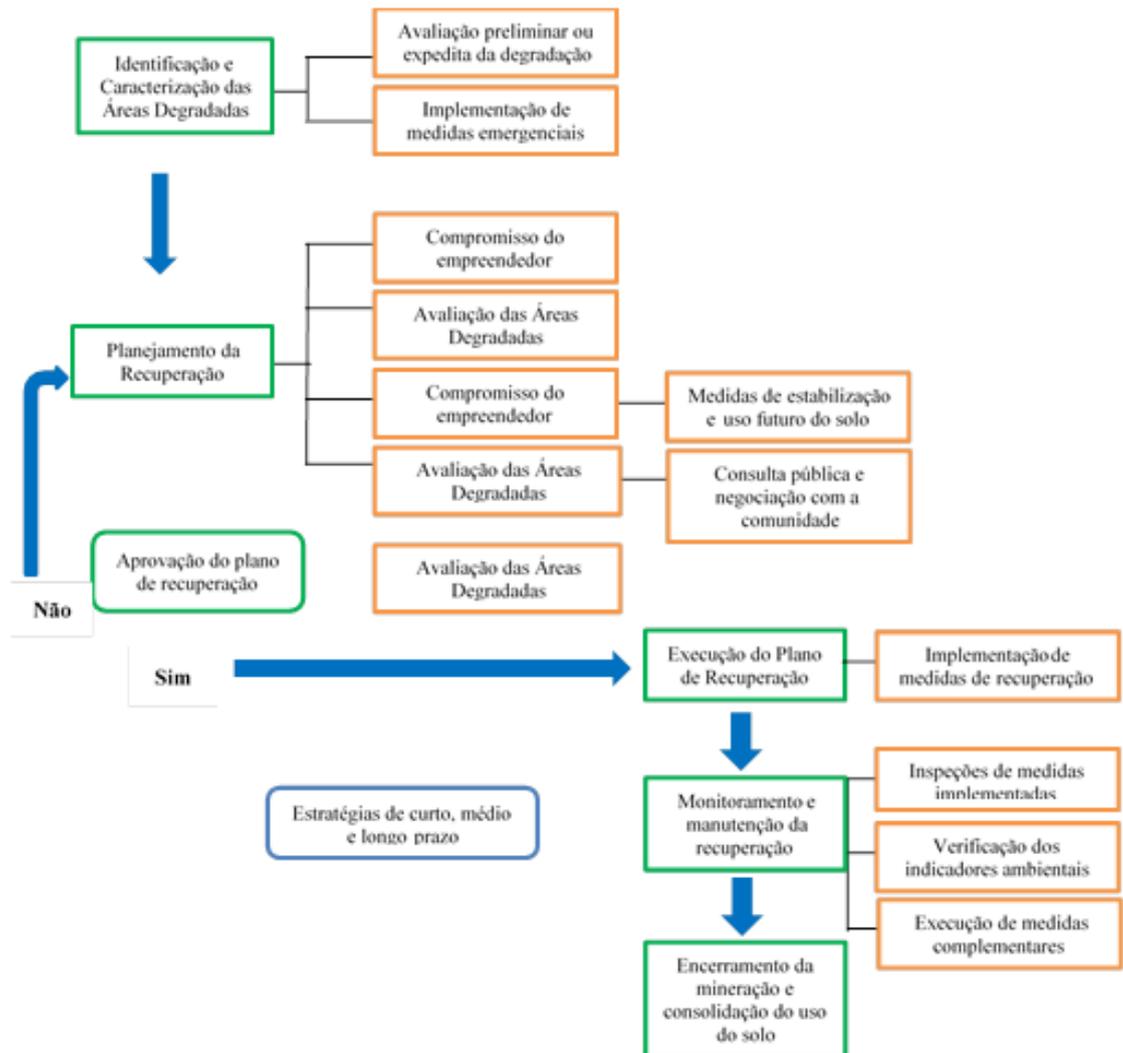
Santos (2017) dá ênfase a importância de um planejamento adequado para uma recuperação eficaz, devendo ser executado em paralelo as atividades de exploração do minério, e constitui de várias fases, entre essas:

- Avaliação quantitativa ou qualitativa do grau da degradação;
- Avaliação da extensão da área na qual a alteração está ocorrendo;
- Significado ecológico da degradação;

- Esforços técnicos e econômicos necessários para recuperação;
- Análise dos riscos à saúde e segurança das comunidades afetadas;
- Uso do solo circunvizinhos (SANTOS, 2017, p. 22).

As principais atividades que estabelecem o PRAD estão apresentadas na Figura 4.

Figura 4 - Atividades do PRAD.



Fonte: Santos (2017).

O solo resultante da primeira etapa do processo - o decapeamento da matéria orgânica, deverá ser reutilizado no reflorestamento, assim como os estéreis da primeira camada de solo (*topsoil*) serão utilizados para recomposição do local. É necessário que seja feito a coleta do banco de sementes ao iniciar o processo de lavra, pois essas sementes serão germinadas e utilizadas na revegetação do local (ABAL, 2017).

As empresas de mineração de bauxita no Brasil procuram manter uma relação de 1:1 entre área reabilitada e área minerada a cada ano. A área restante, utilizada para infraestrutura e instalações permanentes, será descomissionada após a exaustão das reservas minerais (ABAL, 2017).

Viana (2007) evidencia que para estabelecimento de sucesso do ecossistema restaurados é imprescindível que tenha pleno domínio das condições anteriores a atividade mineradas cada um possui suas particularidades, e nem sempre recuperam sua condição natural, tendo então que buscar um ponto de chegada de equilíbrio satisfatório. A simulação do processo da trajetória do ecossistema por meio de modelos preditivos, levam em consideração informações das condições da região, a análises de ambientes ecológicos similares, assim como de ecossistemas degradados, podem ser utilizada como norteador na operacionalização para obter um ambiente com maior integridade ecológica.

Para METZGER (2003) nenhuma ação de restauração tem por objetivo retornar às condições de uma paisagem não alterada pelo Homem, pois o ideal é conciliar as áreas produtivas e sustentáveis com as áreas de conservação biológica.

Os indicadores biológicos, também denominados indicadores ecológicos, ou simplesmente bioindicadores vêm sendo utilizados na mineração como instrumento da restauração ambiental destas áreas. As pesquisas utilizando bioindicadores têm conquistado mais espaço nas últimas décadas. Estudos de diversidade e comunidade são tradicionalmente utilizados para avaliar a qualidade biológica do ambiente, e utilizando como ferramenta os indicadores biológicos. Eles fornecem índices, que refletem traços do impacto ecológico, fatores de estresses e atividades antropogênicas (VASSEUR & COSSU-LEGUILLE, 2003).

Os indicadores ecológicos podem ser usados para avaliar a condição do meio ambiente, fornecendo um sinal precoce de advertência das mudanças no meio ambiente, e para diagnosticar a causa do problema ambiental. Idealmente o conjunto de indicadores fornece um simples e eficiente método de informação representativa sobre a estrutura, função e composição do complexo sistema ecológico, além de serem utilizados para quantificar a magnitude do estresse, os graus de exposição ao estresse e o grau da resposta ecológica a exposição (DALE & BEYELER, 2001).

Segundo Dale & Beyeler (2001), as características dos indicadores ecológicos incluem:

- A facilidade de mensuração;
- A sensibilidade ao estresse no sistema;
- A resposta ao estresse de uma maneira previsível;
- São antecipadores: significa uma mudança iminente no sistema ecológico;
- Prevê mudanças que podem ser evitadas por ações de controle;

- São integrados: o conjunto completo de indicadores fornece uma medida da cobertura que são gradiente chave através dos sistemas ecológicos (solos, tipos de vegetação, temperatura etc.);
- Uma resposta conhecida para distúrbios naturais, estresse antropogênico e mudanças sobre o tempo;
- Baixa variabilidade na resposta (DALE & BEYELER, 2001).

## **5 ATIVIDADES DESENVOLVIDAS DURANTE O PERÍODO DE ESTÁGIO CURRICULAR**

Nessa seção foram descritas as atividades realizadas pelo autor durante o seu período de estágio, que compreenderam atividades relacionadas aos setores de paisagismo, licenciamento ambiental e recuperação de áreas degradadas.

### **5.1 Descrição do local de estágio**

Fundada em 22 de fevereiro de 1935 não apenas com interesse na extração de zircônio que estava em alta na época, mas principalmente pela extração de bauxita que estava se mostrando com bastante potencial econômico, a empresa atualmente possui minas em quatro cidades em dois diferentes estados, cada qual com suas peculiaridades, sendo que em Minas Gerais, existem minas em Poços de Caldas, Caldas e Andradas, e no estado de São Paulo na cidade de Divinolândia.

O escritório onde se realizam o tratamento de dados, reuniões, rotinas administrativas e tomadas de decisões se encontra na sede em Poços de Caldas, Minas Gerais. As atividades realizadas durante o estágio aconteceram tanto na sede da empresa, como *in situ* nas minas.

### **5.2 Paisagismo do estacionamento da empresa**

Visando proporcionar melhoria estética e a criação de sombras para proteção solar de veículos automotivos e transeuntes, uma das demandas do estágio foi a criação e execução de um projeto paisagístico para o estacionamento da empresa.

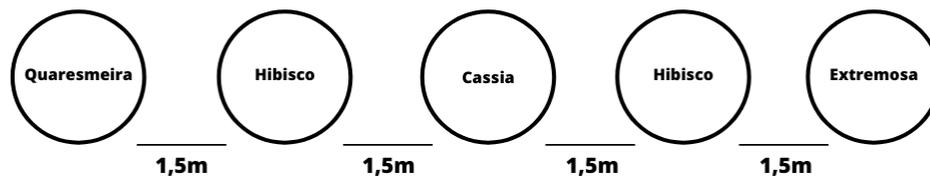
Utilizando imagens de satélite do software Google Earth e avaliação presencial do local foi elaborada a proposta do paisagismo do estacionamento.

Para esse projeto foram escolhidas quatro espécies, Cássia (*Cassia spectabilis*), Extremosa (*Lagerstroemia indica*), Quaresmeira (*Tibouchina granulosa*) e Hibisco (*Hibiscus spp.*). Essas escolhas se basearam na capacidade que elas possuem em gerar uma quantidade

adequada de sombra, além de serem capazes de criar um paisagismo visualmente agradável.

Com um perímetro de, aproximadamente, 1,02km de extensão, com disposição apenas de maneira linear as espécies foram intercaladas conforme demonstrado na Figura 5:

Figura 5: Espaçamento do projeto de paisagismo do estacionamento.



Fonte: Elaborado pelo autor (2020).

Para a implantação foram feitas covas de dimensões 40cmx40cm e foi utilizado hidrogel para garantir que a planta conseguisse ter um melhor desenvolvimento, visto que a época de chuvas já estava chegando no seu fim. Na Figura 6 é possível observar o hidrogel aplicado diretamente na cova, já a Figura 7 demonstra um colaborador na atividade de plantio.

Figura 6: Muda plantada com hidrogel aplicado na cova.



Fonte: Capturada pelo autor (2019).

Figura 7: Colaborador realizando o plantio de uma muda.



Fonte: Capturada pelo autor (2019).

Tal atividade foi de suma importância pois além de ter sido a primeira atividade pela qual o autor teve total autonomia e responsabilidade, foi possível entender melhor como se dá todo o processo de paisagismo em um ambiente urbano, permitindo uma compreensão do que se deve e o que não deve ser feito durante o planejamento e execução.

### **5.3 Licenciamento ambiental**

Dentro do licenciamento ambiental, o autor foi responsável pelas atividades que são necessárias antes da abertura de uma mina, bem como o acompanhamento necessário de uma mina já aberta.

No estado de Minas Gerais foi utilizado o Sistema de Requerimento de Licenciamento Ambiental, o qual atualmente foi substituído pelo Sistema de Licenciamento Ambiental – SLA dentro da plataforma Portal de Serviços do SISEMA (Sistema Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos). No sistema anterior, era necessário o preenchimento do Formulário de Caracterização do Empreendimento – FCE. Tal formulário era necessário para se ter um entendimento prévio do impacto que o empreendimento teria sobre o meio ambiente, assim conseguindo categorizá-lo nas diferentes modalidades conforme consultado na Deliberação Normativa Copam nº 217, de 06 de dezembro de 2017 (COPAM, 2017):

- Licenciamento Ambiental Simplificado – LAS Cadastro: Essa é a modalidade que não necessita de nenhum estudo ou relatório prévio para que a licença ambiental seja concedida, salvo em casos específicos, como uma pequena intervenção em APP. É concedida para empreendimentos e atividades de pequeno porte e baixo potencial poluidor antes da fase de implantação, atestando viabilidade ambiental e aprovando a localização e implantação da atividade.
- Licenciamento Ambiental Simplificado – LAS RAS: Com essa modalidade, já é necessária a apresentação do Relatório Ambiental Simplificado (RAS), cujo estudo objetiva em analisar a viabilidade ambiental do empreendimento e é usado como instrução para o processo de obtenção da licença ambiental simplificada. O conteúdo desse relatório varia de acordo com a atividade e o impacto que ele causa no meio ambiente, seguindo as diretrizes da Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável de Minas Gerais.
- Licenciamento Ambiental Concomitante: É a modalidade mais completa e que exige o maior número de estudos dentre as modalidades apresentadas. Grandes

empreendimentos e grandes impactos ambientais irão se encaixar nessa categoria. Por aqui, ao invés de ser concedida uma licença que atesta a viabilidade ambiental do projeto, são concedidas três:

- Licença Prévia (LP): Atesta a viabilidade ambiental da concepção e localização do empreendimento e determina as condicionantes a serem atendidas na próxima fase;
- Licença de Instalação (LI): Concede ao empreendedor o direito de construir ou instalar o empreendimento conforme especificações constantes do plano e projetos aprovados, com medidas de controle ambiental para a fase de obras ou implantação;
- Licença de Operação (LO): Licencia o funcionamento, após a verificação das exigências feitas e das medidas de controle ambiental tomadas.

A forma como essas três licenças são distribuídas varia de acordo com a modalidade em que o empreendimento foi enquadrado; sendo que no LAC1 as três licenças são concedidas de forma simultânea em somente uma fase e no LAC2 é dividida entre LP+LI de fase única e posterior obtenção da LO ou obtenção da LP e posterior obtenção da LI+LO em fase única. Na Figura 8 têm-se as informações a serem preenchidas no Formulário de Caracterização do Empreendimento dentro da plataforma do portal de serviços do SISEMA.

Figura 8: Print do Módulo 1. Critérios locais de enquadramento do Formulário de Caracterização do Empreendimento.

**MÓDULO 1. CRITÉRIOS LOCACIONAIS DE ENQUADRAMENTO**

*Para responder os questionamentos a seguir, o empreendedor deverá acessar o sistema informatizado da Infraestrutura de Dados Espaciais do Sisema (IDE-Sisema) disponível em:*  
<http://idesisema.meioambiente.mg.gov.br/>

1. Marque o tipo da sua solicitação: (assinale somente **UMA** opção)

renovação de licença de **instalação**.     renovação de licença de **operação**.  
 licença corretiva para operação em razão de vencimento da licença de operação anterior ou em razão da perda de prazo para renovação automática.  
 licença ambiental de empreendimento já detentor, em momento anterior, de Autorização Ambiental de Funcionamento, Licença Prévia ou Licença de Instalação.  
 Solicitação de licença para ampliação de empreendimento.  
 Nova solicitação. Peso

2. O empreendimento está/estará localizado em Unidade de Conservação de Proteção Integral, nas hipóteses previstas em Lei?  
 Não     Sim Peso

3. O empreendimento está/estará localizado em zona de amortecimento de Unidade de Conservação de Proteção Integral, ou na faixa de 3 km do seu entorno quando não houver zona de amortecimento estabelecida por Plano de Manejo; excluídas as áreas urbanas?  
 Não     Sim Peso

4. O empreendimento está/estará localizado em Unidade de Conservação de Uso Sustentável, exceto Área de Proteção Ambiental (APA)?  
 Não     Sim Peso

4.1 O empreendimento está/estará localizado em Área de Proteção Ambiental (APA)?  
 Não     Sim. Se **SIM**, informar o nome:

5. O empreendimento está/estará localizado em Reserva da Biosfera, excluídas as áreas urbanas?  
 Não     Sim Peso

6. O empreendimento está/estará localizado em Corredor Ecológico formalmente instituído, conforme legislação local?  
 Não     Sim Peso

Fonte: Formulário de Caracterização do Empreendimento – Versão 12 (04-10-2019).

Depois de todas as informações necessárias no FCE serem preenchidas, era gerada a modalidade na qual o empreendimento se enquadra, juntamente com a lista de documentos necessários para que se dê início a todo o processo. A Figura 9 ilustra a documentação necessária que é gerada no Formulário de Caracterização do Empreendimento.

Figura 9: Print da tela de orientação para formalização de processo na qual a documentação necessária é gerada e informada no Formulário de Caracterização do Empreendimento.

O print da tela apresenta o seguinte conteúdo:

**ORIENTAÇÃO PARA FORMALIZAÇÃO DE PROCESSO**

Identificação do empreendimento a ser licenciado  
 Empreendedor: \_\_\_\_\_  
 Empreendimento: \_\_\_\_\_  
 Município: \_\_\_\_\_  
 Classe do empreendimento: \_\_\_\_\_  
 Modalidade do licenciamento ambiental: \_\_\_\_\_ Preenchimento incompleto..

**Documentação necessária (apenas aqueles assinalados com x)**

- Anuência da Agência Municipal ou Metropolitana. (nos municípios onde houver).
- Anuência do órgão competente por proteger bem cultural acautelado.
- Arquivo GEO do polígono do empreendimento (kml ou shape zipado).
- Auto de vistoria do corpo de bombeiros (AVCB).
- Autorização da Fundação Cultural Palmares.
- Autorização da Fundação Nacional do Índio (FUNAI).
- Certidão da JUCEMG ou SEFAZ, atestando ser microempresa ou microempreendedor individual.
- Certidão de Registro do Imóvel destinado ao empreendimento.
- Certificado Ambiental das empresas receptoras de produtos e resíduos perigosos.
- Certificado de Regularidade no Cadastro Técnico Federal.
- CNPJ e contrato social (atualizado) da empresa requerente.
- Contrato de arrendamento/Comodato.
- Cópia Termo de compromisso com o IEF para recuperação/compensação de área.
- Cópia da autorização para intervenção em recurso hídrico (do certificado de outorga, do cadastro ou da certidão).
- Cópia do Documento Autorizativo para Intervenção Ambiental (DAIA).
- Cópia do Estatuto Social atualizado, atestando ser o empreendedor Associação ou Cooperativa de Catadores de Materiais Recicláveis.
- Cópia da Portaria do Instituto Estadual de Florestas reconhecendo a criação de Reserva Particular do Patrimônio Natural (RPPN).
- CPF e Carteira de Identidade do Requerente.
- DAE (taxa de licenc.) e seu comprovante de pagamento.
- Declaração de Aptidão ao Pronaf (DAP).
- Declaração de Inexistência de Áreas Suspeitas de Contaminação ou Contaminadas OU Protocolo para Cadastro de Áreas Suspeitas de Contaminação ou Contaminadas
- Declaração de posse do imóvel ou carta de anuência.
- Declaração Municipal (uso e ocupação do solo).
- Estudo de Impacto Ambiental (EIA) e Relatório de Impacto Ambiental (RIMA) com ART.

Introdução | TELA 1 | TELA 2 | TELA 3 | Tela 4 - LAS Cadastro | Tela 5

Fonte: Formulário de Caracterização do Empreendimento – Versão 12 (04-10-2019).

A ferramenta IDE - SISEMA, é utilizada como um dos instrumentos de análise técnica geoespacial. Esta plataforma apresenta dados georreferenciados e atualizados que devem ser consultados para determinar os critérios locacionais de enquadramento do projeto (MINAS GERAIS, 2017).

O artigo 6º da Deliberação Normativa nº 217 de 06 de dezembro de 2017 define:

- As modalidades de licenciamento serão estabelecidas conforme Tabela 3 do Anexo Único desta Deliberação Normativa, por meio da qual são conjugadas a classe e os critérios locacionais de enquadramento, ressalvadas as renovações.
- §1º – Os critérios locacionais de enquadramento referem-se à relevância e à sensibilidade dos componentes ambientais que os caracterizam, sendo-lhes atribuídos pesos 01 (um) ou 02 (dois), conforme Tabela 4 do Anexo Único desta Deliberação Normativa.

- §2º – O peso 0 (zero) será atribuído à atividade ou empreendimento que não se enquadrar em nenhum dos critérios locacionais previstos na Tabela 4 do Anexo Único desta Deliberação Normativa.
- §3º – Na ocorrência de interferência da atividade ou empreendimento em mais de um critério locacional, deverá ser considerado aquele de maior peso.
- §4º – Os fatores de restrição ou vedação previstos na Tabela 5 do Anexo Único desta Deliberação Normativa não conferem peso para fins de enquadramento dos empreendimentos, devendo ser considerados na abordagem dos estudos ambientais a serem apresentados, sem prejuízo de outros fatores estabelecidos em normas específicas.
- §5º – Para fins de planejamento do empreendimento ou atividade, bem como verificação de incidência de critérios locacionais e fatores de restrição ou vedação, o empreendedor poderá acessar o sistema informatizado da Infraestrutura de Dados Espaciais do Sisema – IDE-Sisema, na qual se encontram disponíveis os dados georreferenciados relativos aos critérios e fatores constantes das Tabelas 4 e 5 do Anexo Único desta Deliberação Normativa (COPAM, 2017).

As informações presentes nos referidos anexos da supracitada deliberação eram transportados de maneira prática e intuitiva dentro do Formulário de Caracterização do Empreendimento.

De posse dos documentos necessários, o próximo passo era submeter o Formulário de Caracterização do Empreendimento juntamente com os outros documentos solicitados no próprio Sistema de Requerimento de Licenciamento Ambiental e após realizar esse processo, entregar os documentos pessoalmente para a Superintendência Regional do Meio Ambiente – SUPRAM designada no próprio FCE.

Tal atividade foi um complemento de suma importância para toda a teoria aprendida pelo autor durante as disciplinas que abrangiam esse tópico, possibilitando a experiência do trabalho efetivo em uma empresa, com as responsabilidades que o Engenheiro Florestal poderá exercer ao trabalhar com licenciamento ambiental.

#### **5.4 Estudos ambientais**

Com a análise de imagens obtidas via satélite, já era possível realizar análises que são comuns em qualquer tipo de licença, como a questão de intervenção em APP e a supressão de vegetação nativa. Quando não era possível realizar esse levantamento remoto, era demandado do autor a visita *in loco* para garantir que todas as informações contidas no FCE eram verdadeiras, garantindo a idoneidade do processo.

Caso fosse necessário, era realizado o caminhamento para a demarcação correta da área de supressão, além de ser possível já ir observando se seria necessário o corte de alguma árvore isolada que estivesse dentro do corpo da mina. Logo, com apenas uma visita, já era possível realizar o trabalho de maneira eficiente e sanar algumas dúvidas pertinentes que foram

levantadas durante a análise remota.

A identificação das espécies de árvores também é de suma importância pois é de acordo com a espécie presente na área que é contabilizada a questão de compensação. Algumas espécies demandam que seja plantada apenas uma outra árvore em seu lugar, mas espécies mais raras podem chegar a demandar até 100 árvores para a realização do seu corte. Uma prática muito comum, nesses casos, é as árvores serem deixadas onde foram encontradas, criando o que chamam de “Damas”, árvores dentro dos corpos de minas onde seu terreno em volta não será extraído, garantido que ela não seja impactada diretamente com a sua extração.

Estudos ambientais mais complexos, como o EIA/RIMA, eram delegados a empresas contratadas, pois a mão de obra e os equipamentos necessários não justificam tal investimento pela empresa. O trabalho dos colaboradores da empresa era a auditoria dos estudos e garantir que o que foi requisitado foi realmente entregue, com a qualidade desejada.

## 5.5 Negociação com superficiários

A Constituição Federal (CF) de 1988 dispõe em seu artigo 176º:

As jazidas, em lavra ou não, e demais recursos minerais e os potenciais de energia hidráulica constituem propriedade distinta da do solo, para efeito de exploração ou aproveitamento, e pertencem à União, garantida ao concessionário a propriedade do produto da lavra.(BRASIL, 1988).

É importante frisar que o Regime de Concessão de Lavra, em que os empreendimentos minerários estão enquadrados, encontra-se regulamentado pelo Código de Mineração, que prevê disciplina específica com relação à imissão de posse de jazidas e ao direito do proprietário do solo, quanto ao recebimento de renda pela ocupação do terreno e resultados da lavra, que pode ser ajustada por acordo amigável ou judicial (CHIAVINI & SANTOS,2019).

Como o minério nas terras dos superficiários são de posse da união, é necessário seguir todo um protocolo junto com a Agência Nacional de Mineração para que se extraia e tenha benefícios econômicos. A agência, através de leilões ou outras formas, cede polígonos minerários onde cada empresa designada pode realizar todo o processo de extração conforme as normas estabelecidas. O proprietário da terra onde se encontra esses polígonos cede seu direito de extração em troca de *royalties*, os quais se baseiam na quantidade de terra bruta extraída das terras e, geralmente, é um valor fixo pago por tonelada.

Muitos superficiários não entendem essa questão de direito de lavra por parte de cada empresa e tentam, sem sucesso, vender seu minério para outras mineradoras na esperança de receberem um valor maior do que o oferecido pela empresa detentora do direito.

Logo, esse tópico é abordado com extrema cautela pela empresa multinacional do setor de alumínio, pois é necessária uma boa comunicação para explicar aos superficiários todas as questões que permeiam esse assunto e garantir que a comunidade em volta dos seus empreendimentos sejam parceiras, melhorando a responsabilidade social para e com eles.

Se a empresa necessita do minério em determinada área e o superficiário não tem interesse na exploração dele, ela possui meios jurídicos de conseguir a sua extração, mas é o passo menos recomendado por todas as instâncias, visto que gera um incomodo com todos os *stakeholders* da companhia.

Além de todo o processo minerário, o processo ambiental também necessita de assinaturas e documentos oficiais dos superficiários.

O autor era designado, juntamente com outro engenheiro ou coordenador de operações, para o contato com os superficiários, tanto na necessidade de se licenciar uma área ou na necessidade de se atualizar os documentos em posse da empresa, além das conversas em relação à obtenção de áreas de compensação, assunto que será abordado mais adiante.

### **5.5.1 Negociação para licenciamento ambiental**

De posse de todas as informações e dados para demonstrar ao superficiário o ganho econômico que ele terá ao se permitir a extração do minério, o contato inicial é o momento que mais gera apreensão em todas as partes envolvidas, pois, muitas vezes os donos das terras não possuem conhecimento de como funciona todo o processo que envolve a extração do minério da sua terra.

Após as apresentações e explicações iniciais, ouvir as dúvidas e questionamentos que o proprietário possa ter é fundamental, devendo se responder as dúvidas da maneira mais clara e direta possível.

Na vivência do autor, esse primeiro passo, muitas das vezes, não era necessário, pois as regiões em que a empresa opera, todos conhecem a mesma e entendem pelo menos o básico do modo como as coisas correm com o processo, sendo assim mais tranquilo de se obter os documentos necessários para dar entrada no licenciamento ambiental, sendo eles: o termo de anuência assinado, documentos pessoais, comprovação de posse da área, tudo autenticado em cartório com data próxima para entrada do processo no SISEMA.

### **5.5.2 Negociação para obtenção de áreas de compensação**

Além do licenciamento ambiental, outro contato importante com os donos das terras era para a obtenção de áreas de compensação ambiental, por causa da necessidade de intervenção em APPs ou criação de estradas para o escoamento dos empreendimentos minerários.

Tal compensação pode ser realizada nas terras tanto de posse da empresa quanto na área de terceiros, sendo essa última alternativa a melhor escolha pois acaba sendo um benefício para os superficiários, visto que eles não terão gastos com a questão de se recuperar uma área de preservação permanente ou a sua reserva legal, além de se adequar o imóvel às novas regulamentações do novo código florestal brasileiro.

Qualquer quantidade de área era importante, visto que muitas das compensações ultrapassavam 10 hectares, mas o melhor era sempre encontrar áreas adjacentes e com tamanhos maiores, para reduzir o custo de implantação, o qual é custeado em sua totalidade pela empresa.

### **5.6 Supressão de vegetação para abertura de frente de lavra**

Ao se dar início ao processo de abertura de uma mina já licenciada, foi requisitado ao autor acompanhar o processo de corte de indivíduos de eucalipto, os quais estavam em cima do corpo de minério de interesse da empresa.

Foi possível entender como funciona a dinâmica de corte de um plantio, mesmo esse corte não sendo previsto pelo seu manejo. As intemperes do clima influenciam em qualquer atividade que compõe essa prática, sendo a chuva um fator que impedia por completo a realização de qualquer ação para a continuidade do processo.

O autor pode compreender melhor sobre os equipamentos florestais utilizados nessa atividade, desde a sua utilização e finalidade até as melhores práticas para serem usados da forma mais segura possível. Além disso, foi possível entender a dinâmica de estocagem no mesmo local de corte da madeira e seu escoamento. A Figura 10 ilustra os eucaliptos já cortados e estocadas na área do empreendimento.

Figura 10: Pilhas de eucaliptos estocadas dentro do próprio plantio após a realização da supressão vegetal.



Fonte: Capturada pelo Autor (2019).

## **5.7 Recuperação de áreas degradadas**

As atividades do autor nesse assunto se deram pelo acompanhamento e produção de relatórios de áreas já recuperadas pela empresa. Houve também o projeto desenvolvido em parceria com a Associação Poços Sustentável onde o autor coordenou a recuperação de pequenas áreas degradadas dentro da cidade de Poços de Caldas – MG.

### **5.7.1 Produção de relatórios para órgãos ambientais**

Para o cumprimento das condicionantes necessárias em suas licenças, relatórios semestrais ou anuais são requeridos pelos órgãos ambientais a fim de comprovação de que o que foi definido quando se obteve a licença esteja sendo cumprido. Neste sentido, o autor era o responsável pela obtenção dos dados necessários e a elaboração dos relatórios, os quais eram checados pelo engenheiro responsável e repassados para o órgão ambiental.

Nas áreas mineradas o superficiário é o responsável pela escolha de qual tipo de vegetação irá compor a recuperação de determinada área, desde que não seja APP, sendo isso

decidido logo no início do processo de licenciamento e assinatura de contratos.

Para a obtenção desses dados, era realizado o deslocamento até as áreas abrangidas pelo relatório e o levantamento fotográfico era feito, demonstrando as espécies nativas no caso de áreas de compensação e recuperação de áreas degradadas onde o proprietário escolheu esse modo, ou fotos do plantio de eucalipto ou pastagem.

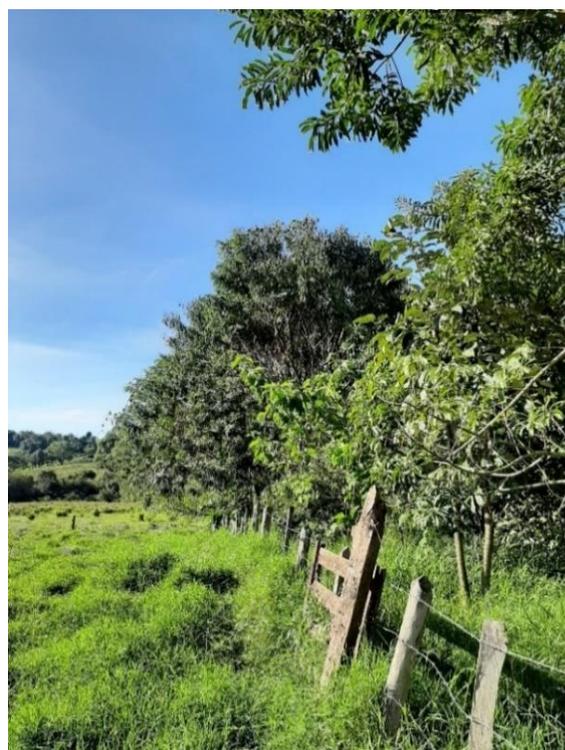
Demonstrar o contraste com as fotos de datas anteriores presentes em outros relatórios é o principal ponto que é analisado pelo órgão ambiental competente, o qual julga se é aceito ou é necessário algum tipo de correção. Qualquer incidente que ocorra na área é necessário ser comunicado imediatamente ao órgão responsável e devem constar nos relatórios. As Figuras 11 e 12 ilustram as espécies em pleno desenvolvimento em uma área de compensação dentro de uma APP. Já a Figura 13 demonstra a vegetação em desenvolvimento em uma área que foi minerada anteriormente.

Figura 11: Área de compensação em uma APP devidamente cercada.



Fonte: Capturada pelo Autor (2019).

Figura 12: Espécies em área de compensação dentro de uma APP em 21 de maio de 2019.



Fonte: Capturada pelo Autor (2019).

Figura 13: Vegetação em desenvolvimento em uma área de recuperação de uma mina já fechada com vegetação nativa em 17 de abril de 2019.



Fonte: Capturada pelo Autor (2019).

### 5.7.2 Projeto Floresta de Bolso

O projeto Floresta de Bolso faz parte da organização American Forests e, que, por meio de um programa denominado Global ReLeaf, visa plantar árvores em diversas localidades.

O autor foi responsável pela coordenação de duas florestas de bolso (2ª Floresta de Bolso e 3ª Floresta de Bolso), sendo uma localizada no bairro Jardim Kennedy II e a outra localizada dentro das escolas Caic Professor Arino Ferreira Pinto e Centro Educacional Municipal Dr. João Batista Ferreira Monteiro. Além dessas duas, o autor foi responsável pela inauguração da primeira floresta de bolso. Além do plantio das espécies nativas da região, também foram implementadas melhorias para a comunidade, como caminhos construídos entre as árvores, bancos instalados e implantação de projeto de iluminação.

A 2ª Floresta Bolso contou diretamente com a participação da comunidade do entorno da área onde foi implantada, a qual ficou satisfeita com a nova área arborizada que terão bem próximo de suas casas. A Figura 14 ilustra o portal de entrada e identificação que era colocado em cada floresta de bolso para distingui-las e a Figura 15 demonstra como ficou a disposição das mudas após o plantio.

Figura 14: Portal de entrada e identificação da 2ª Floresta de Bolso.



Fonte: Capturada pelo Autor (2019).

Figura 15: Demonstração da disposição das mudas devidamente plantadas.



Fonte: Capturada pelo Autor (2019).

Como exemplo de espécies plantadas, temos a Pitanga (*Eugenia uniflora*), Araucária (*Araucaria angustifolia*) e o Ipê Amarelo (*Handroanthus albus*).

A 3ª Floresta Bolso contou com o apoio dos alunos do 9º ano do Ensino Fundamental, que ajudaram com o plantio, além de assistirem a uma palestra sobre a importância da preservação do meio ambiente. As espécies plantadas foram praticamente as mesmas da 2ª Floresta de Bolso.

Ter autonomia para gerir esses dois projetos, trouxe um conhecimento significativo para o autor em relação a como proceder na recuperação de áreas degradadas em ambientes urbanos. Ademais, cumprimento de prazos e contato direto com as pessoas que fazem parte desse processo impactou positivamente na formação como engenheiro e como pessoa. Além disso, a divulgação para a comunidade da importância de se ter florestas nativas dentro de cidades e seus benefícios ao meio ambiente como um todo, garantem que o conhecimento seja perpetuado para o maior número de pessoas dentro da comunidade.

## 6 CONCLUSÃO

Realizar o estágio em uma multinacional foi uma oportunidade única na formação do autor. Colocar em prática os aprendizados assimilados ao longo da graduação demonstrou a importância de dar continuidade aos estudos e ter vivências além da formação acadêmica. A experiência profissional mostra como um indivíduo não sai totalmente preparado da universidade para adentrar no mercado de trabalho e esse processo gera um autoconhecimento necessário para assumir novos desafios e comportamentos.

Com o estágio sendo realizado em uma empresa do setor de alumínio, o autor pode adquirir conhecimentos que ele não teve acesso durante a sua graduação. Entender o processo minerário, o processo de transformação da matéria prima em produto final, as técnicas de segurança desenvolvidas e aplicadas, mostra o porquê de a empresa ser referência nesse assunto. A gestão de pessoas, os valores vividos e aplicados no dia a dia de uma corporação são possíveis apenas quando se tem essa imersão direta no mercado de trabalho.

A concomitância entre os processos minerários e ambientais foi o que mais chamou a atenção do autor. Um processo não poder seguir sem o outro demonstra que as nossas leis, no que tange à preocupação com a sustentabilidade e o meio ambiente, são eficazes se aplicadas da maneira correta. O impacto que o processo de extração minerária produz em seu entorno também foi demonstrado de forma clara e direta para o autor, o que gerou reflexões que são necessárias a qualquer profissional do setor ambiental.

É necessário compreender que existem outros impactos além do ambiental, como o impacto econômico, o qual gera empregos e renda para a cidade e os cidadãos que se inserem nela, juntamente com impostos que são convertidos em bens para a sociedade bem como impacto social, aquele que muitas das vezes não se consegue contabilizar. Foi possível aprender a extrema relevância do contato direto com a comunidade, com canais de informações e reclamações, além de projetos com o apoio do setor público, como o Floresta de Bolso.

Por fim, o estágio promoveu um crescimento profissional e pessoal significativo, com bastante evolução nas relações interpessoais, parte a qual não se tem uma abordagem mais profunda durante a graduação. Além disso, foi possível observar o protagonismo de um único funcionário e a diferença que ele pode fazer na empresa.

## REFERÊNCIAS

ABAL. Bauxita no Brasil. **Associação Brasileira do Alumínio**, São Paulo, p. 66, 2017. Disponível em: [http://www.abal.org.br/downloads/ABAL\\_Relatorio\\_Bauxita\\_2017\\_1.pdf](http://www.abal.org.br/downloads/ABAL_Relatorio_Bauxita_2017_1.pdf). Acesso em: 2 jul. 2020.

ABNT. **NBR 13030**. Elaboração e apresentação de projeto de reabilitação de áreas degradadas pela mineração.1999.

AGÊNCIA NACIONAL DE MINERAÇÃO - ANM. **Anuário Mineral Brasileiro: Principais Substâncias Metálicas**. Brasília, 2020. Disponível em: [http://www.anm.gov.br/dnpm/publicacoes/serie-estatisticas-e-economia-mineral/anuario-mineral/anuario-mineral-brasileiro/amb\\_2019\\_ano\\_base\\_2018](http://www.anm.gov.br/dnpm/publicacoes/serie-estatisticas-e-economia-mineral/anuario-mineral/anuario-mineral-brasileiro/amb_2019_ano_base_2018). Acesso em: 29 jun. 2020.

ANDRADE, Maria Margarida de. **Introdução à Metodologia do Trabalho Científico**. 10. ed. São Paulo; Atlas, 2017.

BARROS, Dalmo Arantes D. E. **Campos De Altitude Sob Interferência Da Mineração De Bauxita No Planalto De Poços De Caldas , MG Lavras – MG**. 2014. Tese (Doutorado) em Ciências Florestais - Universidade Federal de Lavras, [s. l.], 2014. Disponível em: <https://www.ige.unicamp.br/geoparkpocosdecaldas/wp-content/uploads/sites/45/2019/09/De-Barros-2014.pdf>. Acesso em: 25 jul. 2020.

BATISTA, A.;FRANCISCO, A. **Organizational sustainability practices: A study of the firms listed by the Corporate Sustainability Index**. Sustainability, v. 10, n. 1, p. 226, 2018.

BONFIM, Marcela Rebouças. **Avaliação de impactos ambientais da atividade mineraria**. Bahia: UFRB, 2017. *E-book*. Disponível em: <https://educapes.capes.gov.br/bitstream/capes/175229/1/avaliacao.pdf>. Acesso em: 4 jul. 2020.

BRASIL. **Constituição da República Federativa do Brasil**. [S. l.: s. n.] Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/constituicao/constituicao.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm). Acesso em: 15 jun. 2020.

BRASIL. **Decreto Federal nº 4.340 de 22 de Agosto de 2002**. Regulamenta artigos da Lei no 9.985, de 18 de julho de 2000, que dispõe sobre o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza - SNUC, e dá outras providências. Brasília: Presidência da República, 2002. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/decreto/2002/d4340.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/2002/d4340.htm) Acesso em: 05 mai. 2021.

BRASIL. **Decreto Federal 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: Dispõe sobre a regulamentação do Artigo 2º, inciso VIII, da Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981, e dá outras providências., 1989. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/decreto/1980-1989/D97632.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/1980-1989/D97632.htm). Acesso em: 15 jun. 2020.

BRASIL. **Lei Complementar n.140**. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, 2011. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/LEIS/LCP/Lcp140.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/LCP/Lcp140.htm). Acesso em: 06 jul. 2020.

BRASIL. **Lei Nº6.567, de 24 de Setembro de 1978**. Dispõe sobre regime especial para exploração e o aproveitamento das substâncias minerais que especifica e dá outras providências. Brasília: Presidência da República, 1978. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/l6567.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l6567.htm). Acesso em: 15 abr. 2021.

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: Presidência da República, 1981. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/LEIS/L6938.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L6938.htm). Acesso em: 15 jun. 2020.

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: Presidência da República, 2000. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/l9985.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9985.htm). Acesso em: 05 mai. 2021.

BRASIL. **Medida Provisória Nº 790, de 25 de Julho de 2017**. Altera o Decreto-Lei nº 227, de 28 de fevereiro de 1967 - Código de Mineração, e a Lei nº 6.567, de 24 de setembro de 1978, que dispõe sobre regime especial para exploração e aproveitamento das substâncias minerais que especifica e dá outras providências. Brasília: Presidência da República, 2017. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2015-2018/2017/mpv/mpv790.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2017/mpv/mpv790.htm). Acesso em: 15 abr. 2021.

CARVALHO, Adilson. **As bauxitas no Brasil: Síntese de um programa de pesquisa**. 1989. Dissertação (Título de Livre - Docente em Geoquímica). Universidade de São Paulo, São Paulo - SP, 1989.

CHIAVINI & SANTOS. **Conflito Minerador x Superficialário** - É possível encontrar uma saída!. 12 dez 2019. Disponível em: <http://www.chiaviniesantos.com/noticia/conflito-minerador-x-superficialario-e-possivel-encontrar-uma-saida/> Acesso em 29 nov. 2020.

CONAMA, Conselho Nacional De Meio Ambiente. **Lei nº 21.972, de 21 de Janeiro de 2016**. Dispõe sobre o Sistema Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos – Sisema – e dá outras providências. 2016. Disponível em: <http://www.siam.mg.gov.br/sla/download.pdf?idNorma=40095>. Acesso em: 15 jun. 2020.

CONAMA. **Resolução CONAMA nº 001, de 23 de janeiro de 1986**. O CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE - IBAMA, no uso das atribuições que lhe confere o artigo 48 do Decreto nº 88.351, de 1º de junho de 1983, para efetivo exercício das responsabilidades que lhe são atribuídas pelo artigo 18 do mesmo decreto, e Considerando a necessidade de se estabelecerem as definições, as responsabilidades, os critérios básicos e as diretrizes gerais para uso e implementação da Avaliação de Impacto Ambiental como um dos instrumentos da Política Nacional do Meio Ambiente. Disponível em: <http://www2.mma.gov.br/port/conama/res/res86/res0186.html>. Acesso em: 15 abr. 2021.

CONAMA. **Resolução CONAMA nº 237 , de 19 de dezembro de 1997.** O CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE - CONAMA, no uso das atribuições e competências que lhe são conferidas pela Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981, regulamentadas pelo Decreto nº 99.274, de 06 de junho de 1990, e tendo em vista o disposto em seu Regimento Interno. Disponível em: <http://www2.mma.gov.br/port/conama/res/res97/res23797.html>. Acesso em: 05 mai. 2021.

CONAMA, Conselho Nacional De Meio Ambiente. **Resolução CONAMA nº 371, de 5 de abril de 2006.** Estabelece diretrizes aos órgãos ambientais para o cálculo, cobrança, aplicação, aprovação e controle de gastos de recursos advindos de compensação ambiental, conforme a Lei no 9.985, de 18 de julho de 2000, que institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza-SNUC e dá outras providências. Ministério do Meio Ambiente, Brasil. Disponível em: <http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=493>. Acesso em: 05 mai. 2021.

COPAM - CONSELHO ESTADUAL DE POLÍTICA AMBIENTAL - MINAS GERAIS. **Deliberação Normativa Copam nº 217 , de 06 de dezembro de 2017.** Estabelece diretrizes e procedimentos para a paralisação temporária da atividade minerária e o fechamento de mina, estabelece critérios para laboração e apresentação do relatório de Paralisação da Atividade Minerária, do Plano de Recuperação de Áreas Degradadas - PRAD e do Plano Ambiental de Fechamento de Mina - PAFEM e dá outras providências. Minas Gerais: 2018. Disponível em: <http://www.siam.mg.gov.br/sla/download.pdf?idNorma=45938>. Acesso em: 03 mai. 2021.

COPAM - CONSELHO ESTADUAL DE POLÍTICA AMBIENTAL - MINAS GERAIS. **Deliberação Normativa Copam nº 220 , de 21 de março de 2018.** Estabelece critérios para classificação, segundo o porte e potencial poluidor, bem como os critérios locais a serem utilizados para definição das modalidades de licenciamento ambiental de empreendimentos e atividades utilizadores de recursos ambientais no Estado de Minas Gerais e dá outras providências. Minas Gerais: 2017. Disponível em: <http://www.siam.mg.gov.br/sla/download.pdf?idNorma=45558>. Acesso em: 16 jun. 2020.

COSTA, B. S.; SIQUEIRA, L. N. **Do licenciamento ambiental à política de segurança de barragens no estado de minas gerais: vedação ao retrocesso e retrocesso por omissão.** Revista de Direitos Difusos, v.71, n.1, p. 49-67, 2019. Disponível em: <http://ibap.emnuvens.com.br/rdd/article/view/134/90>. Acesso em: 15 abr. 2021.

CREMONEZ, F. E. et al. Avaliação de impacto ambiental: metodologias aplicadas no Brasil **Revista Monografias Ambientais** – REMOA, v.13, n. 5, p. 3821-3830, 2014.

DA SILVA, Marina Lima; ANDRADE, Márcia Cristiane Kravetz. Os impactos ambientais da atividade mineradora. **Meio Ambiente e Sustentabilidade**, v. 11, n. 6, 2017.

DALE, V.H.; BEYELER, S.C. Challenges in the development and use of ecological indicators. **Ecological Indicators** 1: 3-10. 2001

DAVID. **5 alterações impactantes da MP 790 no Código de Mineração**. Instituto Minere. 2017. Disponível em: <https://institutominere.com.br/blog/alteracoes-impactantes-no-codigo-mineracao>. Acesso em: 15 abr. 2021.

DNPM - DEPARTAMENTO NACIONAL DE PRODUÇÃO MINERAL -. **Consulta Pública para Fechamento de Mina**. Nov. 2018. Disponível em: <http://www.anm.gov.br/consultas-publicas-1/consulta-publica-para-fechamento-de-mina>. Acesso em: 2 jul. 2020.

DNPM - DEPARTAMENTO NACIONAL DE PRODUÇÃO MINERAL -. **Portaria Nº 237 de 18 de Outubro de 2001**. Aprova as Normas Reguladoras de Mineração - NRM, de que trata o art. 97 do Decreto-lei nº 227, de 28 de fevereiro de 1967. Brasília: Ministério de Minas e Energia. Disponível em: <https://www.legisweb.com.br/legislacao/?id=182620>. Acesso em 15 abr. 2021.

FACHIN, Odília. **Fundamentos da Metodologia Científica**; noções básicas em pesquisa científica. 6. ed. São Paulo: Saraiva, 2017.

FERNANDES, F. R. C.; ALAMINO, R. C. J.; ARAUJO, E. **Recursos minerais e comunidade**: impactos humanos, socioambientais e econômicos. Rio de Janeiro: Cetem/MCTI, 2014. Disponível em: [http://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/7936/1/BRU\\_n16\\_Mineração.pdf](http://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/7936/1/BRU_n16_Mineração.pdf). Acesso em: 15 abr. 2021.

FLORES, J.C.C. **Fechamento de Mina: responsabilidade técnica, legal e social**. Tese (doutorado) Universidade Estadual de Campinas, Instituto de Geociências. Campinas, SP. 285p. 2006. Disponível em: [http://repositorio.unicamp.br/bitstream/REPOSIP/286759/1/Flores\\_JoseCruzdoCarmo\\_D.pdf](http://repositorio.unicamp.br/bitstream/REPOSIP/286759/1/Flores_JoseCruzdoCarmo_D.pdf). Acesso em 05 mai. 2021.

FONSECA, A. C. L. **Alumínio**. Instituto de Geociências/Universidade Federal de Minas Gerais, 2018. Disponível em: <http://recursomineralmg.codemge.com.br/wp-content/uploads/2018/10/Aluminio.pdf>. Acesso em 05 mai. 2021.

FUNDAÇÃO ALEXANDRE BRANDT. Guia técnico para atuação do ministério público no licenciamento ambiental de atividades de mineração. **Revista do Ministério Público do Estado de Minas Gerais** ., Belo Horizonte, p. 62, 2012. Disponível em: <https://www.mpmg.mp.br/lumis/portal/file/fileDownload.jsp?fileId=8A91CFA942729E930142998F174867F2>. Acesso em: 4 jul. 2020.

GIL, Antonio Carlos. **Como Elaborar Projetos de Pesquisa**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2019.

GUIMARÃES, João Carlos Costa *et al.* Avaliação dos aspectos e impactos ambientais decorrentes da mineração de bauxita no sul de Minas Gerais. **ENCICLOPÉDIA BIOSFERA**, Goiânia, v. 8, n. 15, p. 321–333, 2012. Disponível em: <https://www.conhecer.org.br/enciclop/2012b/ciencias-agrarias/avaliacao-dos-aspectos.pdf>. Acesso em: 30 jun. 2020.

IBRAM - INSTITUTO BRASILEIRO DE MINERAÇÃO. **Eleições 2018: Políticas Públicas para a Indústria Mineral**. Brasília, 2018

IBRAM - INSTITUTO BRASILEIRO DE MINERAÇÃO. **Gestão e Manejo de Rejeitos da Mineração**. 1. ed. Brasília: IBRAM, 2016. *E-book*. Disponível em: <http://www.ibram.org.br/sites/1300/1382/00006222.pdf>. Acesso em: 5 jul. 2020.

IBRAM - INSTITUTO BRASILEIRO DE MINERAÇÃO. **Guia para Planejamento do Fechamento de Mina**, 2013.

LEITE, Frederico Arthur Souza; NEVES, Mônica Pessoa. **Reflexões Sobre Fechamento de Mina. Reflections About Mine Closure**. Estas benesses acarr. e-scientia, Minas Gerais, v. 1, p. 14, 2008. Disponível em: <https://revistas.unibh.br/dcbas/article/view/110/62>. Acesso em: 1 jul. 2020.

LIMA, D. P. **Avaliação da contaminação por metais pesados na água e nos peixes da Bacia Do Rio Cassiporé, Estado Do Amapá**, Amazônia, Brasil. 2013. 147 f. Dissertação (Mestrado em Biodiversidade Tropical) – Universidade Federal do Amapá. Macapá, 2013.

MECHI, Andréa; SANCHES, Djalma Luiz. **Revista Estudos Avançados**, São Paulo, v.24, Nº 68, 209-220p, 2010. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/ea/v24n68/16.pdf>. Acesso em: 15 abr. 2021.

METZGER, J.P. Como restaurar a conectividade de paisagens fragmentadas. **Restauração Ecológica de Ecossistemas Naturais**. FEPAF, Botucatu, SP. 49-76p. 2003.

MOREIRA, H. F. **O desenvolvimento sustentável no contexto do setor mineral brasileiro**. 2002. 58 f. Monografia (Pós graduação em Gestão Ambiental) – Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 2003

MME - MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA. **Boletim do Setor Mineral**, 2019. Disponível em: <http://www.mme.gov.br/documents/78404/0/BOLETIM+SETOR+MINERAL.pdf/acb1ca8d-b2bd-825c-03e8-939e87f94682>. Acesso em: 28 jun. 2020.

MORAIS, G. M.; MARTINS, H. C.; SANTOS, V. F. **Relatórios De Sustentabilidade De Empresas Mineradoras No Brasil: Uma Análise Do Seu Alinhamento Com A Agenda De Sustentabilidade Global E Especificidades Locais**. Brazilian Journal of Development, Curitiba, v. 6, n. 6, p. 39032-39059 jun 2020.

PIMENTA, I. L. A.A.; **Fechamento de Mina**. 2012. 50 f. Monografia (Especialização em Engenharia de Recursos Minerais) – Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte, 2012.

SANTOS, Jorge Antônio Conzaga. **Recuperação e Reabilitação de áreas degradadas pela mineração**. Bahia: UFRB, 2017. *E-book*. Disponível em: <https://educapes.capes.gov.br/bitstream/capes/175225/2/recuperacao.pdf>. Acesso em: 6 jul. 2020.

SILVEIRA, Rafaela Ribeiro da. **Caracterização geotécnica para fins de fechamento de uma mina abandonada: estudo de caso de uma mina de Pirita em Ouro Preto/MG**. 2020. 90 f. Dissertação (Mestrado em Geotecnia) - Escola de Minas, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2020.

VASSEUR, P.; COOSSU-LEGUILLE, C. Biomarkers and community indices as complementary tools for environmental safety. **Environment International** 28,711 – 717. 2003.

VIANA, Maurício Boratto. **Licenciamento Ambiental de Minerações em Minas Gerais: Novas Abordagens de Gestão**. 2007. Dissertação (Mestrado) em Desenvolvimento Sustentável - Universidade de Brasília, 2007.

VIEIRA, G. REZENDE, E. N. Mineração de areia e meio ambiente: é possível harmonizar? **Revista do Direito Público**, v. 10, n. 3, p.181-212, 2015.

WINK, P. K. S. et al. **Reação Aos Acidentes Ambientais: Um Estudo Em Uma Mineradora No Mercado Brasileiro**. Revista de Administração e Contabilidade da Unisinos, v. 12, n. 1, p. 52-67, mar. 2015.