



WIGOR DEIVID DE MELO SANTOS

**DESAFIOS E ESTRATÉGIAS PARA A RESTAURAÇÃO
ECOLÓGICA: ESTUDO DE CASO EM UMA MINERADORA**

LAVRAS-MG

2023

WIGOR DEIVID DE MELO SANTOS

**DESAFIOS E ESTRATÉGIAS PARA A RESTAURAÇÃO ECOLÓGICA: ESTUDO DE
CASO EM UMA MINERADORA**

Relatório de estágio supervisionado apresentado à
Universidade Federal de Lavras, como parte das
exigências do Curso de Engenharia Florestal, para
obtenção do título de bacharel.

Prof. Dr. Carolina Souza Jarochinski e Silva

Orientadora

Dr. Aloysio Souza de Moura

Coorientador

LAVRAS-MG

2023

WIGOR DEIVID DE MELO SANTOS

**DESAFIOS E ESTRATÉGIAS PARA A RESTAURAÇÃO ECOLÓGICA: ESTUDO DE
CASO EM UMA MINERADORA**

Relatório de estágio supervisionado apresentado à
Universidade Federal de Lavras, como parte das
exigências do Curso de Engenharia Florestal, para
obtenção do título de bacharel.

APROVADO em 24 de novembro de 2023.

Prof. Dr. Carolina Souza Jarochinski e Silva UFLA

Dr. Aloysio Souza de Moura UFLA

Me. Wélson Antônio de Oliveira UFLA

Prof. Dr. Carolina Souza Jarochinski e Silva

Orientadora

Dr. Aloysio Souza de Moura

Coorientador

LAVRAS-MG

2023

AGRADECIMENTOS

A realização deste Trabalho de Conclusão de Curso é um marco na minha jornada acadêmica e pessoal, e gostaria de expressar minha profunda gratidão a todos que estiveram ao meu lado durante essa caminhada.

Primeiramente, agradeço a Deus por essa oportunidade de poder concluir um curso de ensino superior junto a UFPA. Agradeço também aos meus professores que compartilharam comigo essa jornada universitária, Carolina Silva, Aloysio Moura, o apoio de vocês foram fundamentais para que esse trabalho fosse concluído da melhor maneira, tornando essa experiência mais rica e significativa.

Também não posso deixar de mencionar meus amigos do alojamento estudantil, que se tornaram parte essencial da minha vida universitária. Rafael, Jean, Joice, Thiago, Wagner, Rodrigo, Celso, Pamela, Rodolfo, Jeferson, , Flávio, José Inocêncio e Felipe. Nossas conversas, risos, e até mesmo nossos momentos difíceis foram compartilhados com uma cumplicidade que vou valorizar para sempre. Vocês são mais do que amigos; são parte da minha família.

Minha família também desempenhou um papel fundamental na minha jornada. Minha avó Valda, meu tio Daniel, minha irmã Stela, meu irmão Welder, minha mãe Vanêsa, minha família de Poços de Caldas, Jeferson, Estela e Barbar sempre foram fontes inesgotáveis de apoio e incentivo. E, é claro, não posso deixar de homenagear a memória do meu herói, meu Avô-pai Antônio (Tõe). Seus valores, amor e determinação são a força por trás de tudo o que alcancei. Sei que ele estaria orgulhoso de ver o homem que me tornei. Meus sobrinhos Hugo, Luna, Agatha, Helena, Saymon e Ruan são os lembretes diários de que tudo o que faço tem um propósito maior. São os sorrisos inocentes e os abraços calorosos que me inspiram a continuar crescendo, aprendendo e buscando meus objetivos.

No entanto, um agradecimento especial vai para a minha companheira de vida, Bianca Jeronymo. Bianca, você é a minha inspiração e a força por trás de todos os meus sonhos. Sem o seu apoio inabalável e amor constante, essa jornada acadêmica não teria tido sentido. Você me coloca de volta nos trilhos sempre que penso em desistir, e é o meu pilar de força em todos os momentos.

Agradeço a todos que colaboraram de alguma forma para meu desenvolvimento pessoal e profissional, que Deus continue nos abençoando!

“O homem não é feito pelo o que exerce, e sim pelo que compreende” (Daniel Melo)

RESUMO

Este estudo descreve as experiências vivenciadas durante o estágio realizado na empresa Alcoa Alumínio de Poços de Caldas-MG, no setor de EHS (Meio Ambiente, Saúde e Segurança). O estágio concentrou-se na execução de um projeto de restauração ecológica, decorrente da supressão de vegetação nativa na forma de árvores isoladas para a construção de uma nova área destinada ao armazenamento de resíduos de bauxita. No contexto do estado de Minas Gerais, o Decreto nº 47749 de 11 de novembro de 2019, estabelece diretrizes para a supressão de vegetação nativa em projetos minerários. Essa regulamentação demanda a compensação ambiental de um novo ambiente com condições ecológicas equivalentes às do grupo de espécies removido. O projeto teve início em 01 de abril de 2022, com estudos de campo voltados à identificação das estratégias mais apropriadas para o plantio de mudas florestais. Essa fase contemplou análises do terreno, como declividade, tipo de solo, composição vegetal, em conjunto com o estudo da vegetação arbórea nativa da região de Poços de Caldas. Inicialmente a quantidade de mudas adquiridas foram de 1650 plantas nativas do bioma Mata Atlântica, sendo 500 delas de cedro rosa (*Cedrela fissilis*) e as outras 1150 de outras espécies nativas da região. Para a realização do plantio, foi necessário a preparação da área para o recebimento das mudas. O preparo envolveu o controle de formigas e abelhas, o coroamento considerando as curvas de nível do terreno e o coveamento de 30 x 30 x 30. As mudas foram inseridas no arranjo 2,5 x 2,5 m, com uma planta de cedro rosa (*C. fissilis*) a cada três plantadas (3:1). Além disso, foi utilizado o hidrogel para auxiliar na retenção de umidade próximo às raízes, facilitando o período inicial de adaptação. Após o plantio, as plantas foram monitoradas ao longo do ano, durante o qual ocorreram geadas na região, impactando negativamente o plantio compensatório devido à queima de folhas. Observou-se uma mortalidade de 45% para a espécie de cedro rosa (*C. fissilis*) e 35% para as outras espécies. Esses resultados indicam a necessidade de uma atenção especial ao cedro rosa em plantios de restauração em ambientes suscetíveis a geadas, dada a elevada sensibilidade dessa espécie às condições de geada.

Palavras-chave: Restauração ecológica; Plantio de mudas; Silvicultura; Mineração de bauxita;

ABSTRACT

This study describes the experiences during the internship carried out at the company Alcoa Alumínio de Poços de Caldas-MG, in the EHS (Environment, Health and Safety) sector. The stage focuses on the execution of an ecological restoration project, resulting from the suppression of native vegetation in the form of isolated trees for the construction of a new area destined for the storage of bauxite waste. In the context of the state of Minas Gerais, Decret n° 47749, 2019/11/11, establishes guidelines for the suppression of native vegetation in Minas Gerais projects. This regulation requires the environmental compensation of a new environment with ecological conditions equivalent to the group of species removed. The project began on April 1, 2022, with field studies aimed at identifying the most appropriate strategies for planning forest changes. This phase includes analyzes of the terrain, such as slope, soil type, plant composition, together with the study of the native arboreal vegetation of the Poços de Caldas region. Initially, the number of seedlings acquired were 1,650 plants native to the Atlantic Forest biome, 500 of which were pink cedar (*Cedrela fissilis*). To carry out the planning, it was necessary to prepare the area for collecting the seedlings. The preparation involved the control of ants and bees, the crowning considering the terrain contour lines and the digging of 30 x 30 x 30. The seedlings were inserted in the 2.5 x 2.5 m arrangement, with a pink cedar plant (*Cedrela fissilis*) for every three planted (3:1). Furthermore, the hydrogel was used to help retain moisture close to the roots, facilitating the initial adaptation period. After planting, the plants were monitored throughout the year, during which occurrences occurred in the region, impacting compensatory planting quantities due to leaf burning. A mortality rate of 45% was observed for the pink cedar species (*Cedrela fissilis*) and 35% for the other species. These results indicate the need for special attention to pink cedar in restoration plantings in environmentally susceptible environments, given the high sensitivity of these species to suffering conditions.

Keywords: Ecological restoration; Planting of seedlings; Forestry; Bauxite mining;

LISTA DE FIGURAS

Figura 3.1 - Atuação da empresa Alcoa Alumínio S/A no Brasil	18
Figura 3.2 – Modelo da matriz SWOT	20
Figura 3.3 Modelo do Diagrama de Ishikawa	21
Figura 3.4 - Localização do município de Poços de Caldas no sudeste de Minas Gerais	22
Figura 3.5 - Localização da área de plantio de mudas nativas	23
Figura 3.6 - Realização de tratamentos culturais nas mudas nativas.	26
Figura 3.7 - Identificação e controle de formigas cortadeiras.	27
Figura 3.8 - Redução de riscos por meio do controle de abelhas.	28
Figura 3.9 - Marcação do coveamento e alinhamento do plantio de mudas	29
Figura 3.10 - Realização do coveamento na parte central do coroamento	30
Figura 3.11 - Planejamento do arranjo em campo das mudas nativas.....	31
Figura 3.12 - Sequência das atividades de plantio de mudas.	32
Figura 4.1 - Sequência de atividades que colaboraram para a alta mortalidade de plantas em campo - Diagrama de Ishikawa	38
Figura 4.2 - Matriz SWOT do projeto de compensação florestal.....	39
Figura 4.3 - Registro de plantas afetadas pela geada no período de junho a julho de 2022.....	40
Figura 4.4 - Registro de plantas em boas condições no período de maio a outubro de 2022.	41

LISTA DE TABELAS

Tabela 3.1 – Lista de mudas florestais nativas da região de Poços de Caldas;	24
Tabela 3.2 - Solicitação de mudas ao viveiro Alcoa – dezembro de 2022;	35

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	10
1.1	Objetivo Geral	12
1.2	Objetivos Específicos.....	12
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	12
2.1	O Setor Florestal.....	12
2.2	O Setor Minerário	13
2.3	Compensação Ambiental Florestal Minerária	14
2.4	Silvicultura/Grupo Ecológico	16
2.5	Cedro Rosa (<i>Cedrela fissilis</i> Vellozo 1825).....	17
3	MATERIAIS E MÉTODOS	18
3.1	Descrição Geral da Empresa e do Estágio	18
3.1	Análise SWOT e Diagrama de Ishikawa	20
3.2	Descrição da Área de Plantio	22
3.3	Descrição das Atividades de Restauração Florestal Realizadas.....	24
3.3.1	Seleção de Mudas.....	24
3.3.2	Controle de Formigas Cortadeiras	26
3.3.3	Controle de Abelhas e Marimbondos	28
3.3.4	Controle de Matocompetição	28
3.3.5	Coveamento.....	30
3.3.6	Plantio de Mudas	31
3.3.7	Adubação de Cobertura.....	33
3.4	Monitoramento	33
3.4.1	Indicadores.....	34
3.4.2	Replantio	35
4	RESULTADOS E DISCUSSÕES	36
4.1	Sobrevivência do Cedro	36
4.2	Resultados da Matriz SWOT	39
4.3	Influência na Qualidade do Plantio	39
4.4	Constatações Pessoais.....	41
5	CONCLUSÃO	42
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	44

1 INTRODUÇÃO

No Brasil, a história da mineração teve início no século XVII com as expedições armadas dos bandeirantes, que buscavam vasculhar o interior do território brasileiro em busca de metais e pedras preciosas. Nesse período, os exploradores lucravam com a mão de obra escrava indígena, passaram a enfrentar a concorrência dos escravos africanos, que, por sinal, eram mais viáveis economicamente, gerando o aumento do tráfico negreiros. No ano de 1696, as expedições obtiveram sucesso ao encontrar jazidas de ouro nas regiões de Minas Gerais, hoje conhecida como Vale do Ouro Negro (BARRETO, 2001).

Com efeito o desenvolvimento da economia brasileira está entrelaçado com a mineração nacional, devido ao seu grande potencial mineral, juntamente com sua diversificada geologia, fato que possibilita a ocorrência de diversos materiais minerários. Tais produtos estão presentes no nosso dia a dia que dificilmente não conseguimos identificá-los (DA SILVA, 2021).

Atualmente, tem-se o registro de 37 substâncias metálicas cadastradas junto à Agência Nacional de Mineração, que juntas representam cerca de 89% do valor total da produção mineral brasileira. Dentre essas, existem 11 principais substâncias que correspondem a 99,7% de todo valor da produção, sendo elas: alumínio, cobre, cromo, estanho, ferro, manganês, nióbio, níquel, ouro, vanádio e zinco (ANM, 2023).

Em consonância com o impacto econômico, a mineração de bauxita desempenha um papel crucial para a cidade de Poços de Caldas – MG, pois essa atividade fornece a matéria-prima para a produção de alumina, um composto essencial para a fabricação de alumínio. A empresa Alcoa Alumínio S/A é uma das principais responsáveis por esse processo, que envolve a extração, o beneficiamento e o transporte da bauxita até a refinaria (ALCOA, 2023).

A extração de bauxita na região se torna muito rentável devido a presença da bauxita em camadas até 1 m de profundidade, diferente das operações do estado do Pará e Zona da Mata onde ocorre o empilhamento das camadas superficiais do solo retirando a camada de subsolo de aproximadamente 8 m de profundidade e, finalmente, a extração da bauxita presente numa faixa de 8 a 13 m de profundidade, com espessura variando de 1 a 7 m (LAPA, 2000). As bauxitas de Poços de Caldas são oriundas de um longo processo de decomposição de rochas alcalinas, onde os elementos alcalinos e a sílica são removidos dos feldspatos, e os feldspatóides da rocha matriz cedendo lugar para a alumina hidratada e possíveis impurezas que permanecem no solo (GIRODO, 2000).

Para a extração de minerais no Brasil, há diretrizes que são regulamentadas principalmente pela legislação federal, que estabelece para a exploração de minério, o

licenciamento ambiental e as responsabilidades das empresas mineradoras. O Código de Mineração estabelece as regras e procedimentos para a exploração mineral em Minas Gerais, incluindo a concessão de direitos minerários, como autorizações de pesquisa, concessões de lavra e licenciamentos ambientais. Além disso, determina a obrigatoriedade de recuperação dos ambientes que sofreram intervenções de alteração de uso de solo, por meio de corte de árvores protegidas, abertura de mina para extração, entre outros (BRASIL, 2020).

O Novo Código Florestal de 2012 estabelece a obrigação legal de realizar a compensação florestal. Por meio da intervenção de plantios de mudas nativas relativas ao ambiente no qual sofreu alteração. A restauração ecológica compensatória é fundamentada no Art.75 da Lei nº 20.922/2013 e determina que todo empreendimento minerário que dependa de supressão de vegetação nativa fica condicionado a realizar medidas compensatórias as quais incluem a regularização fundiária e a implantação de Unidade de Conservação (UC) de Proteção Integral (BRASIL, 2012).

O sucesso de projetos de restauração ecológica está inteiramente ligado às operações de plantio, uma vez que a escolha de um sistema adequado e de objetivos claros auxilia na determinação de práticas silviculturais adequadas para cada contexto (SILVA; BELLOTE, 2003). A Silvicultura auxilia nesse processo, pois é uma prática importante de implantação e restauração florestal. Ela visa o aproveitamento e manutenção racional dos ecossistemas, em prol do interesse ecológico, científico, econômico e social por meio do estudo do clima, determinação da espécie, qualidade na produção de mudas, preparo do solo, controle de pragas e tratos culturais (EMBRAPA, 2023).

Nesse sentido, a implantação baseia-se no Decreto nº 47749 de 11 de novembro de 2019, que determina para projetos de construção de empreendimento na área onde ocorreu a supressão, deve-se realizar a compensação florestal em um novo ambiente por meio do plantio de 25 indivíduos para cada 1 suprimido (25:1), entretanto a empresa determinou o plantio dobrado de plantas para cada supressão, considerando o plantio de 50 mudas florestais para cada 1 indivíduo suprimido (50:1). Essa estratégia foi adotada pois pretende-se fornecer ao ambiente as melhores condições de restauração possível. A destinação de um novo ambiente para o plantio compensatório segue as atribuições previstas na lei Federal nº 11.428/2006 em seu capítulo VII, que destina uma nova área com as mesmas condições ecológicas, estando localizada na mesma bacia hidrográfica e, sempre que possível, nas mesmas microbacias hidrográficas (BRASIL, 2022).

O presente trabalho refere-se a um estágio profissional realizado na empresa Alcoa Alumínio, situada na cidade de Poços de Caldas, onde foi realizado um projeto de plantio de

mudas florestais nativa de Mata Atlântica, visando a restauração ecológica de um ambiente, a fim de cumprir com as demandas da legislação de Minas Gerais, condicionado pela supressão de vegetação nativa de 10 indivíduos de *Cedrela fissilis* Vellozo 1825, o cedro rosa, na forma de árvores isoladas, para a construção de uma nova área de deposição de resíduos de bauxita.

1.1 Objetivo Geral

Avaliar a implantação de mudas nativas do bioma de Mata Atlântica, na empresa Alcoa de Poços de Caldas-MG, de forma a contemplar as demandas da legislação vigente.

1.2 Objetivos Específicos

- Avaliar a sobrevivência do cedro rosa (*Cedrela fissilis*);
- Avaliar a influência edafoclimática da região na qualidade do plantio;
- Identificar oportunidades, ameaças, força e fraquezas do projeto através da Análise SWOT;
- Identificação de melhorias para projetos de restauração ecológica.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 O Setor Florestal

A pandemia da COVID-19, afetou negativamente a atividade econômica de diversos segmentos industriais. Entretanto, o setor florestal apresentou grande desenvolvimento devido ao novo cenário de comércio nacional e internacional. Os impactos geraram um crescimento exponencial através da contribuição aproximada em US\$ 1,5 trilhão na economia mundial (AFONSO & MILLER, 2021; FAO, 2022).

O segmento de celulose e papel se destacaram nesse cenário devido à alta do consumo, condicionada à nova rotina de higiene pessoal e limpeza, favorecendo o aumento da exportação de celulose, elevando o rendimento de US\$ 6,0 bilhões em 2020 para US\$ 6,7 bilhões em 2021. A produção de celulose cresceu de 7,4%, em 2021, para 22,5 milhões de toneladas, mantendo a posição de segundo maior produtor do mundo, ficando atrás apenas dos Estados Unidos que se destaca com uma produção de 50,9 milhões de toneladas (VALOR, 2020; IBÁ, 2022).

O setor florestal tem sido um importante indicador de desenvolvimento econômico, uma vez que atua gerando novas oportunidades de trabalho, renda local e contribui para mitigar mudanças climáticas e emissão de gases do efeito estufa. A extensão de florestas plantadas no

Brasil atingiu a marca de 9,93 milhões de hectares, devido às condições climáticas propícias ao desenvolvimento dos plantios, somada aos avanços tecnológicos de melhoramento genético e boas práticas de manejo silviculturais, condicionando ambientes e condições de excelência para a obtenção de elevados índices de produção (IBÁ, 2022; OLMOS et al., 2022).

Considerando o potencial do setor florestal brasileiro, o país atualmente tornou-se referência em inovações tecnológicas nas áreas de silvicultura e melhoramento de espécies florestais, justificando o alto investimento de R\$36 bilhões do setor para o aprimoramento das metodologias empregadas (IBÁ 2022).

Segundo Juvenal (2012) a Silvicultura é uma área importante dentro do setor florestal brasileiro, que contribui para obtenção do conhecimento da dinâmica florestal e das potencialidades de plantio, pois envolve técnicas de manejo, conservação e reocupação dos recursos florestais. A silvicultura brasileira, junto às condições climáticas do Brasil confere ao país grandes vantagens comparativas para a atividade florestal. Esses fatores, associados ao desenvolvimento tecnológico no plantio de florestas, transformam as vantagens naturais em competitividade real.

2.2 O Setor Minerário

O Brasil possui uma vasta extensão continental e diversificada geologicamente, fator que propicia a existência de diversos tipos de materiais minerais, alguns ocupando posições de destaque global se tratando de grandes reservas e produção mineral, a exemplo o minério de ferro, o cobre, o ouro, o alumínio e o nióbio (AMB, 2019). O valor total de exportações das principais substâncias metálicas brasileiras somaram US\$46,44 bilhões (ANM, 2020). Fato que justifica os grandes investimentos previstos para o setor, estima-se que até 2025, sejam implantados US\$ 41,3 bilhões (IBRAM, 2022).

Segundo o Anuário Mineral Brasileiro (ANM, 2023), a produção mineral do Brasil gerou mais de US\$ 59 bilhões com o comércio exterior no ano de 2022, representando um acréscimo de 63% em relação à 2020, que gerou US\$ 38 bilhões, que contribui com cerca de 4% no PIB brasileiro. O aumento da rentabilidade do setor, é reflexo das consequências da pandemia do COVID-19, que colaborou para o aumento de commodities agrícolas em até 84%, se comparando ao período da gripe espanhola (CARRERAS; TAFUNELL, 2005; SILVA, 2022).

Segundo os dados da Associação Brasileira do Alumínio (ABAL), o Brasil é o terceiro país que mais produz alumínio, possuindo 7,8% das reservas mundiais. No ano de 2022,

alcançou a marca de 810 mil toneladas produzidas, representando um acréscimo de 5,1% comparado ao ano anterior. Junto a isso, o faturamento de R\$ 140 bilhões, que representa o acréscimo de 14% comparado ao ano anterior e o surgimento de mais de 501 mil postos de trabalho, representando um acréscimo de 12% (ABAL, 2022).

2.3 Compensação Ambiental Florestal Minerária

O processo de avaliação de impactos ambientais em Minas Gerais começou na década de 1980, acompanhando o movimento nacional, com a aprovação da Lei Estadual nº 7.772/80, que estabelece as normas para a proteção, melhoria e conservação do meio ambiente. Esse processo se fortaleceu com a criação da Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável, encarregada da regularização ambiental (MINAS GERAIS, 1980).

O estado de Minas Gerais foi um dos primeiros estados a adotar a aplicação da compensação ambiental. Atualmente, o Instituto Estadual de Florestas define o planejamento da compensação ambiental por meio da Gerência de Compensação Ambiental, para determinar estratégias de proteção e conservação dos recursos naturais (IEF, 2012). No ano de 2012, a mineração gerou, por meio da compensação ambiental, um montante de 60 milhões no estado de Minas Gerais, arrecadando 45,7% do valor global (BARROS, 2013)

A mineração é uma atividade que gera impactos ambientais, sociais e sofre muita pressão devido à sua potencialidade econômica, necessitando de um controle rigoroso sobre os empreendimentos. O licenciamento ambiental é o instrumento legal que estabelece as condições para a implantação e operação das atividades mineradoras, visando à proteção do meio ambiente e da qualidade de vida das populações afetadas. No entanto, Oliveira et al. (2016) e César & Carneiro (2017) revelam que existem falhas e limitações no processo de licenciamento ambiental em Minas Gerais, como a simplificação excessiva dos critérios de avaliação, a falta de pessoal qualificado, a burocracia excessiva e a falta de transparência. Esses fatores comprometem a eficácia do licenciamento ambiental e impedem que a mineração se torne uma atividade sustentável, que respeite o meio ambiente e as comunidades locais.

A compensação ambiental é comumente empregada no intuito de reparar as perturbações ou degradações ambientais causadas pelas ações antrópicas, causadoras de perdas atuais ou futuras (BRASIL, 2000). Fundamentada na resolução CONAMA 1/1986 e na lei 9.985/2000, como forma de antecipar possíveis cobranças a um “usuário-pagador”, por meio da indenização a um provável dano já previsto nas competências do licenciamento ambiental.

Portanto, a compensação surge na necessidade de mitigar os danos negativos ao ambiente, e assim, por meio da compensação, reparar os danos provenientes desta externalidade (BECHARA, 2007).

Conforme a legislação do IEF, em Minas Gerais, além da compensação ambiental, que se trata de pagamento financeiro pelos danos acometidos ao meio ambiente, é exigida a compensação florestal, através da recuperação de áreas na mesma proporção ou superior às áreas afetadas pela supressão vegetal. A compensação florestal tem como base instrumentos legais previstos no Decreto nº 47749, que determina no seu Art. 26:

“A autorização para o corte ou a supressão, em remanescentes de vegetação nativa ou na forma de árvores isoladas nativas vivas, de espécie ameaçada de extinção constante da Lista Oficial de Espécies da Flora Brasileira Ameaçadas de Extinção ou constante da lista oficial do Estado de Minas Gerais, poderá ser concedida, excepcionalmente, desde que ocorra uma das seguintes condições: I - risco iminente de degradação ambiental, especialmente da flora e da fauna, bem como da integridade física de pessoas; II - obras de infraestrutura destinadas aos serviços públicos de transporte, saneamento e energia; **III - quando a supressão for comprovadamente essencial para a viabilidade do empreendimento** (BRASIL, 2019).”

O parágrafo primeiro deste artigo define que a reposição deve priorizar a revitalização de áreas adjacentes a nascentes, áreas de preservação permanente, terras próximas às Reservas Legais e a conexão entre remanescentes vegetais, seja na área do projeto ou em locais de ocorrência natural.

O decreto, em seu artigo 73, estabelece que a autorização para a remoção de vegetação está condicionada à aprovação de um plano de reposição com mudas nativas, na proporção de dez a vinte e cinco mudas por exemplar autorizado. Entretanto, a empresa escolheu plantar cinquenta mudas para cada exemplar removido (na proporção de 50:1), visando aumentar o número de indivíduos da mesma espécie na restauração do ambiente. Essa decisão se baseia nas estratégias descritas na Deliberação Normativa COPAM nº 314, de 29 de outubro de 2007, que: Na hipótese de a supressão ser para o desenvolvimento de empreendimento, deverá haver compensação na proporção de **50:1** (cinquenta indivíduos para cada indivíduo retirado). Com espécies nativas típicas da região, preferencialmente do grupo de espécies que foi suprimido (BRASIL, 2007). Reforçando o compromisso da empresa Alcoa Alumínio para com o meio ambiente.

Portanto, a supressão de 10 indivíduos arbóreos de *Cedrela fissilis* para a realização de um empreendimento implica em um impacto ambiental que deve ser mitigado por meio de medidas compensatórias. Uma dessas medidas é o plantio de 500 mudas de *C. fissilis* em uma

área adequada, que possibilite a recuperação da espécie e a manutenção da biodiversidade. Outra medida, é a realização do enriquecimento do plantio com outras espécies nativas, tendo em vista que a supressão também afeta indivíduos de eucaliptos que compõe a vegetação da área. Essas ações visam garantir o equilíbrio ecológico e a sustentabilidade do empreendimento, conforme as normas ambientais vigentes.

2.4 Silvicultura/Grupo Ecológico

Para um bom desenvolvimento de plantios florestais de nativas, é fundamental conhecer o comportamento silvicultural das espécies em determinada região, para que sejam determinadas as melhores estratégias silviculturais a fim de explorar os potenciais de cada indivíduo (NERI et al., 2011; RORATO et al., 2018; STOLARSKI et al., 2018). Além de conhecer as características de desenvolvimento inicial das espécies, o monitoramento de campo surge para a verificação e a validação das estratégias adotadas, que são capazes de descrever as respostas das espécies sobre diferentes práticas silviculturais e condições ambientais, dando o entendimento dos processos que influenciam no seu desenvolvimento (CAMPOE et al. 2014).

A classificação das espécies em relação ao grupo ecológico torna-se uma ferramenta essencial para compreender as necessidades de cada indivíduo e auxiliar na sucessão ecológica do plantio (PAULA et al., 2004), uma vez que a sucessão ecológica descreve o fenômeno de substituição progressiva de outra espécie ao longo do tempo em um mesmo local (GANDOLFI; RODRIGUES, 2007).

Segundo Almeida (2016) a classificação quanto ao grupo ecológico pode ser descrita da seguinte maneira:

- I. Pioneiras: se desenvolvem em locais abertos, com a incidência de muita luminosidade e apresentam crescimento muito rápido;
- II. Secundárias Iniciais: se desenvolvem em locais semi-abertos, com sombreamento parcial e apresentam crescimento rápido;
- III. Secundárias Tardias: apresentam desenvolvimento inicial com pouca luz e crescimento lento.
- IV. Clímax: se desenvolvem em ambientes de sub-bosque com sombreado leve ou denso e apresenta crescimento muito lento;

Para que as espécies de mesmo grupo ecológico se desenvolvam no seu máximo potencial, um fator limitante é a disponibilidade de sombreamento específico de acordo com a fisiologia da planta, uma vez que a disponibilidade de luz é um fator ecológico que influencia

no desenvolvimento da espécie (GUENNI; SAITER; FIGUEROA, 2008). Desse modo, a morfologia e o desempenho de crescimento inicial da espécie podem ser influenciados de acordo com a incidência de luz do ambiente (POORTER, 2001).

2.5 Cedro Rosa (*Cedrela fissilis* Vellozo 1825)

O cedro rosa (*C. fissilis*) é uma árvore de grande porte nativa do Brasil, que pertence à família das meliáceas, sua ocorrência se dá desde a Costa Rica até o sul do Brasil, sendo amplamente distribuída pela América do Sul (GARTLAND, 1996). Ela é uma espécie caducifólia, podendo perder suas folhas na fase de maturação dos frutos e variando esse período em decorrência das condições climáticas do local no qual está inserida. Devido a sua madeira de ótima qualidade, como por exemplo alta durabilidade, é muito utilizada no mercado madeireiro, estando entre as quatro espécies brasileiras mais procuradas para exportação (ANGELO et al., 2001)

Por ser uma espécie pioneira ou secundária inicial, o cedro rosa tem grande potencial para a restauração de áreas degradadas, pois se adapta bem a diferentes condições ambientais e apresenta rápido crescimento (JUNIO et al., 2012). Essa espécie de árvore se adapta bem a ambientes com diferentes graus de perturbação, podendo regenerar-se em clareiras pequenas ou nas bordas da floresta (COSTA & MANTOVANI, 1995). Entretanto, o plantio a pleno sol é desaconselhado, pela grande vulnerabilidade ao ataque da broca-do-cedro, acarretando um histórico de fracasso acentuado, devido à sua ecofisiologia, por apresentar maior produtividade sob condições de menor intensidade de luz (INOUE, 1977). Em seu estado juvenil é caracterizada pela necessidade de sombreamento – esciófila, já no estágio adulto apresenta a necessidade de muita luz – heliófila (INOUE, 1983). A resistência a baixas temperaturas é um fator bastante variável, caracterizada de, mediantemente tolerante a tolerante. Em florestas naturais, as árvores adultas toleram temperaturas de até -10,4°C (EMBRAPA, 2005).

Segundo Waimer (2022), a *Cedrela fissilis* é uma espécie vulnerável às geadas prolongadas. O autor comparou os efeitos da silvicultura intensiva e da silvicultura convencional sobre o crescimento e a sobrevivência das mudas. Os resultados mostraram que a silvicultura intensiva reduziu em 13,8% os danos causados pela geada, mas não impediu a diminuição de 31,9% na altura e 20,5% no diâmetro do coleto, nem a alta mortalidade de 80% das mudas. O autor concluiu que metodologias silviculturais não apresentaram impactos positivos quanto à suscetibilidade da *C. fissilis* em áreas sujeitas a geadas frequentes.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 Descrição Geral da Empresa e do Estágio

A empresa Alcoa Alumínio S/A é líder global na indústria de produtos de bauxita, alumina e alumínio, além de ser uma empresa multinacional com mais de 20 plantas espalhadas por quase todos os continentes. Ela foi fundada inicialmente na Pensilvânia, em 1888, quando Charles Martin Hall descobriu um “jeito barato” para produzir alumínio, dando origem à primeira empresa desse ramo. Após 77 anos, chegou ao Brasil, no dia 14 de maio de 1965, com o nome de Alcominas, na cidade de Poços de Caldas – MG. Posteriormente, quando a empresa tornou-se global, o nome mudou para Alcoa, cunhado pela primeira vez no ano de 1910, o mesmo ano em que também lançou a folha de alumínio, um produto revolucionário para o mercado. (ALCOA, 2023)

No Brasil, a empresa possui duas unidades produtivas de extração de minério, localizadas em Poços de Caldas (MG) e Juruti (PA). Ao longo desses 58 anos de história, o grupo Alcoa investiu em diversificação de produtos. O território mineiro é responsável pelas operações de mineração, refinaria, químicos, refusão e pó de alumínio. O grupo mantém escritórios em São Paulo (SP), Poços de Caldas (MG) e Brasília (DF), além de possuir participação acionária em quatro hidrelétricas; Machadinho, Barra Grande, Serra do Facão e Estreito (Relatório anual de atividades Alcoa, 2019). A Figura 3.1 apresenta a área de atuação da empresa no Brasil, considerando todos os empreendimentos vinculados a empresa.

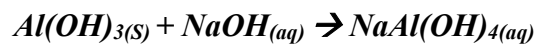
Figura 3.1 - Atuação da empresa Alcoa Alumínio S/A no Brasil



Fonte: Relatório de Sustentabilidade - Alcoa Alumínio, 2019.

Atualmente, a fábrica localizada em Poços de Caldas (MG), produz alumina, metal e pó de alumínio. Em sua parte interna, a fábrica possui capacidade de alimentação de aproximadamente 43 mil toneladas de metal, distribuídos entre lingotes, sucatas, antiligas, já na parte da refinaria tem a capacidade de 1,1 milhão de toneladas de Bauxita. Para se obter os produtos oriundos da bauxita (Al_2O_3), utiliza-se o processo Bayer que consiste em três etapas principais:

- **Digestão da bauxita** – Em primeiro momento ocorre a moagem da bauxita, posteriormente adiciona uma solução quente de hidróxido de sódio (NaOH) sob temperatura e pressão controladas. A planta da Alcoa opera a fase de digestão em temperaturas próxima a $200^\circ C$ e pressão em torno de 30 atm. Nestas condições o alumínio é dissolvido na solução, formando um licor verde;



- **Precipitação** – Separação da fase líquida (licor) da fase sólida (resíduo insolúvel), pelo processo de decantação. Nesta fase, objetiva-se adensar ao máximo o resíduo sólido para a reutilização de NaOH. Seguido, adiciona-se polímeros flocculantes e cristais de alumina para estimular a precipitação de cristais de alumina;



- **Calcificação** – Esta é a etapa final do processo, no qual o objetivo é a retirada de qualquer resíduo do licor contido na alumina. Para isso, a alumina é calcinada a uma temperatura de aproximadamente $1000^\circ C$, a fim de formar cristais de alumina puros;



A fábrica de beneficiamento iniciou em agosto de 2022 os testes com o primeiro filtro prensa na localidade, tendo a função de retirar a umidade do resíduo final, deixando-o com umidade próxima a 30%, equivalente à umidade natural do solo. Fato que marca o surgimento de novas estratégias de disposição de resíduos de bauxita, outrora depositados em barragens úmidas. Com a chegada do filtro prensa, a unidade mineira se torna a primeira empresa do Brasil a empregar a tecnologia em suas atividades (Brasil Mineral, 2022).

O presente estágio foi realizado no setor de EHS (meio ambiente, higiene e segurança) da unidade de Poços de Caldas, com início no dia 14 do mês de março de 2022 e o termino no dia 14 de março de 2023. Durante esse período, foi desenvolvido diversas atividades relacionadas às demandas de meio ambiente da empresa, a primeira delas refere-se a atividades junto aos colaboradores da empresa terceirizada L.A. Teixeira & Filho, responsáveis pelo monitoramento contínuo de água, efluentes da fábrica e ar ambiente. O monitoramento da fábrica consiste na coleta e análise de amostras de ar ambiente, água superficial, subterrânea,

potável e de efluentes gerados pela empresa, que são enviadas para análise ao laboratório central da L.A Teixeira & Filho. Os resultados são comparados com os padrões estabelecidos pelos órgãos ambientais e pela própria Alcoa, que possui metas mais rigorosas do que as exigidas por lei. O monitoramento permite identificar e corrigir eventuais desvios, prevenir impactos ambientais negativos e avaliar a eficiência dos sistemas de tratamento de água e efluentes.

Além disso, foram realizadas atividades diretamente relacionadas a atuação técnica de um Engenheiro Florestal, que consistiu no plantio de mudas nativas da região a fim de compensar o a supressão de vegetação nativa para a construção de um empreendimento, caracterizado como barragem a seco de bauxita (ARB 2^a) na unidade de Poços de Caldas.

3.1 Análise SWOT e Diagrama de Ishikawa

A análise SWOT, criada pelos professores Kenneth Andrews e Rolan Cristensen, visa analisar a competitividade de uma organização, considerando quatro variáveis: Strengths (Forças), Weaknesses (Fraquezas), Oportunities (Oportunidades) e Threats (Ameaças). A Figura 3.2 mostra o modelo dessa análise que auxilia na avaliação global das Forças, Oportunidades, Fraquezas e Ameaças, considerando os fatores que influenciam o contexto interno e externo da empresa, resultando na situação real da organização. Por meio dessa análise é possível elencar as potencialidades da organização que, ao alinhar os pontos fortes com os fatores críticos de sucesso, a empresa será por certo, competitiva no longo prazo (RODRIGUES, et al. 2005).

Figura 3.2 – Modelo da matriz SWOT



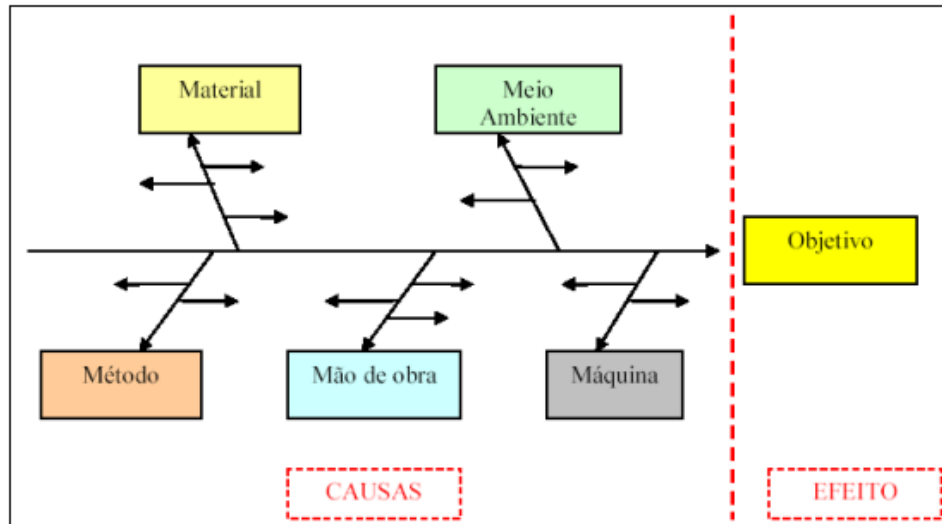
Fonte: Adaptado SILVA (2009).

Para a determinação dos quatro fatores, é importante considerar os ambientes internos e externos à empresa. Os principais critérios a serem analisados, considerando o ambiente interno, são os recursos financeiros, liderança, imagem no mercado, condicionamento competitivo, tecnologia, vantagens de custo, propaganda, competência e inovação de produtos (CHIAVENATO; SAPIRO, 2003). Já os principais critérios externos analisados são os fatores macroambientais demográficas, econômicas, tecnológicas, políticas, legais, sociais e culturais e dos fatores microambientais – consumidores, concorrentes, fornecedores (COBRA, 2003).

Daychouw (2007) afirma que a análise SWOT é uma ferramenta para fazer análises do cenário e também de ambiente, sendo muito utilizada para nortear projetos nas organizações. Nesse sentido, foi realizada uma análise por meio da observação a respeito do plantio compensatório, por meio da construção de uma matriz para avaliar as principais forças, fraquezas, oportunidades e ameaças em relação ao plantio compensatório de mudas florestais nativas na sede da empresa Alcoa Alumínio S/A. Com isso, procurou-se discutir as principais causas e efeitos que afetaram o desenvolvimento do projeto.

A Figura 3.3 apresenta o modelo do Diagrama de Ishikawa, que exemplifica a influência de causas, como material, meio ambiente, método, mão de obra e máquina, sob um determinado objetivo.

Figura 3.3 Modelo do Diagrama de Ishikawa



Fonte: Apud Portal do Administrador (2010)

Segundo Mata Lima (2007) para utilizar ferramentas de identificação de causa dos problemas é importante que haja o diálogo entre as partes envolvidas e que as estratégias de decisão devem ser baseadas nas análises dos registros constados nas visitas de estudo, em reuniões técnicas, inquéritos e entrevistas, e outros. O autor conclui que o grande potencial das

ferramentas da qualidade estão em identificar as causas raízes dos problemas e para melhor solução destes. Nesse sentido, permite a atuação de estratégias direcionadas as causas dos problemas e não apenas nos sintomas apresentados.

Segundo Miguel (2006) e Viera (1999) as sete ferramentas tradicionais da qualidade são: diagrama de causa-efeito, histograma, gráfico de pareto, diagrama de correlação, gráfico de controle e folha de verificação. No contexto deste trabalho, foi utilizado apenas o diagrama de causa-efeito, que consiste em representar de forma gráfica as influências (causas) sobre um determinado problema (efeito). Essa representação também é conhecida como Diagrama de Ishikawa, devido o nome do seu criador Kaoru Ishikawa, ou Diagrama de Peixe, devido a sua forma se assemelhar com uma espinha de peixe (MIGUEL, 2006).

3.2 Descrição da Área de Plantio

A área designada para a propagação de mudas de espécies nativas está situada no município de Poços de Caldas, localizado na região sudoeste do estado de Minas Gerais (Figura 3.4). Esta área específica possui uma altitude de 1205 metros e está geograficamente posicionada nas coordenadas $21^{\circ}47'06.75''S - 46^{\circ}33'42.82''O$, comumente conhecida como praça das rosas. Essa cidade está localizada dentro de uma caldeira vulcânica inativa, fato que favorece a presença de um complexo de intrusões alcalinas, formado por rochas de nefelina-sienito e coberto por sedimentos do mesozóico (SHUMANN, 1993). A geomorfologia é caracterizada por relevos geralmente montanhoso e com vales de fundo plano, gerando amplas várzeas aluviais (PEREIRA, FONTES, 2009)

Figura 3.4 - Localização do município de Poços de Caldas no sudeste de Minas Gerais

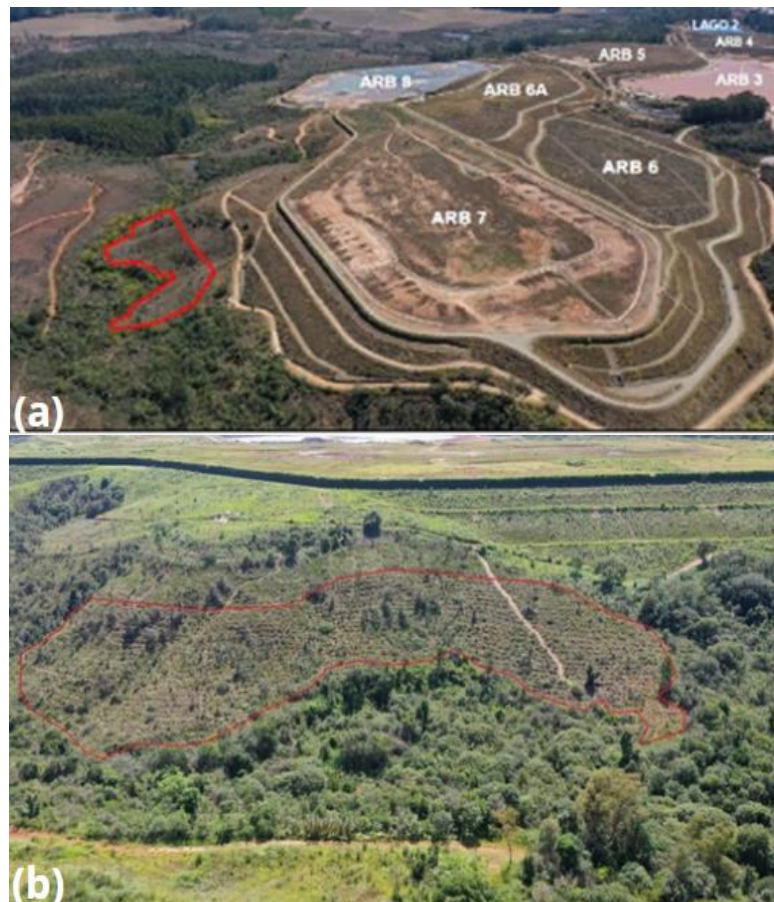


Fonte: Barros (2019)

A região de Poços de Caldas está localizada no domínio fitogeográfico de Mata Atlântica, caracterizada por Floresta Estacional Semidecidual Alto-Montana (VELOSO et al., (1991) apud OLIVEIRA-FILHO et al., 2006). A pluviosidade é significativamente superior ao da região circundante, pela influência das chuvas orográficas (altitudes de 1000 a 1600 m), que alcançam cerca de 1800 mm/ano, com maior intensidade entre outubro e março (GIRODO, 2000).

A Figura 3.5 ilustra a extensão territorial alocada para o cultivo de mudas de espécies nativas, sendo correspondente a uma área de 1,485 hectares, e que apresenta na porção superior do relevo a escaca com coordenadas geográficas $21^{\circ}51'59.72''S - 46^{\circ}34'42.25''O$ e com altitude de 1304m. Essa área está localizada dentro da fábrica de Poços de Caldas, próximo à área dos lagos, onde está armazenado o resíduo úmido de bauxita (ARB 7). O acesso a esta área de plantio também pode ser obtido através da Rodovia Poços / Andradas, no Km 10, Zona Rural de Poços de Caldas (MG) – Brasil, CEP 37.719-900.

Figura 3.5 - Localização da área de plantio de mudas nativas



Legenda: (a) Em destaque a área de plantio próximo a área dos lagos na sede Alcoa Alumínio S.A.; (b) Vista frontal da área de plantio.

Fonte: Do autor (2023)

Segundo a classificação de Koppen, o clima da região é caracterizado como Cwb, que corresponde a um clima subtropical de altitude, com verões amenos e inverno seco. A temperatura média anual é representada por 19,9°C, sendo que as mínimas podem chegar a -6,0°C com máximas a 31,7°C e umidade relativa média do ar é de 79% (ALVARES et al., 2013). Esse clima é influenciado pela altitude da região e pela dinâmica das massas de ar que atuam sobre o território.

3.3 Descrição das Atividades de Restauração Florestal Realizadas

As atividades de restauração realizadas na área de estudo estão descritas nos tópicos a seguir, detalhando as atividades de seleção de mudas, controle de formigas cortadeiras, controle de abelhas e marimbondos, controle de matocompetição, coveamento, plantio de mudas e adubação de cobertura. Parte da metodologia silvicultural do plantio será abordada e exemplificada nos próximos tópicos, visando oferecer uma compreensão detalhada das práticas empregadas na restauração ecológica.

3.3.1 Seleção de Mudanças

De acordo com CARNEIRO (1981) para condicionar mudas de boa qualidade, e que apresentem melhores condições de adaptação no campo, ações como a escolha da melhor espécie alinhada com tratamentos culturais adequados, afetam positivamente a qualidade final de mudas. A avaliação da qualidade das mudas é baseada nas características morfológica e fisiológica (GOMES et al., 2002). O uso de mudas de baixa qualidade tende a aumentar os custos de produção além de colaborar com o aumento da taxa de mortalidade de mudas (MOREIRA et al., 2016)

A tabela 3.1, apresenta a lista de espécies selecionadas pela empresa Prominer para compor o projeto de restauração ecológica, a seleção foi realizada considerando o bioma de Poços de Caldas e o grupo ecológico das espécies. Foram adquiridas 1.650 mudas de espécies nativas do bioma de Mata Atlântica, sendo 500 do gênero *Cedrus* (*Cedrela fissilis*) e as outras 1.150 diversificadas seguindo a lista de espécies nativas da região apresentada abaixo:

Tabela 3.1 – Lista de mudas florestais nativas da região de Poços de Caldas (continuação);

Nº	Nome Comum	Nome Científico	Grupo Ecológico
1	(Tamanqueiro)	<i>Moldenke (Aegiphila sellowiana)</i>	P
2	Açoita cavalo graúdo	<i>Luehea grandiflora</i>	P

Tabela 3.2 – Lista de mudas florestais nativas da região de Poços de Caldas (conclusão);

Nº	Nome Comum	Nome Científico	Grupo Ecológico
3	Angico monjolo	<i>Anadenanthera macrocarpa</i>	NP
4	Bico de pato duro	<i>Machaerium nyctitans</i>	P
5	Canafístula branca	<i>Peltophorum dubium.</i>	P
6	Capitão	<i>Terminalia argentea</i>	P
7	Capixingui	<i>Croton floribundus</i>	P
8	Cedro rosa	<i>Cedrela fissilis</i>	P
9	Dedaleiro	<i>Lafoensia pacari</i>	NP
10	Embaúba prata	<i>Cecropia hololeuca.</i>	P
11	Espinheira de maricá	<i>Mimosa bimucronata</i>	P
12	Falsa aroeira brava	<i>Lithraea molleoides</i>	P
13	Freijó laranjeira	<i>Cordia ecalyculata</i>	P
14	Fruta de papagaio	<i>Aegiphila integrifolia</i>	P
15	Guatambu peroba	<i>Aspidosperma parvifolium</i>	NP
16	Ipê amarelo	<i>Handroanthus ochraceus</i>	NP
17	Ipê-felpudo	<i>Zeyheria tuberculosa</i>	NP
18	Jatobá	<i>Hymenaea courbaril</i>	NP
19	Jerivá	<i>Syagrus romanzoffiana</i>	P
20	Louro pardo	<i>Cordia trichotoma</i>	NP
21	Manduirana	<i>Senna macrantheraad</i>	P
22	Maria mole	<i>Dendropanax cuneatus.</i>	NP
23	Marinheiro do mato	<i>Guarea guidonia</i>	P
24	Mutamba verdadeira	<i>Guazuma ulmifolia</i>	P
25	Nectandra amarela	<i>Nectandra oppositifolia</i>	NP
26	Olho de cabra	<i>Ormosia arborea</i>	NP
27	Paineira	<i>Ceiba speciosa</i>	NP
28	Pata de vaca	<i>Bauhinia forficata</i>	P
29	Amendoim bravo	<i>Pterogyne nitens</i>	P
30	Pau d'álho	<i>Gallesia integrifolia</i>	P
31	Pau viola	<i>Citharexylum myrianthum</i>	P
32	Peito de pombo	<i>Tapirira guianensis</i>	NP
33	Peroba poca	<i>Aspidosperma cylindrocarpon</i>	NP
34	Peroba rosa	<i>Aspidosperma polyneuron</i>	NP
35	Pitanga	<i>Eugenia uniflora</i>	NP
36	Pororoca branca	<i>Myrsine coriacea</i>	P
37	Sangra d'água	<i>Croton urucurana</i>	P
38	Pau cigarra	<i>Senna multijuga</i>	P
39	Tamboril da mata	<i>Enterolobium contortisiliquum</i>	P
40	Vacunzeiro	<i>Allophylus edulis</i>	P

Fonte: Empresa Prominer (2022)

Após a aquisição das mudas, foi estabelecido um local para o armazenamento, considerando as condições mais adequadas para o momento juvenil da planta. A Figura 3.6 demonstra que as mudas nativas foram dispostas abaixo de árvores sombreiras, em 16 conjuntos

de 100 mudas, para favorecer a ventilação e reduzir as chances de aparecimento de fungos patogênicos.

Figura 3.6 - Realização de tratos culturais nas mudas nativas.



Legenda: (a) Disposição das mudas nativas. (b) Preparo das mudas para o plantio.

Fonte: Do autor (2023).

. O cuidado das mudas nativas, visou garantir uma boa hidratação das plantas durante o armazenamento sob as árvores que forneciam sombra e antes do plantio definitivo. Para esse fim, a irrigação foi executada utilizando regadores manuais, estrategicamente nos períodos mais amenos do dia, a fim de prevenir o estresse hídrico das mudas.

3.3.2 Controle de Formigas Cortadeiras

As formigas cortadeiras, pertencentes à ordem Hymenoptera, gênero *Atta* (saúvas) e *Acromyrmex* (quenquéns), causam sérios prejuízos aos plantios florestais devido a desfolha realizada nas árvores para a alimentação do fungo presente no formigueiro que o utiliza como fonte de alimento para a colônia. Os ataques às plantas ocorrem preferencialmente nas fases de iniciais de desenvolvimento e início da condução da brotação (BOARETTO; FORTI, 1997; ANJOS et al., 1998; NICKELE, 2008).

O gênero *Acromyrmex* possui 63 espécies, das quais 28 se apresentam no Brasil (MAYHÉ-NUNES, 1991). Já o gênero *Atta*, possui 10 espécies e 3 subespécies de ocorrência no Brasil (DELLA LUCIA et al., 1993). As espécies podem ser diferenciadas pelas características morfológicas apresentadas na parte dorsal do tórax, onde as espécies de *Acromyrmex* apresentam de quatro a cinco pares de espinhos, já as saúvas apresentam somente três pares (MAYHÉ-NUNES, 1991).

A avaliação dos ataques de formigas e cupins foi feita através de uma análise de campo, onde se constatou a ocorrência de formigas cortadeiras, ninhos, trilhas e danos às mudas

estocadas (Figura 3.7). A intervenção se tornou imprescindível devido ao prejuízo econômico causado pelo ataque das formigas.

Figura 3.7 - Identificação e controle de formigas cortadeiras.



Legenda: (a) Ataque à folha de *Cedrela fissilis* por formigas cortadeiras (b) Formigas cortadeiras atacando a parte apical da *Cedrela fissilis* (c) Realização da atividade de controle de formigas e cupins.
Fonte: Do autor (2023).

O diagnóstico foi realizado na área de plantio e no local de armazenamento das mudas, constatando o ataque de formigas do tipo saúvas (*Atta spp.*) e quenquéns (*Acromyrmex spp.*). O controle foi realizado por meio de aplicação direta de formicida em pó (Deltametrina Grifo 2P), na dosagem de 10g/m² de formigueiro, sobre os olheiros principais identificados em campo. O formicida em pó age por meio do contato direto com as formigas, agindo no sistema

nervoso delas, retardando-as instantaneamente a atividade do formigueiro, e posteriormente ocasionando a morte do inseto

3.3.3 Controle de Abelhas e Marimbondos

Segundo os dados do Ministério da Saúde (2022), os acidentes com abelhas e marimbondos cresceram 24% no país, e a taxa de mortalidade teve alta de 64% em relação ao ano de 2021. Nos últimos cinco anos, foram registrados cerca de 100 mil casos, sendo desses 303 foram fatais. Portanto, a intervenção antecipada por meio do controle de abelhas e marimbondos em ambientes no qual equipes de trabalho atuam, reduzem as chances de ocorrências graves pelo ataque desses insetos.

A empresa Finiset, prestadora de serviços responsável pelo controle de insetos, realizou as primeiras atividades com uma semana de antecedência à entrada da equipe de trabalho na área de plantio. A Figura 3.8 relata a atividade de controle sendo realizada por meio do caminhar no campo nas linhas de plantio, em locais com a presença de enxames. Portanto, ao encontrar alguma evidência desses insetos, realiza-se a aplicação de uma solução contendo baixas concentrações do produto químico, a fim de dispersar o enxame.

Figura 3.8 - Redução de riscos por meio do controle de abelhas.



Legenda: (a) Colaborador realizando o controle de abelhas e marimbondos; (b) Colaborador localizando um enxame de abelhas

Fonte: Do autor (2023).

3.3.4 Controle de Matocompetição

No plantio de mudas nativas, as árvores inseridas demandam de muito tempo para que haja a sobreposição do dossel. Com isso, as espécies de gramíneas invasoras apresentam grande

potencial competidor devido às condições adequadas para o seu desenvolvimento. Isso ocorre comumente em regiões cujas florestas têm baixa umidade e apresentam fechamento de dossel lento (CHAZDON, 2012). Portanto, florestas que apresentam alta taxa de umidade consequentemente terão respostas mais rápidas do fechamento de dossel e, consequentemente menor interferência da matocompetição.

A Figura 3.9 ilustra as etapas que foram executadas nas linhas de plantio, sendo elas as operações de roçada semimecanizada e o coroamento manual com diâmetro de 1 m, obedecendo o arranjo 2,5 x 2,5m. As fileiras de coveamento foram estabelecidas conforme a inclinação do terreno, seguindo as curvas de nível, a fim de obter mais facilidade no deslocamento dentro da área de plantio. Ressalta-se que os indivíduos regenerantes de espécies nativas existentes na área do plantio, foram preservados para auxiliar no processo de restauração local, e auxiliar no sombreamento de alguns indivíduos exigentes de sombra.

Figura 3.9 - Marcação do coveamento e alinhamento do plantio de mudas



Legenda: (a) Limpeza da área por meio do coroamento semi-mecanizado; (b) Coroamento manual realizado com enxada; (c) Linhas de coroamento.

Fonte: Do autor (2023).

Na área designada para a restauração ecológica, verificou-se a presença de gramíneas exóticas, cujas características competitivas são indesejadas para o contexto inicial do plantio. Diante dessa constatação, com o intuito de reduzir a competição por recursos vitais, como água, luz e nutrientes, entre as mudas nativas recém plantadas e as espécies invasoras, foi realizado a técnica do coroamento circular. Esse procedimento visou promover um ambiente menos competitivo para as mudas inseridas, minimizando assim possíveis danos ou injúrias durante o estágio inicial de desenvolvimento.

3.3.5 Coveamento

O coveamento, pode ser determinante para o sucesso do desenvolvimento das mudas. Covas muito pequenas limitam o crescimento das raízes e conseqüentemente o desenvolvimento da parte aérea da planta. Essa atividade pode ainda ser realizada manualmente ou de forma mecânica, a escolha depende das variáveis presente na área e nos custos envolvidos.

Para evitar a erosão do solo em áreas com declive, o plantio respeitou as curvas de nível do terreno, a fim de evitar o arraste de partículas ocasionadas por chuvas e erosões no terreno. A Figura 3.10 exemplifica o coveamento feito manualmente com enxades pelo colaborador da Emsere, seguindo o traçado das curvas. As covas foram abertas na parte central do coroamento, o qual tinha sido feito anteriormente. No geral, o tamanho das covas respeitou as condicionantes iniciais do projeto, no tamanho de 40 x 40 x 40cm, mas em alguns casos foi necessário cavar mais fundo, dependendo da condição do solo.

Figura 3.10 - Realização do coveamento na parte central do coroamento



Legenda: (a) Colaborador realizando o coveamento; (b) Coveamento pronto.

Fonte: Do autor (2023).

3.3.6 Plantio de Mudas

Neste processo foram plantadas mudas de forma sistemática acompanhando as curvas de nível do terreno, com espaçamentos fixos de 2,5 x 2,5 m, podendo variar em função do relevo e da presença de barreiras físicas. A Figura 3.11 ilustra o arranjo definido, sendo que a cada 3 mudas, 1 seria de cedro, a fim de contribuir para o desenvolvimento das espécies e da disponibilidade de mudas. Essa estratégia aproxima diferentes grupos sucessionais, fazendo com que espécies iniciais de sucessão forneçam o sombreamento adequado às espécies de estágios mais tardios, proporcionando estruturas e composição próximas a de florestas nativas, além dos processos naturais de sucessão.

Figura 3.11 - Planejamento do arranjo em campo das mudas nativas



Legenda: (a) Arranjo de plantio - a cada 3 mudas 1 é cedro (*Cedrella fissilis*); (b) Imagem de satélite com as covas em curva de nível.

Fonte: Do autor (2023).

A padronização de um método de plantio permite ter melhor visualização das variáveis ambientais e do manejo das mudas. Nesse caso, o obtivo é promover um ambiente propício de desenvolvimento das mudas em campo, resultando em um estabelecimento mais eficaz no

campo e minimizando erros operacionais. Essa padronização se torna essencial para a avaliação das causas e efeitos que surgem no plantio, sendo essenciais em projetos de restauração ecológica devido ao alto investimento nesses projetos. A Figura 3.12 ilustra a atividade de plantio seguindo as etapas de:

1. Retirada do saco plástico;
2. Centralização da muda na cova;
3. Aplicação do hidrogel (1L/muda);
4. Aplicação de Yorin Master (75g/cova);
5. Inserção da estaca de bambu.

Figura 3.12 - Sequência das atividades de plantio de mudas.



Legenda: (a) Retirada do plástico; (b) Preparo da solução de hidrogel; (c) Aplicação do hidrogel na planta em campo; (d) Muda devidamente plantada; (e) Fixação da estaca em campo; (f) Sequência de escadas (linhas de plantio).

Fonte: Do autor (2023).

3.3.7 Adubação de Cobertura

Os nutrientes presentes no solo são um dos fatores que condicionam o desenvolvimento inicial e proliferação de mudas florestais. O fósforo (P) é um dos nutrientes que merece atenção devido a sua baixa disponibilidade em solos mais intemperados e devido à grande necessidade da planta no seu estágio inicial (SHUMACHER et al., 2004). Segundo SIQUEIRA et al. 1995, conhecer o comportamento nutricional das espécies florestais nativas e a resposta à fertilização é indispensável para o êxito dos programas de reflorestamento, já que a demanda de fósforo (P) está associada ao tamanho do conteúdo presente na semente, o grau de desenvolvimento radicular, e o estágio de desenvolvimento da planta (FURTINI NETO et al., 2000; RESENDE et al., 2005).

Segundo MARSCHNER (1991) e LAMBERS (1992) as espécies clímax, ou seja, de crescimento lento, apresentam baixa taxa de crescimento ao fornecimento de nutrientes, ao passo que as espécies se adaptam ao solo pouco férteis. Já as espécies pioneiras tem seu potencial de crescimento afetado negativamente quando plantadas em solos pobres, porém apresentam boas respostas de crescimento à aplicação de fertilizantes, ao passo que pelo avanço do grupo sucessional o crescimento condicionado pela adubação se torna menos pronunciado, ou até nulo.

A adubação de cobertura é essencial para o crescimento saudável das plantas jovens. As plantas precisam de mais nutrientes quando estão formando suas folhas e raízes, e a adubação ajuda a acelerar esse processo e a evitar deficiências nutricionais. No plantio, a adubação foi feita em duas etapas, uma em agosto de 2022 e outra em fevereiro de 2023. Seguindo a recomendação de colaboradores da empresa Alcoa, foram aplicados em cada cova de plantio o fertilizante NPK 10-10-10, com dosagem de 75g, resultando na aplicação final em duas etapas de 150 g/cova.

3.4 Monitoramento

O monitoramento é uma ferramenta crucial para compreender a dinâmica atual dos plantios florestais. No âmbito do projeto de restauração, foram identificados indicadores alinhados com o desenvolvimento atual do projeto, incluindo sobrevivência das mudas, crescimento apical e cobertura do solo. Esses indicadores fornecem uma visão precisa do progresso, permitindo quantificar as mudas necessárias para realizar com eficácia as atividades de replantio. Essa abordagem estratégica não apenas avalia o estado atual, mas também

direciona ações futuras, assegurando um processo de restauração ambiental mais eficiente e direcionado.

3.4.1 Indicadores

O uso de indicadores ecológicos representa uma análise científica das condições ambientais, por meio da categorização numérica ou descritiva das respostas ambientais, fornecendo o status atual do ecossistema (VAN STRAALLEN 1998, MANOLIADIS 2002). O uso contínuo de indicadores em projetos de monitoramento ambiental, podem auxiliar na identificação de mudanças no ecossistema, além de auxiliar na tomada de decisões para a melhor qualidade ambiental (VAN STRAALLEN 1998).

Segundo Andreasen et al. (2001) a escolha de indicadores ecológicos eficientes é a chave para o êxito de qualquer projeto de monitoramento, baseando no acompanhamento das mudanças no sistema analisado. Portanto não existe fórmula pré-estabelecida sobre as práticas de intervenção em ambientes de floresta degradadas, uma vez que cada sítio apresenta uma história específica de degradação, merecendo estratégias de intervenções específicas para o restabelecimento dos processos ecológicos de forma natural (MORAES et al., 2010)

De acordo com Monaliadis (2002), os indicadores ecológicos são ferramentas importantes para avaliar o impacto de projetos ambientais. Para serem eficazes, esses indicadores devem estar alinhados com os objetivos principais do projeto, refletir os problemas ambientais relevantes e ter critérios claros, práticos e realistas de qualidade e confiabilidade a longo prazo (MUMMEY et al., 2002). Além disso, os indicadores ecológicos devem levar em conta as escalas espaciais e temporais adequadas para captar as mudanças ecológicas esperadas pelo projeto. Nesse sentido, os indicadores ecológicos selecionados para monitoramento do ambiente, devem captar quatro tipos de características sobre o estado do ambiente: i) causa do problema; ii) caracterização física do problema; iii) monitoramento a longo prazo; e iv) ações para resolver o problema.

Considerando as condicionantes relacionadas ao plantio de espécies arbóreas nativas, Moraes (2010) destaca indicadores ecológicos que auxiliam no processo de monitoramento de projetos de restauração, tais como: i) taxa de sobrevivência e desenvolvimento das plantas; ii) estrutura, fertilidade, teor de matéria orgânica do solo; iii) Estoque de nutrientes na biomassa microbiana do solo; iv) densidade e diversidade de fauna edáfica; e v) banco de sementes do solo. (MORAES et al., 2010)

O projeto foi planejado para ter uma duração de cinco anos, sendo que o estágio profissional acompanhou apenas o primeiro ano de implantação. Portanto, não foi possível realizar algumas análises comportamentais da estrutura do plantio ao longo do tempo. Para isso, foram definidos indicadores que refletissem o estado do plantio, tais como: i) sobrevivência de mudas; ii) análise visual do crescimento apical; e iii) cobertura do solo.

3.4.2 Replântio

O número de mudas a serem replantadas na área foi estimado com base no censo florestal, que avaliou a mortalidade de todas as mudas plantadas. Do total de 1.650 mudas plantadas, 38,24% sofreram danos graves, exigindo o replântio de 630 mudas nativas. Das 500 mudas de *Cedrela fissilis*, 48% morreram, correspondendo a 240 indivíduos. As outras 1.150 mudas de espécies nativas tiveram 34% de mortalidade, equivalendo a 391 indivíduos. Assim, foi solicitado ao viveiro florestal da Alcoa o fornecimento de 640 mudas florestais nativas da região, sendo 240 obrigatoriamente de cedro rosa (*C. fissilis*).

O estudo das espécies nativas da região de compensação florestal foi feito com base nas mudas que a Alcoa cultiva em seu viveiro em Poços de Caldas. Foram escolhidas as mudas que apresentaram maior adaptação ao solo e clima local, bem como as que são recomendadas pela literatura científica. A tabela 3.2 mostra a relação das mudas que serão utilizadas na restauração ecológica.

O projeto de recuperação ambiental da área degradada pela mineração teve início em dezembro de 2022, com o replântio de espécies nativas da região. O período escolhido coincidiu com a estação chuvosa, que favorece o desenvolvimento das mudas e a sua adaptação ao solo. O objetivo é restaurar a biodiversidade e os serviços ecossistêmicos do local.

Tabela 3.3 - Solicitação de mudas ao viveiro Alcoa – dezembro de 2022 (continuação);

Nº	Nome Popular	Nome Científico	Quantidade de Mudadas Solicitadas
1	Açoita Cavalão Graúdo	<i>Luhea grandiflora</i>	10
2	Amendoim Bravo	<i>Pterogyne nitens</i>	10
3	Angico do Cerrado	<i>Anadenanthera falcata</i>	10
4	Angico Vermelho	<i>Anadenanthera macrocarpa</i>	10
5	Araçá Amarelo	<i>Psidium cattleianum</i>	10
6	Araucária	<i>Araucaria angustifolia</i>	10
7	Aroeira Pimenta	<i>Schinus terebinthifolius</i>	10
8	Aroeira Preta	<i>Astronium urundeuva</i>	10
9	Bico de Pato	<i>Machaerium nictitans</i>	10
10	Canafistula	<i>Peltophorum dubium</i>	10

Tabela 3.4 - Solicitação de mudas ao viveiro Alcoa – dezembro de 2022(conclusão);

Nº	Nome Popular	Nome Científico	Quantidade de Mudadas Solicitadas
11	Canelinha	<i>Nectandra megapotamica</i>	10
12	Canjarana	<i>Cabraleia canjerana</i>	10
13	Capixingui	<i>Croton floribundus</i>	10
14	Caroba	<i>Jacaranda micrantha</i>	10
15	Cedro do Brejo	<i>Cedrela odorata</i>	10
16	Cedro Rosa	<i>Cedrela fissilis</i>	240
17	Dedaleiro	<i>Lafoensia pacari</i>	10
18	Formiga	<i>Triplaris americana.</i>	10
19	Fruta do Macaco	<i>Guazuma ulmifolia</i>	20
20	Goiabeira Vermelha	<i>Psidium guajava</i>	10
21	Ingá Branco	<i>Inga laurina</i>	15
22	Ingá Cipó	<i>Inga edulis</i>	15
23	Ingá Mirim	<i>Inga uruguensis</i>	5
24	Ipê Amarelo Cascudo	<i>Tabebuia chrysotricha</i>	10
25	Jatobá	<i>Hymenaea courbaril</i>	10
26	Louro Pardo	<i>Cordia Trchotoma</i>	5
27	Óleo de Copaíba	<i>Copaifera langisdorffii</i>	10
28	Óleo Vermelho	<i>Myroxylon peruiferum</i>	10
29	Paineira	<i>Ceiba speciosa</i>	5
30	Palmeira	<i>Oenocarpos bacaba</i>	15
31	Palmito	<i>Euterpe edulis</i>	10
32	Pau Bolo	<i>Alchornea triplinervia</i>	5
33	Pau Espeto (Legute)	<i>Casearia gossypiosperma</i>	5
34	Pau Viola	<i>Citharexylum miriantum</i>	10
35	Pessegueiro-bravo	<i>Prunus myrtifolia</i>	15
36	Pitanga-amarela	<i>Eugenia uniflora</i>	10
37	Sapuva	<i>Machaerium stipitatum</i>	10
38	Tamboril	<i>Enterolobium contortisiliquum</i>	10
39	Tarumã	<i>Vitex polygama</i>	15
40	Unha de Boi	<i>Bauhinia longifolia</i>	10

Fonte: Do autor (2023).

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 Sobrevivência do Cedro

Os danos ocasionados pela geada foram extremos e em grande escala, afetando praticamente todos os indivíduos florestais negativamente pelo evento. Todas as árvores apresentaram danos no caule e copa nos meses de ocorrência da geada, causando a mortalidade da ponteira da *Cedrela fissilis*. Posteriormente à ocorrência da geada, foi observado o surgimento de rebrotas próximo ao coleto, evidenciando o alto potencial de brotação da espécie,

porem aumentando a taxa de bifurcações, fato indesejado devida perda da dominância apical. Cusatis (2014) evidenciou em seu trabalho que a taxa de 96,7% de bifurcação na espécie *Cedrela fissilis*, o mesmo supõe que isso seja uma resposta fisiológica acumulada devido às sucessivas geadas da região de experimento.

A sobrevivência inicial, considerando o período de até 6 meses de plantio, mostrou-se muito debilitado devido às condições climáticas de geada ocorridas na região de Poços de Caldas, sendo estimada a mortalidade de 60% dos indivíduos de *Cedrela fissilis*. Estes resultados são compatíveis quando comparados aos estudos realizados por Waimer (2015) que relatou 80% de mortalidade da *Cedrela fissilis* em ambientes com ocorrência de geada severas (22 dias de ocorrência).

O plantio de *Cedrela fissilis* apresentou uma melhora significativa na sua taxa de sobrevivência aos 10 meses de idade, graças às condições climáticas favoráveis que se iniciaram com o verão. Essa espécie demonstrou uma grande capacidade de recuperação, mesmo diante de adversidades ambientais, reduzindo a mortalidade para 45%. Esse resultado indica o potencial dessa espécie de regenerar de condições severas, entretanto, Navroski (2017) afirma que não se deve considerar somente a sobrevivência das plantas para indicar se a espécie possui potencial, deve ser verificada a adaptação silvicultural, o crescimento retilíneo, e sem bifurcações, além de outras variáveis volumétricas.

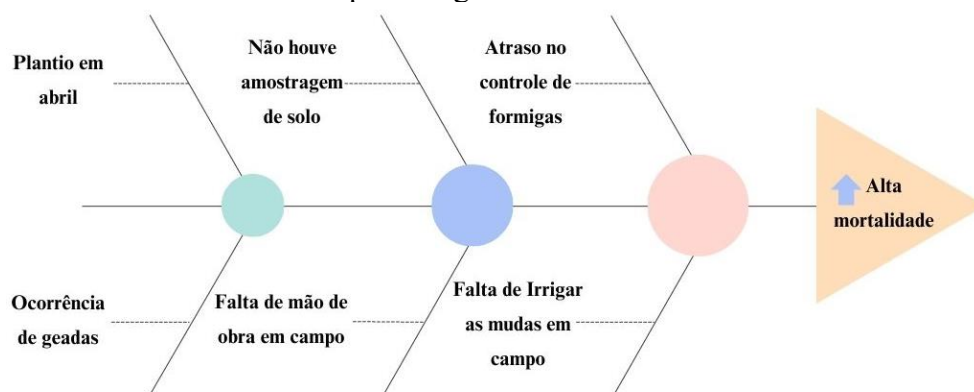
Navroski (2017) relatou experimentos semelhantes realizados com o cedro-australiano (*Toona ciliata*). Na avaliação realizada após 12 meses do plantio e com a ocorrência de geadas, houve um aumento significativo na taxa de mortalidade, que passou de 12% para 30%. Esse resultado sugere que locais sujeitos a invernos rigorosos representam uma limitação ao cultivo da espécie. Pinheiro et al. (2006) afirmou que o cedro-australiano é capaz de sobreviver a temperaturas mínimas ligeiramente abaixo de 0°C e tolera até cinco episódios de geada anualmente. Por outro lado, Mitchell (1971) observou que os ensaios com o cedro-australiano estabelecidos em ambientes expostos a geadas, luz solar direta e ventos fortes apresentaram uma baixa taxa de sobrevivência. Em contraste, os plantios estabelecidos em dosséis florestais demonstraram um estabelecimento mais adequado. Esse mesmo fenômeno foi observado no plantio de *Cedrela fissilis*, no qual a incidência de danos foi menor em indivíduos localizados próximos a ambientes sombreados, revelando a característica esciófila da espécie em seu estágio juvenil e a suscetibilidade a geada.

Siqueira et al. (2022) conduziu estudos sobre o crescimento da espécie *Cedrela fissilis* em área de recuperação ambiental localizada no sudeste do estado do Pará. Este ambiente, caracterizado pela ausência de eventos de geada, teve como variável focal o regime

pluviométrico regional, o qual registrou um total de 1.765,40 mm durante o período de estudo. Lamprech (1990) prevê que o desenvolvimento ótimo dessa espécie ocorre em áreas com regimes pluviométricos próximos a 1.800 mm. Ao término da investigação, a taxa de sobrevivência da *Cedrela fissilis* alcançou a notável marca de 98%, valor aproximado à pesquisa de Lima et al. (2009), na qual foi reportada uma taxa de sobrevivência de 76,90% para a mesma espécie. Os estudos evidenciam que a *Cedrela fissilis* apresenta desempenho satisfatório em ambientes que se caracterizam pela ausência ou por uma incidência reduzida de geadas.

A Figura 4.1 apresenta o Diagrama de Ishikawa indicando os principais fatores que contribuíram para o baixo desempenho do plantio florestal. Entre as ações inadequadas que prejudicaram o desenvolvimento das mudas, destacam-se: o plantio em abril, época de risco de geadas na região; a escassez de mão de obra qualificada para o manejo; a ausência de análise do solo e de adubação incoerente de NPK; o atraso no combate às formigas cortadeiras; e a falta de irrigação adequada no campo. Esses fatores, combinados, resultaram na alta mortalidade das plantas.

Figura 4.1 - Sequência de atividades que colaboraram para a alta mortalidade de plantas em campo - Diagrama de Ishikawa



Fonte: Do autor (2023)

Segundo Siqueira (2022), o cedro apresenta apenas 3% de mortalidade em condições ideais de desenvolvimento, enquanto que Waimer (2015) relatou que o cedro em ambientes de geada apresentou 80% de mortalidade. Esses dados indicam que o cedro é uma espécie sensível às variações climáticas e que requer cuidados especiais para sua sobrevivência e crescimento. A partir desses resultados, pode-se concluir que o plantio de mudas nativas de cedro em áreas sujeitas a geadas não é recomendado, pois implica em um alto custo ecológico e econômico. Sugere-se que sejam realizados estudos futuros com outras espécies nativas mais resistentes às

geadas, ou que sejam adotadas medidas de proteção das mudas, como o uso de estufas ou coberturas a fim de evitar danos pela geada

4.2 Resultados da Matriz SWOT

A Figura 4.2 mostra uma análise SWOT das atividades de desenvolvimento do plantio de recomposição ecológica, considerando os fatores positivos e negativos dos ambientes internos e externos ao projeto. No ambiente interno, existem as forças e fraquezas, que se referem aos aspectos que o projeto pode controlar ou melhorar. Por exemplo, uma das forças é a união da equipe de campo, que trabalha de forma integrada e colaborativa. Outra força é a autonomia na tomada de decisão, que permite ao projeto se adaptar às mudanças e desafios do contexto. No ambiente interno, também são apresentadas as fraquezas listadas no desenvolvimento do projeto, como por exemplo, a falta de mão de obra para a realização de atividades de monitoramento, redução dos investimentos, o plantio em época errada e a falta de técnicos em campo para auxiliar na tomada de decisão junto a equipe. No ambiente externo, existem as oportunidades e ameaças, que se referem aos aspectos que o projeto não pode controlar ou prever, mas que podem afetar o seu desempenho. Por exemplo, uma das oportunidades é o Microplanejamento e Apresentação de resultados, que colabora para a efetividade das atividades do projeto. As ameaças são os fatores climáticos, que pode gerar incertezas e dificuldades para o projeto o que dificulta a adaptação da muda ao novo ambiente.

Figura 4.2 - Matriz SWOT do projeto de compensação florestal

	Fatores positivos	Fatores negativos
Ambiente interno	<p style="text-align: center;">Forças</p> União da equipe de campo Autonomia na tomada de decisão	<p style="text-align: center;">fraquezas</p> Falta de mão de obra Redução dos investimentos Plantio na época errada Falta de técnicos em campo
Ambiente externo	<p style="text-align: center;">Oportunidades</p> Microplanejamento Apresentação de resultados	<p style="text-align: center;">Ameaças</p> Fatores climáticos

Fonte: Do autor

4.3 Influência na Qualidade do Plantio

O monitoramento de campo foi realizado através da inspeção das linhas de plantio e da avaliação do estado atual de crescimento das mudas. As plantas nativas plantadas na área florestal foram severamente prejudicadas pelas baixas temperaturas registradas na região nos meses de junho e julho de 2022, quando ocorreram geadas em aproximadamente 22 dias. De

acordo com as observações realizadas em campo, os efeitos foram intensos e afetaram a capacidade de estabelecimento das plantas no solo.

Os dados de plantio mostraram que o principal dano florestal foi ocasionado pela ocorrência da geadada, onde 45% das mudas de *Cedrela fissilis* e 35% das outras espécies apresentaram danos severos na parte apical da planta, reduzindo a capacidade fotossintética e o potencial produtivo. A figura 4.3 mostra os efeitos da geadada na região estudada, onde se observa a destruição da parte apical das plantas, as folhas queimadas pela geadada e a falta de irrigação. Esses danos comprometem o desenvolvimento e a produtividade das lavouras, podendo levar à perda total da safra em casos extremos. Apesar das condições climáticas de geadada terem afetado algumas espécies, outras se mostraram resistentes e adaptadas ao clima adverso (Figura 4.4). Entre as espécies que se destacaram pela recuperação, podemos citar a aroeira pimenteira, o guatambu, pata de vaca, palmito, as palmeiras e o jacarandá, que apresentaram bom desempenho e crescimento.

Figura 4.3 - Registro de plantas afetadas pela geadada no período de junho a julho de 2022.



Legenda: Identificação de mudas (a) Cedro rosa: *Cedrela fissilis*; (b) Cedro rosa: *Cedrela fissilis*; (c) Cedro rosa: *Cedrela fissilis*; (d) Embaúba - *Cecropia pachystachya*; (e) Tamboril - *Enterolobium contortisiliquum* ; (f) Pitanga - *Eugenia uniflora*

Fonte: Do autor (2023)

Figura 4.4 – Registro de plantas em boas condições no período de maio a outubro de 2022.



Legenda: (a) Aroeira - *Schinus terebinthifolius* ; (b) Palmito - *Euterpe edulis* ; (c) Dedaleiro - *Lafoensia pacari* (d) Cambará: *Gochnatia polymorpha*; (e) Ipê - *Handroanthus ochraceus* (f) Cedro rosa – *Cedrela fissilis* ; (g) Palmeira - *Oenocarpos bacaba* ; (h) Aroeira preta - *Astronium urundeuva*

Fonte: Do autor (2023)

4.4 Constatações Pessoais

Considerar as condições edafoclimáticas da região de Poços de Caldas é de suma importância para o planejamento e êxito dos plantios de mudas nativas da região, uma vez que o sucesso de implantação está ligado à capacidade de adaptação das plantas as variáveis climáticas. Nesse sentido, considera-se algumas variáveis como: temperatura, potencial do material genético, relevo, pluviosidade, estação do ano, solo, silvicultura, entre outros. No

contexto mencionado, notou-se a impossibilidade de considerar a variável "estação do ano", já que, para atender às exigências do órgão ambiental, foi imprescindível realizar o plantio durante um período pouco favorável, especificamente no mês de abril.

As condições climáticas do mês de abril são pouco previsíveis, uma vez que se trata de um mês de transição, podendo ser instáveis. Somado a isso, o grande problema para o plantio em questão são as geadas recorrentes no mês de maio, que trazem grandes perdas por meio da queima de folhas, dificultando a adaptação das mudas ao novo ambiente.

O relevo foi um outro fator limitante para o sucesso do plantio de mudas florestais nativas, devido ao seu alto grau de inclinação. O plantio em relevo muito inclinado apresentou diversos desafios, como a maior exposição ao sol e ao vento, a maior erosão do solo, dificuldade de acesso e de transporte das mudas. Os relevos acidentados somado a grande intensidade de chuvas da região de Poços de Caldas, geraram o arraste de partículas do solo e consequentemente perdas no plantio florestal, algumas estratégias para contornar esses impasses foram a construção de barreiras que desaceleram a velocidade da água, evitando o arraste em massa de partículas do solo.

Foi observado que, na legislação do estado de Minas Gerais, as diretrizes para os plantios compensatórios na silvicultura não são previamente determinadas pelo órgão avaliador (IEF). Por exemplo, nas diretrizes compensatórias do estado de São Paulo, são estabelecidos critérios como o tamanho das mudas a serem utilizadas nos projetos de recomposição florestal e os possíveis arranjos de plantio. Isso evidencia que a legislação de Minas Gerais deixa margens que poderiam ser evitadas por meio da simples definição de metodologias padronizadas de intervenção, juntamente com variáveis que possam ser avaliadas quando necessário para cada área específica.

5 CONCLUSÃO

Durante 12 meses foi avaliado o plantio florestal do cedro rosa que revelou a alta sensibilidade às condições climáticas de geada. O cedro rosa- apresentou a taxa de mortalidade de 45%, correspondendo a 225 plantas. Essa taxa supera os dados comparados na literatura, quando comparados em ambientes sem a ocorrência de geadas, porém apresenta uma visão mais otimista do que em áreas na qual há ocorrência de geadas. Portanto, os resultados mostram a vulnerabilidade do cedro rosa às adversidades climáticas de geada.

Pode-se inferir que as condições edafoclimáticas da região de Poços de Caldas desempenharam um papel decisivo para a adaptação das mudas plantadas. O impacto do clima

e do solo na taxa de sobrevivência das mudas é inegável, mostrando a necessidade de considerar esses fatores nos projetos de compensação florestal para o melhor desenvolvimento da planta.

A análise SWOT auxiliou no entendimento das causas e efeitos do ambiente, identificando melhor os gargalos do projeto, o que auxiliou no entendimento das interferências diretas e indiretas que afetaram no sucesso do plantio. Nesse contexto, destaca-se principalmente as fraquezas, como a falta de mão de obra, a redução de investimentos, o plantio na época errada e a falta de técnicos em campo, e quanto a ameaça foram os fatores climáticos, devido ao seu alto grau da influência na alta taxa de mortalidade de plantas nativas.

Considerando os resultados obtidos em campo, é aconselhável para projetos de restauração ecológica que avaliem principalmente as condições edafoclimáticas da região de intervenção, para que a partir disso, seja possível planejar de maneira mais coerente as espécies a serem utilizadas no projeto. Além de organizar as estratégias de plantio para controlar as ameaças que comumente aparecem em plantios, como por exemplo, o ataque de pragas, arraste de partículas do solo, entre outros desafios. Dessa forma, a avaliação aprofundada das condições edafoclimáticas não apenas permite a escolha mais precisa das espécies a serem introduzidas, mas também orienta a implementação de medidas preventivas e de manejo, visando garantir não apenas o estabelecimento inicial, mas também o desenvolvimento saudável e sustentável da vegetação restaurada.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AFONSO, R.; MILLER, D. C. Forest plantations and local economic development: Evidence from Minas Gerais, Brazil. **Forest Policy and Economics**, v. 133, n. 1, p. 1-10, 2021.

ALMEIDA, D. S. Alguns princípios de sucessão natural aplicados ao processo de recuperação. In: *Recuperação ambiental da Mata Atlântica* [online]. 3rd ed. rev. and enl. Ilhéus, BA: **Editus**, pp. 48-75, 2016. ISBN 978-85-7455-440-2.

ALVARES, C.A., Stape, J.L., Sentelhas, P. C., Gonçalves, J.L.M., & Sparovek, G. (2013). Köppen's climate classification map for Brazil. *Meteorologische Zeitschrift*, 22(6), 711-728. doi: 10.1127/0941-2948/2013/0507

ANDREASEN, J.K.; O'NEILL, R.V.; NOSS, R. & SLOSSER, N.C. Considerations for the development of a terrestrial index of ecological integrity. **Ecological Indicators**, 1: 21-35, 2001.

ANGELO, H.; BRASIL, A. A.; SANTOS, J. Madeiras tropicais: análise econômica das principais espécies florestais exportadas. **Acta Amazônica, Manaus**, v. 31, n. 2, p. 237 - 248, 2001.

ANJOS, N. S.; DELLA-LUCIA, T. M. C.; MAYHÉ-NUNES, A. J. Guia prático sobre formigas cortadeiras em reflorestamentos. **Ponte Nova: Graff Cor**. 100 p., 1998. DOI:10.30969/ACSA.V14I2.1018.

ANM – AGÊNCIA NACIONAL DE MINERAÇÃO. Sumário Mineral 2017. Brasília: ANM. 2023

Anuário Mineral Brasileiro - AMB 2019: Principais substâncias metálicas. Ano base: 2018. Brasília: ANM. 2023.

BARROS, Matéria orgânica e agregação do solo em áreas sobre influência da mineração de bauxita na região do planalto de Poços de Caldas, MG. **Agropecuária Científica no Semiárido**. 2019.

BARROS, E.C. Estudo da compensação ambiental aplicada ao Estado de Minas Gerais.. **Dissertação** (Mestrado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal de Lavras, Lavras. 117p., 2013.

BECHARA, E. Uma contribuição ao aprimoramento do instituto da compensação ambiental previsto na lei 9.985/2000. **Tese** (Doutorado em Direito) - Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 353 f, 2007.

BECHARA, F. C. Unidades demonstrativas de restauração ecológica através de técnicas nucleadoras: Floresta Estacional Semidecidual, Cerrado e Restinga. **Tese 43** (Doutorado em Recursos Florestais) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”. Piracicaba. 249 p, 2006.

BOARETTO, M. A. C.; FORTI, L. C. Perspectivas no controle de formigas-cortadeiras. **Série Técnica IPEF**, São Paulo, v. 11, n. 30, p. 31-46, 1997. BNDES/MINISTÉRIO DE

CIÊNCIA E TECNOLOGIA. O setor florestal no Brasil e a importância do reflorestamento. **BNDES Setorial**, Rio de Janeiro, n. 16, p. [3]-29, set. 2002..

BRASIL. Agência Nacional de Mineração. Anuário Mineral Brasileiro: principais substâncias metálicas / **Agência Nacional de Mineração**; coordenação técnica de Marina Dalla Costa. – Brasília: ANM, 2021.

BRASIL. Agência Nacional de Mineração. Anuário Mineral Brasileiro: principais substâncias metálicas / **Agência Nacional de Mineração** ; coordenação técnica de Karina Andrade Medeiros. – Brasília: ANM, 2023.

BRASIL. Decreto-lei nº 227, de 28 de fevereiro de 1967. Dá nova redação ao Decreto-Lei nº 1.985 (Código de Minas), de 29 de janeiro de 1940. **Diário Oficial da União**, Brasília, 28 de fevereiro de 1967.

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. **Diário Oficial da União**. Brasília, 18 de julho de 2000.

BRASIL. Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; Altera as leis nºs 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; Revoga as leis nºs 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, e a medida provisória nº 2.166-67, de 24 de agosto de 2001; E dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, 25 de maio de 2012.

CAMPOE, O. C et. al Atlantic forest tree species responses to silvicultural practices in a degraded pasture restoration plantation; From leaf physiology to survival and initial growth. **Forest Ecology and Management**. February 2014. 313:233-242. DOI:10.1016/j.foreco.2013.11.016.

CARNEIRO, J. G. A.; RAMOS, A. Influência da altura aérea, diâmetro de colo e idade de mudas de *Pinus taeda* sobre a sobrevivência e desenvolvimento após 15 meses e aos seis anos após o plantio. In: SEMINÁRIO DE SEMENTES E VIVEIROS FLORESTAIS, 10, 1981: Curitiba. **Anais**. Curitiba: FUPEF., p 91-110, 1981.

CÉSAR, P.S. M.; CARNEIRO, R. A gestão ambiental em Minas Gerais: uma análise do sistema de gestão ambiental e do rompimento da barragem de rejeitos em Mariana. **Revista Livre de Sustentabilidade e Empreendedorismo**, Paraná, v. 2, n. 2, p. 192-217, 2017.

CHAZDON, Regeneração de florestas tropicais. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi-Ciências Naturais**, v. 7, n. 3, p. 195-218, 2012.

CHIAVENATO, SAPIRO, Arão. Planejamento Estratégico: fundamentos e aplicações. 1. ed. 13º tiragem. Rio de Janeiro: **Elsevier**, 2003.

COSTA, L. G. S.; MANTOVANI, W. Flora arbustivo arbórea de trecho de mata mesófila semidecídua, na Estação Ecológica de Ibicatu, Piracicaba (SP). **Hoehnea**, São Paulo, v.22, n.1/2, p.47-59, 1995.

CUSATIS, A. C. Melhoramento genético e silvicultural de *Cedrela fissilis* Vell. e *Pínus taeda* L. **Tese** (Doutorado em Engenharia Florestal). Universidade Federal do Paraná, Curitiba. 168 p., 2014.

DAYCHOUM, 40 Ferramentas e Técnicas de Gerenciamento. 3. ed. Rio de Janeiro: **Brasport**, 2007.

DELLA LUCIA, T.M.C.;VILELA, E. F. Métodos Atuais de Controle e Perspectivas. In: DELLA LUCIA, T.M.C. As formigas-cortadeiras. Viçosa: **Folha de Viçosa**. p.163-190, 1993.

FARIAS, M. S. F. Mercado De Produtos Florestais: Exportação E Taxação Das Importações. **Trabalho de conclusão de curso** (Engenharia Florestal). Universidade de Brasília, Faculdade de Tecnologia. Departamento de Engenharia Florestal, 29 p. 2022.

FURTINI NETO, A. E. et al. Fertilização em reflorestamento com espécies nativas. In: GONÇALVES, J. L. M. & BENEDETTI, V. **Nutrição e fertilização florestal** Piracicaba:IPEF. p.352-379, 2000.

GARTLAND, H. M.; VOGEL, H.; BOHREN, A. V.; GRANCE, L. A.; CABRAL, J. Ficha técnica de árvores de Misiones: *Cedrela fissilis* Vell. Aspectos dendrológicos. **Yvyrareta**, Eldorado, v. 7, n. 7, p. 38 - 41, 1996.

GIRODO, P. (Coord.). As jazidas de bauxita e seu meio Poços Caldas (MG). (Relatório Técnico) - **UFMG**. Belo Horizonte. 101 p., 2000.

GOMES, J. M. et al. Parâmetros morfológicos na avaliação da qualidade de mudas de *Eucalyptus grandis*. **Revista à Árvore**, Viçosa, v. 26, n.6, 2002.

GUENNI, O.; SEITER, S.; FIGUEROA, R. Growth responses of three *Brachiaria* species to light intensity and nitrogen supply. **Trop. Grassl** v.42, p.75-87, 2008.

IBRAM. Mineração do Brasil. Relatório anual de atividades - Janeiro a Dezembro de 2021. IEF - INSTITUTO ESTADUAL DE FLORESTAS. Compensações por Intervenções Ambientais. **Portal Meio Ambiente MG**. 16 de Outubro de 2023. Disponível em: <<http://www.ief.mg.gov.br/component/content/article/3306-nova-categoria/3321--compensacoes-por-intervencoes-ambientais>>. Acesso em: 02 out. 2023.

IEF - INSTITUTO ESTADUAL DE FLORESTAS. Diretoria de Áreas Protegidas. Gerência de Compensação Ambiental. **Plano operativo anual: exercício 2012**. Belo Horizonte, 25 p., 2012.

INOUE, M. T.; REICHMANN NETO, F.; CARVALHO, P. E. R.; TORRES, M. A. V. A silvicultura de espécies nativas. Curitiba: **FUPEF**. 56p., 1983.

INOUE, M.T. Auto-ecologia do gênero *Cedrela*: efeitos na fisiologia do crescimento no estágio juvenil em função da intensidade luminosa. **Floresta**, Curitiba, v.7, n.2, p.58-61, 1977.

JUNIO, G. R. Z; SAMPAIO, R. A.; PRATES, F. B. S.; FERNANDES, L. A.; NASCIMENTO, A. L. Crescimento de cedro e de leguminosas arbóreas em área degradada, adubado com pó-de-rocha. **Revista Caatinga**, v. 25, n. 2, p. 159-165, 2012.

JUVENAL, Thais Linhares; MATTOS, René Luiz Grion. O setor florestal no Brasil e a importância do reflorestamento. 2002.

LAMBERS, H.; POORTER, H. Inherent variations in growth rate between higher plants: A search for physiological causes and ecological consequences. **Advances in Ecological Research**, v.23, p.188-261, 1992.

LAMPRECHT, H. Silvicultura nos trópicos: ecossistemas florestais e respectivas espécies arbóreas – possibilidades e métodos de aproveitamento sustentado. 1ª edição. **Eschborn: GTZ**. 343p., 1990.

LAPA, R.P. A bauxita e o resíduo da bauxita. In. BOZELLI, R.L; ESTEVES, F.A; ROLAND. F. Lago Batata: Impacto e recuperação de um ecossistema amazônico. Rio de Janeiro: **IB-UFRJ/SBL**. P 25-36, 2000.

LIMA, J. A.; SANTANA, D. G.; NAPPO, M. E. Comportamento inicial de espécies na revegetação da mata de galeria na Fazenda Mandaguari, em Indianópolis, MG. **Revista Árvore**, v. 33, n. 4, p. 685-694, 2009. DOI <https://doi.org/10.1590/S0100-67622009000400011>.

MANOLIADIS, O.G. Development of ecological indicators - a methodological framework using compromise programming. **Ecological Indicators**, 2: 169-176, 2002.

MARSCHNER, H. Mechanisms of adaptation of plants to acid soils. **Plant and Soil**, v.134, n.1, p.1-20, 1991.

MATA-LIMA, Aplicação de ferramentas da gestão da qualidade e ambiente na resolução de problemas. **Apontamentos da Disciplina de Sustentabilidade e Impactes Ambientais. Universidade da Madeira (Portugal)**, 2007.

MAYHÉ-NUNES, A. J. Estudo de *Acromyrmex* (Hymenoptera: Formicidae) com ocorrência constatada no Brasil: subsídios para uma análise filogenética. 122 f. **Dissertação** (Mestrado em Entomologia). Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 1991.

MINAS GERAIS. (1980) Lei Estadual nº 7.772, de 8 de setembro de 1980. Dispõe sobre a proteção, conservação e melhoria do meio ambiente. **Diário do Executivo**, Belo Horizonte, MG. 09 de setembro de 1980.

MITCHELL, A. L. Planting trials with Red Cedar. **Australian Forestry**, v. 35, n. 1, p. 8-16, 1971.

MORAES, LFD de; CAMPELLO, FRANCO, Restauração florestal: do diagnóstico de degradação ao uso de indicadores ecológicos para o monitoramento das ações. **Oecologia Australis**, v. 14, n. 2, p. 437-451, 2010.

MOREIRA et al. A qualidade de mudas clonais de *Eucalyptus urophylla* x *E. grandis* impacta o aproveitamento final de mudas, a sobrevivência e o crescimento inicial. In: 50ª Reunião Técnico-Científica do programa cooperativo sobre silvicultura e manejo. **Série Técnica IPEF**, v. 24, n. 45, julho de 2016.

MOREIRA, J.F. Fauna do solo como bioindicador no processo de revegetação de áreas de mineração de bauxita em Porto Trombetas-PA. **Tese** (Doutorado em Agronomia – Ciência do solo). Instituto de Agronomia, Departamento de solos. Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2010.

MUMMEY, D.L.; STAHL, P.D. & BUYER, J.S. Microbial biomarkers as an indicator of ecosystem recovery following surface mine reclamation. **Applied Soil Ecology**, 21: 251-259, 2002.

NAVROSKI, Marcio Carlos et al. Tolerância ao frio e características silviculturais do cedro-australiano no sul do Brasil. **Pesquisa Florestal Brasileira**, v. 37, n. 89, p. 47-54, 2017.

NERI, A. V.; SOARES, M. P.; NETO, J. A. A. M.; DIAS, L. E. Espécies De Cerrado Com Potencial Para Recuperação De Áreas Degradadas Por Mineração De Ouro – Paracatu- Mg. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v.35, n.4, p.907-918, 2011.

NICKELE, M. A. Distribuição espacial, danos e planos de amostragem de *Acromyrmex crassispinus* (Forel, 1909) (Hymenoptera: Formicidae: Myrmicinae) em plantios de *Pinus taeda* L. (Pinaceae). 125f. **Dissertação** (Mestrado em Ciências Biológicas) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2008.

OLIVEIRA, F.S.D.; PRADO FILHO, J. F.; ROCHA, C. F.; FONSECA, A. Licenciamento ambiental simplificado na região sudeste brasileira: conceitos, procedimentos e implicações. **Desenvolvimento e Meio Ambiente**, Paraná, v. 38, p. 461-479, 2016. DOI <http://dx.doi.org/10.5380/dma.v38i0.42297>.

OLIVEIRA-FILHO, A. T.; JARENKOW, J. A.; RODAL, M. J. N. Floristic relationships of seasonally dry forests of eastern South America based on tree species distribution patterns. In: PENNINGTON, R. T., RATTER, J. A., LEWIS, G. P. (eds.) Neotropical savannas and dry forests: **Plant diversity, biogeography and conservation**. Boca Raton: CRC Press, p. 151-184, 2006.

PAULA, Alessandro de et al. Sucessão ecológica da vegetação arbórea em uma Floresta Estacional Semidecidual, Viçosa, MG, Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, v. 18, p. 407-423, 2004.

PEREIRA, J. A. A.; FONTES, M. A. L. Plano de Manejo do Parque Municipal da Serra de São Domingos. Lavras: **UFLA**. 331p. 2009.

PINHEIRO, A. L. et al. Cedro australiano: cultivo e utilização (*Toona ciliata* M. Roem. Var. *australis* (F. Muell) Bahadur). Viçosa, MG: **Ed. da UFV**. 42 p., 2006.

POÇOS DE CALDAS. Prefeitura Municipal de Poços de Caldas. **Plano Diretor Municipal**. 1992. Disponível em: <<https://pocosdecaldas.mg.gov.br/>> Acesso em: 13 set 2023.

POORTER, PÉREZ-SOBA, The growth response of plants to elevated CO₂ under non-optimal environmental conditions. **Oecologia**, v. 129, p. 1-20, 2001.

POORTER, L. Light-dependent changes in biomass allocation and their importance for growth of rain forest tree species. **Functional Ecology**, p. 113-123, 2001.

RESENDE, A. V.; FURTINI NETO, A. E.; CURI, N. Mineral nutrition and fertilization of native tree species in Brazil: research progress and suggestions for management. **Journal of Sustainable Forestry**, v.20, n.2, p.45-81, 2005.

RODRIGUES, 50 Gurus Para o Século XXI. 1. ed. Lisboa: **Centro Atlântico**.PT, 2005.

RODRIGUES, R. R., GANDOLFI, S., NAVE, A. G., & ATTANASIO, C. M. Atividades de adequação ambiental e restauração florestal do LERF/ESALQ/USP. **Pesquisa Florestal Brasileira**, (55), 7-7, 2007.

RODRIGUES, Atividades de adequação ambiental e restauração florestal do LERF/ESALQ/USP. **Pesquisa Florestal Brasileira**, n. 55, p. 7-7, 2007.

RORATO, D. G. et al. Silvicultura com espécies florestais nativas mediante o plantio de mudas: um experiência em áreas ripárias no sul do Brasil. In: ARAUJO, M. M.; NAVROSKI, M. C.; SCHORN, L. A. Produção de sementes e mudas: Um enfoque a silvicultura. Santa Maria: Ed. UFSM. 448p., 2018a.

RORATO, D. G. et al. Tolerance and resilience of forest species to frost in restoration planting in southern Brazil. **Restoration Ecology**, Washington, v. 26, p. 537–542, 2018b.

SCHUMACHER, M. V.; CECONI, D. E.; SANTANA, C. A. Influência de diferentes doses de fósforo no crescimento de mudas de angico-vermelho (*Parapiptadenia rigida* (Bentham) Brenan). **Revista Árvore**, v.28, n.1, p.149-155, 2004.

SCHUMANN, A. Changes in mineralogy and geochemistry of a nepheline syenite with increasing bauxitization, Poços de Caldas, Brazil. **Chemical Geology, Baltimore**, v.107, n.114, p. 237-331, jul. 1993.

SILVA FILHO, E. B.; ALVES, M.C.M.; DA MOTTA, M. Lama vermelha da indústria de beneficiamento de alumina: produção, características, disposição e aplicações alternativas. **Matéria (Rio J.)** 12 (2). 2007. DOI <https://doi.org/10.1590/S1517-70762007000200011>.

SILVA, DE AZEVEDO. Recursos minerais do Brasil: Diretrizes para o setor mineral. **Terræ Didática**, v. 17, p. e021020-e021020, 2021.

SILVA, H. D.; BELLOTE, A. F. J.; FERREIRA, C. A. Cultivo do eucalipto: sistemas de plantio. Sistemas de Produção. 4 ed. **Colombo: Embrapa Florestas**, ago. 2003.

SILVA, J. A. E. C. A análise dos possíveis impactos da pandemia de COVID19 nas empresas de mineração listadas na B3 a partir da análise das demonstrações financeiras. **Trabalho de conclusão de curso** (Ciências Contábeis). Universidade Federal de São Paulo. Osasco, SP. 2022.

SIQUEIRA, J. O. et al. Aspectos de solos, nutrição vegetal e microbiologia na implantação de matas ciliares. Belo Horizonte: **CEMIG**. 28p., 2000.

SIQUEIRA, CRESCIMENTO DE CEDRO ROSA (*Cedrela fissilis* Vell.) EM ÁREA DE RECUPERAÇÃO FLORESTAL NO SUDESTE PARAENSE. **Agrarian Academy**, v. 9, n. 18, 2022.

STOLARSKI, *Trema micrantha* (L.) Blume. em plantações para restauração ecológica: Desenvolvimento inicial na Floresta Subtropical Brasileira. **Ciência Florestal**, v. 28, p. 1217-

VAN STRAALLEN, N.M. Evaluation of bioindicator systems derived from soil arthropod communities. **Applied Soil Ecology**, 9: 429-437, 1998.

VELOSO, H. P.; RANGEL FILHO, A. L. R.; LIMA, J. C. A. Classificação da vegetação brasileira adaptada a um sistema universal. Rio de Janeiro: **IBGE**. 88p., 1991.

VILELA, E. S.; STHELING, E. C. Recomendações de plantio para CEDRO AUSTRALIANO - Versão Mudás Clonais - 3.0. **Bela Vista Florestal**. Disponível em: <>. Acesso em: 19 out 2023.

WAIMER, G. C. et al. Silvicultura intensiva como uma alternativa para reduzir os danos da ocorrência de geadas em plantas de *Cedrela fissilis*. **9º Congresso Florestal Brasileiro**, Brasília/DF - 12-15 de julho de 2022- DOI: 10.55592/CFB.2022.6739557.