

CENTRO UNIVERSITÁRIO DE VOTUPORANGA - UNIFEV

CURSO DE ENGENHARIA AGRÔNOMICA

CARLOS ROBERTO FERNANDES

DIÉQUE SANDRE DE FRANÇA LIMA

**REFLORESTAMENTO FUNCIONAL: DESENVOLVIMENTO DE ESPÉCIES
NATIVAS EM CORREDOR ECOLÓGICO NO NOROESTE PAULISTA**

VOTUPORANGA-SP
2025

CARLOS ROBERTO FERNANDES
DIÉQUE SANDRE DE FRANÇA LIMA

**REFLORESTAMENTO FUNCIONAL: DESENVOLVIMENTO DE ESPÉCIES
NATIVAS EM CORREDOR ECOLÓGICO NO NOROESTE PAULISTA**

Monografia apresentado ao Centro Universitário de
Votuporanga - UNIFEV, para obtenção do grau de
Bacharelado em Engenharia Agrônômica, sob
orientação do Profa. Ma. Mariane Aparecida Barbará
Zanini.

VOTUPORANGA-SP
2025

FERNANDES, CARLOS ROBERTO.

REFLORESTAMENTO FUNCIONAL: DESENVOLVIMENTO DE ESPÉCIES NATIVAS EM CORREDOR ECOLÓGICO NO NOROESTE PAULISTA. / CARLOS ROBERTO FERNANDES; DIEQUE SANDRE DE FRANÇA LIMA. - Votuporanga. Ed. do Autor, 2025.

41 p., 30cm. :il.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação - Bacharelado) - UNIFEV - Centro Universitário de Votuporanga, Curso de ENGENHARIA AGRONOMICA, 2025.

Orientadora: Profª. Ma. MARIANE APARECIDA BARBARÁ ZANINI.

1.REFLORESTAMENTO FUNCIONAL. 2. CORREDOR ECOLÓGICO. I. LIMA, DIEQUE SANDRE DE FRANÇA. II. Título.

Sistema de geração automática de fichas catalográficas da Unifev.

Dados fornecidos pelo autor(a).

Essa ficha não pode ser modificada.

Bibliotecária Responsável: Marcia Faria Cavalcante - CRB-8/ 10706

CENTRO UNIVERSITÁRIO DE VOTUPORANGA - UNIFEV
CURSO DE ENGENHARIA AGRÔNOMICA

CARLOS ROBERTO FERNANDES
DIÉQUE SANDRE DE FRANÇA LIMA

**REFLORESTAMENTO FUNCIONAL: DESENVOLVIMENTO DE ESPÉCIES NATIVAS
EM CORREDOR ECOLÓGICO NO NOROESTE PAULISTA**

Aprovado: 07 / 11 / 2025

Monografia apresentado ao Centro Universitário de Votuporanga - UNIFEV, para obtenção do grau de Bacharelado em Engenharia Agrônômica, sob orientação do Profa. Ma. Mariane Aparecida Barbará Zanini



Documento assinado digitalmente

FERNANDO GALORO DELAVALLE

Data: 12/12/2025 08:23:59-0300

Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Primeiro Examinador(a): Prof.^a Me. Fernando Galoro Delavale

Instituição: Centro Universitário de Votuporanga - UNIFEV



Documento assinado digitalmente

LAIS NAIARA HONORATO MONTEIRO

Data: 11/12/2025 17:47:20-0300

Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Segundo Examinador(a): Prof. Dra. Laís Naiara Honorato Monteiro

Instituição: Centro Universitário de Votuporanga – UNIFEV



Documento assinado digitalmente

MARIANE APARECIDA BARBARÁ ZANINI

Data: 11/12/2025 22:15:38-0300

Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Orientador(a): Prof.^a Ma. Mariane Aparecida Barbará Zanini

Instituição: Centro Universitário de Votuporanga – UNIFEV

VOTUPORANGA-SP

2025

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, obrigado à minha orientadora, pelo apoio, pela paciência e pelas valiosas contribuições durante a realização deste trabalho. Sou grato também aos amigos e colegas de curso pela colaboração e incentivo ao longo de todo o processo, e a empresa no qual trabalho e que nos permitiu essa realização. Por fim, dedico um agradecimento especial à minha família, meus filhos, pelo suporte emocional e motivação constante.

Carlos Roberto Fernandes

Sou grato aos meus colegas de curso, em especial a Carlos Roberto Fernandes, pela colaboração e discussões enriquecedoras sobre as práticas de reflorestamento. Aos professores do Centro Universitário de Votuporanga, por contribuírem diretamente para minha formação acadêmica e profissional.

Agradeço à minha família pelo amor e apoio incondicional e compreensão durante as etapas deste trabalho. Aos meus amigos, pelo incentivo constante e pelas palavras de encorajamento nos momentos de maior desafio

Diéque Sandre de França Lima

REFLORESTAMENTO FUNCIONAL: DESENVOLVIMENTO DE ESPÉCIES NATIVAS EM CORREDOR ECOLÓGICO NO NOROESTE PAULISTA

Carlos Roberto Fernandes¹

Diéque Sandre de França Lima¹

Resumo:

A restauração florestal é uma estratégia essencial para mitigar os impactos da degradação ambiental, promover a conectividade entre fragmentos e recuperar serviços ecossistêmicos. Este trabalho teve como objetivo monitoramento o desenvolvimento de espécies arbóreas nativas implantadas em um corredor ecológico no município de Valentim Gentil-SP, ao longo de 27 meses, validando o sucesso da implantação e o fechamento do dossel. O experimento foi conduzido em uma área de 1,80 ha, anteriormente utilizada para cultivo de cana-de-açúcar, com solo classificado como Latossolo Vermelho e clima tropical com inverno seco. As mudas foram adquiridas de viveiro credenciado, priorizando diversidade funcional e grupos sucessionais (pioneiras e não pioneiras). O preparo da área incluiu dessecação da vegetação remanescente, sulcação, adubação de plantio (formulado 04-14-08) e calagem conforme análise de solo. O plantio seguiu espaçamento de 3 x 2 m, com aclimação prévia das mudas. Durante o monitoramento, foram realizados tratos culturais, controle de plantas daninhas e formigas, além de adubações de cobertura periódicas. Para análise do desempenho, foram selecionadas 11 espécies representativas, com medições de altura e diâmetro do tronco em três momentos: no dia do transplante, aos 446 Dias Após Transplante (DAT) e aos 827 DAT. Os dados foram tratados por estatística descritiva (média $\pm$ desvio padrão), permitindo avaliar vigor e uniformidade. Os resultados indicaram crescimento expressivo, com destaque para Mutambo (*Guazuma ulmifolia*), Angico Branco (*Anadenanthera colubrina*) e Ingá de Metro (*Inga edulis*), que apresentaram maior incremento em altura (até 8,89 m) e diâmetro (até 37,1 cm). Espécies secundárias, como Cedro (*Cedrela fissilis*), mostraram crescimento mais lento, mas consistente, reforçando sua importância estrutural. Conclui-se que a seleção adequada de espécies nativas, aliada ao manejo técnico, favoreceu o rápido fechamento do dossel e a formação de um corredor ecológico funcional em menos de 27 meses. O estudo evidencia a relevância da diversidade funcional para garantir resiliência, promover serviços ecossistêmicos e acelerar a sucessão ecológica em áreas degradadas.

Palavras-chaves: diversidade funcional; sucessão ecológica; serviços ecossistêmicos; monitoramento biométrico.

¹ Centro Universitário de Votuporanga (Unifev), Votuporanga, São Paulo, Brasil. Bacharel em Engenharia Agrônoma, 2025.

FUNCTIONAL REFORESTATION: DEVELOPMENT OF NATIVE SPECIES IN AN ECOLOGICAL CORRIDOR IN NORTHWESTERN SÃO PAULO STATE

Carlos Roberto Fernandes¹

Diéque Sandre de França Lima¹

Abstract:

Forest restoration is an essential strategy to mitigate the impacts of environmental degradation, promote connectivity between fragments, and recover ecosystem services. This study aimed to monitoring the development of native tree species planted in an ecological corridor in the municipality of Valentim Gentil-SP over a period of 27 months, validating the success of the implementation and the canopy closure. The experiment was conducted in an area of 1.80 hectares, previously used for sugarcane cultivation, with soil classified as Red Latosol and a tropical climate with dry winters. The seedlings were acquired from a certified nursery, prioritizing functional diversity and successional groups (pioneer and secondary species). Site preparation included desiccation of remaining vegetation, furrowing, planting fertilization (04-14-08), and liming according to soil analysis. Planting followed a 3 x 2 m spacing, with prior acclimatization of the seedlings. During monitoring, cultural practices were carried out, including weed and ant control, as well as periodic top- dressing fertilizations. To analyze performance, 11 representative species were selected, with measurements of height and trunk diameter taken at three points in time: on the day of transplantation, at 446 Days Post Transplantation (DAT), and at 827 DAT. Data were analyzed using descriptive statistics (mean $\pm$ standard deviation), allowing assessment of vigor and uniformity. The results indicated significant growth, with emphasis on Mutambo (*Guazuma ulmifolia*), Angico Branco (*Anadenanthera colubrina*), and Ingá de Metro (*Inga edulis*), which showed the greatest increases in height (up to 8.89 m) and diameter (up to 37.1 cm). Secondary species, such as Cedro (*Cedrela fissilis*), exhibited slower but consistent growth, reinforcing their structural importance. It is concluded that the appropriate selection of native species, combined with technical management, favored rapid canopy closure and the formation of a functional ecological corridor in less than 27 months. The study highlights the relevance of functional diversity in ensuring resilience, promoting ecosystem services, and accelerating ecological succession in degraded areas.

Keywords: functional diversity; ecological succession; ecosystem services; biometric monitoring.

¹ Centro Universitário de Votuporanga (Unifev), Votuporanga, São Paulo, Brazil. Bachelor's degree in Agronomic Engineering, 2025.

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO.....	8
1. DESENVOLVIMENTO	10
1.1 Restauração florestal.....	10
1.1.1 Legislação	10
1.2 Tipos e métodos de restauração florestal	11
1.3 Escolha de espécies e planejamento do plantio	12
1.4 Corredores ecológicos e conectividade da paisagem.....	13
1.5 Diversidade funcional.....	14
1.6 Adaptação ao sitio ecológico	15
1.7 O papel das espécies pioneiras e não pioneiras	15
1.7.1 Espécies pioneiras.....	16
1.7.2 Espécies secundárias ou não pioneiras	16
1.8 Espaçamentos de plantio.....	16
2. METODOLOGIA	17
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	29
3.1 Desenvolvimento biométrico das espécies ao longo do monitoramento.....	30
3.2 Validação do sucesso de implantação do corredor ecológico aos 27 meses	32
4. CONCLUSÃO	35
REFERÊNCIAS	36

INTRODUÇÃO

A restauração ambiental tem se consolidado como uma prática vital para a preservação da biodiversidade, mitigação das mudanças climáticas e recuperação de áreas degradadas no Brasil e no mundo. Em 2023, por exemplo, foram restaurados por empresas particulares cerca de 93 hectares de vegetação nativa na mata atlântica, amazônia e cerrado, correspondendo ao plantio de aproximadamente 232.500 árvores. Essas ações são essenciais para a proteção do solo, regulação hídrica e para garantir serviços ecossistêmicos comprometidos pela exploração humana.

No contexto brasileiro, a pressão contínua exercida pela expansão agrícola, crescimento urbano e desmatamento intensifica a perda significativa de habitats naturais, reforçando a urgência de estratégias de reflorestamento planejadas e embasadas cientificamente. Essas estratégias devem considerar não apenas fatores ecológicos, mas também sociais, a fim de recuperar a funcionalidade ambiental e a diversidade biológica regional (IBAMA, 2024).

A região do Noroeste Paulista, caracterizada pela presença de fragmentos de cerrado e mata atlântica, enfrenta desafios específicos devido à fragmentação de habitats e mudanças no uso do solo. Isso requer uma seleção criteriosa das espécies utilizadas no reflorestamento, privilegiando aquelas que garantam maior sobrevivência e desenvolvimento no longo prazo (IBAMA, 2024). As espécies pioneiras desempenham papel fundamental ao iniciar o processo de sucessão ecológica, criando condições para a instalação de espécies secundárias, que trazem maior complexidade estrutural ao ecossistema restaurado.

Compreender a interação dinâmica entre espécies pioneiras e secundárias é crucial para otimizar projetos de reflorestamento, pois a combinação adequada acelera o estabelecimento vegetal, consolida comunidades diversas e fortalece a resiliência dos ecossistemas restaurados, beneficiando a fauna local e restaurando serviços ambientais essenciais (SOUZA et al., 2020).

A cerca disso, analisar o desempenho dessas espécies em projetos de reflorestamento no Noroeste Paulista, pode contribuir para o aprimoramento técnico-científico das práticas de restauração ambiental e para a sustentabilidade ecológica da região. Tal análise é ainda mais relevante diante da meta nacional de restaurar 12 milhões de hectares de vegetação nativa até 2030, conforme compromisso reforçado pelo Brasil no Acordo de Paris e que representa um desafio estratégico para a conservação ambiental e o equilíbrio climático (NATIVAS BRASIL, 2025).

Dessa maneira, objetivou-se avaliar os procedimentos na implantação e

manutenção de área em restauração ecológica localizada no município Valentin Gentil, visando monitorar o desenvolvimento de espécies arbóreas nativas ao longo de aproximadamente 27 meses, com a finalidade de validar o sucesso do estabelecimento e fechamento do dossel neste prazo através do monitoramento do desenvolvimento das espécies transplantadas por meio da medição periódica do diâmetro do tronco e altura e determinação do tempo necessário para a estabilização do ecossistema e cobertura vegetal adequada, com base em indicadores de desenvolvimento florestal, como o diâmetro do troco, altura e diversidade de espécies.

1. DESENVOLVIMENTO

1.1 Restauração florestal

A restauração florestal é o processo de recuperar ecossistemas florestais degradados ou desmatados, com o objetivo de restabelecer suas funções ecológicas, econômicas e sociais. Isso pode envolver o plantio de árvores nativas, o controle de espécies invasoras, a regeneração natural assistida e outras práticas que promovem o retorno da biodiversidade e a melhoria dos serviços ecossistêmicos (PEREIRA et al., 2021).

A restauração florestal desempenha um papel fundamental na recuperação da biodiversidade, ao reconstituir habitats naturais e favorecer o retorno de espécies da fauna e da flora. Além disso, contribui para a proteção dos recursos hídricos, ao preservar nascentes, rios e mananciais, regulando o ciclo da água. Outro benefício importante é o controle da erosão do solo, já que as raízes das árvores ajudam a manter a estabilidade e a fertilidade do terreno. Por fim, a criação de corredores ecológicos promove a conectividade entre ecossistemas, facilitando o deslocamento de animais e a dispersão de sementes, fortalecendo a dinâmica ambiental (BRANCALION et al., 2022).

Florestas em crescimento desempenham um papel essencial no sequestro de carbono ao absorverem CO₂ da atmosfera e contribuir para a mitigação das mudanças climáticas. Além disso, ajudam na regulação do microclima, reduzindo a temperatura local e aumentando a umidade do ar. A presença de vegetação também atua na prevenção de eventos extremos, como enchentes, secas e deslizamentos, reforçando a importância da cobertura vegetal para a estabilidade ambiental e o bem-estar das comunidades (BASTIN et al., 2023).

1.1.1 Legislação

O Código Florestal Brasileiro, previsto pela Lei nº 12.651/2012, dispõe sobre a proteção da vegetação nativa e determina parâmetros legais para o uso, a conservação e a recuperação ambiental em todo o território nacional. Essa legislação define a obrigatoriedade de preservação de Áreas de Preservação Permanente (APPs) — como margens de rios, nascentes, encostas e topos de morro — e de Reservas Legais (RLs), garantindo assim a proteção do solo, da água e da biodiversidade nas propriedades rurais. O percentual mínimo da Reserva Legal varia conforme o bioma: por exemplo, é de 20% em áreas de Cerrado e pode chegar a 80% na Amazônia. (EMBRAPA,

2012).

Além disso, a lei institui instrumentos como o Cadastro Ambiental Rural (CAR) e o Programa de Regularização Ambiental (PRA), fundamentais para monitorar, fiscalizar e promover a regularização ambiental das propriedades e posses rurais, além de promover a recomposição de áreas degradadas. Desta forma, a legislação é essencial para nortear projetos de reflorestamento, garantindo que estejam em conformidade com as exigências ambientais vigentes e promovam a sustentabilidade ecológica a longo prazo (EMBRAPA, 2012).

1.2 Tipos e métodos de restauração florestal

A restauração florestal pode ser feita de diversas formas, dependendo das condições ambientais, da degradação do solo e dos objetivos do projeto. Existem vários métodos para restaurar um ecossistema florestal, e cada um tem suas vantagens e limitações (CHAZDON; URIARTE, 2020).

A nucleação é um método que consiste no plantio de pequenos agrupamentos de espécies nativas, chamados “núcleos”, em áreas degradadas. Esses núcleos funcionam como “ilhas de biodiversidade”, que, com o tempo, geram um efeito de expansão natural ao atrair fauna e permitir a regeneração das plantas ao redor (REIS; BECHARA; TRES, 2021).

A técnica de restauração por meio de núcleos de vegetação apresenta vantagens importantes, como a recuperação mais rápida de áreas extensas, o estímulo à regeneração natural ao redor dos núcleos e o menor custo em comparação ao plantio total. No entanto, essa abordagem também possui limitações, exigindo monitoramento constante e dependendo da conectividade com outros fragmentos de vegetação nativa para alcançar maior eficácia ecológica (CAMPOS, FILHO et al., 2021).

Já a técnica de Plantio Total da Mudas consiste no plantio de mudas de espécies nativas em uma área degradada de forma mais uniforme e controlada. A ideia é substituir a vegetação original perdida por uma nova cobertura vegetal. O plantio total de espécies nativas apresenta vantagens como a recuperação imediata da vegetação, maior controle sobre as espécies escolhidas e possibilidade de aplicação em áreas com solo altamente degradado, onde a regeneração natural seria limitada. No entanto, essa técnica demanda alto investimento em mudas e mão de obra, além de exigir irrigação e cuidados contínuos nas fases iniciais. Também pode ser mais vulnerável a falhas

em condições climáticas adversas, o que reforça a necessidade de planejamento e acompanhamento técnico adequado (BRANCALION; HOLL, 2020).

A Regeneração Natural Assistida (RNA) visa estimular a regeneração espontânea de espécies nativas que já estão presentes na área. A técnica envolve a proteção e manejo das sementes e plântulas que surgem naturalmente. Ainda, apresenta vantagens como o baixo custo, por utilizar o potencial ecológico da própria área, além de promover a recuperação da biodiversidade de forma dinâmica e adaptativa. Em locais com remanescentes de vegetação nativa, é possível acelerar o processo sem grandes interferências no ambiente. No entanto, essa técnica depende da disponibilidade de sementes e plântulas no local, podendo ser lenta em áreas muito degradadas. Também exige monitoramento constante para evitar o avanço de espécies invasoras que comprometam a restauração (CAMPOS, FILHO et al., 2022).

Por meio do plantio de espécies nativas que favorecem a sucessão ecológica ou que estão ausentes no local, mas são essenciais para a composição do ecossistema. O enriquecimento ecológico é uma estratégia que potencializa a biodiversidade e acelera o processo de regeneração, apresentando menor custo em comparação ao plantio total de mudas. É especialmente indicado para áreas onde a regeneração natural já está em curso, mas ainda carece de alguns componentes ecológicos. No entanto, sua eficácia depende de um bom planejamento para a escolha adequada das espécies e requer monitoramento constante para garantir a sobrevivência das mudas e o sucesso da restauração (MEDEIROS et al., 2023).

1.3 Escolha de espécies e planejamento do plantio

A escolha adequada das espécies nativas é essencial para o sucesso dos projetos de reflorestamento ambiental, principalmente em biomas complexos como o cerrado brasileiro. Para promover a recuperação da biodiversidade e a funcionalidade ecológica, as espécies selecionadas devem ser adaptadas às condições edafoclimáticas locais, incluindo solo, regime pluviométrico e topografia (EMBRAPA, 2022).

No cerrado, plantas como o barbatimão (*Stryphnodendron obovatum*), ipê-amarelo (*Tabebuia aurea*), jatobá (*Hymenaea courbaril*) e pau-de-bicho (*Terminalia argentea*) são frequentemente utilizadas, dado seu potencial de estabelecimento e resistência a condições adversas como estiagens e solos pobres (SOUZA et al., 2021). O planejamento do plantio também deve

considerar a diversificação funcional das espécies, combinando pioneiras, que têm rápido crescimento e maior resistência, com espécies secundárias que promovem maior complexidade estrutural ao ecossistema restaurado (REZENDE et al., 2022).

Além disso, o espaçamento, a técnica de plantio e o manejo pós-plantio são fatores importantes para garantir o crescimento das mudas, promovendo a sucessão ecológica e consolidando os serviços ambientais no local restaurado. O sucesso do reflorestamento depende de uma abordagem integrada que exige conhecimento da flora regional, levantamento do histórico da área e acompanhamento técnico constante (MOREIRA, 2020).

1.4 Corredores ecológicos e conectividade da paisagem

A fragmentação dos habitats naturais, impulsionada por atividades humanas como agricultura, urbanização e exploração madeireira, compromete a integridade ecológica das paisagens. Nesse contexto, os corredores ecológicos emergem como ferramentas essenciais para mitigar os efeitos da fragmentação, promovendo a conectividade entre áreas isoladas e facilitando processos ecológicos fundamentais (PEREIRA; COSTA, 2022).

Corredores ecológicos são faixas de vegetação que conectam fragmentos de habitat, permitindo o fluxo de genes e o movimento de espécies entre áreas isoladas. Sua implementação é estratégica na restauração florestal, pois facilita a recolonização de áreas degradadas e a manutenção da biodiversidade (COSTA, 2022). Além disso, corredores ecológicos podem atuar como zonas de transição, reduzindo os efeitos de borda e promovendo ambientes mais estáveis para a fauna e flora locais (LEITE, 2012).

A conectividade entre fragmentos de vegetação nativa é crucial para a sobrevivência de populações de espécies que necessitam de grandes áreas contínuas para alimentação, reprodução e migração. Sem essa conectividade, populações podem tornar-se geneticamente isoladas, aumentando o risco de extinção local (BRAGA; SCARDUA, 2011). A conectividade também permite a dispersão de sementes e a polinização, processos essenciais para a regeneração natural dos ecossistemas (COSTA, 2022).

Corredores ecológicos desempenham um papel vital na manutenção da fauna, permitindo o deslocamento de animais entre fragmentos e facilitando a troca genética entre populações (COSTA, 2022). Isso é particularmente importante para espécies com baixa capacidade

de dispersão ou que necessitam de habitats específicos. Além disso, a presença de corredores ecológicos favorece a dispersão de sementes, promovendo a regeneração natural da vegetação e a recuperação de áreas degradadas (BRAGA; SCARDUA, 2011).

Diversos projetos de corredores ecológicos têm sido implementados com sucesso em diferentes regiões. Por exemplo, a criação de corredores ao longo de rios e estradas tem mostrado eficácia na conectividade de fragmentos florestais (COSTA, 2022; LEITE, 2012). Entretanto, a implementação enfrenta desafios técnicos, como a necessidade de planejamento adequado, monitoramento contínuo e envolvimento das comunidades locais. Além disso, é essencial considerar as características específicas de cada região, como a topografia, clima e biodiversidade local, para garantir a eficácia dos corredores ecológicos (COSTA, 2022).

1.5 Diversidade funcional

A diversidade funcional refere-se à variedade de características ecológicas, como estratégias de crescimento, traços foliares e do caule, além da tolerância aos estresses ambientais, presentes entre as espécies de uma comunidade florestal. Para projetos de reflorestamento ambiental, adotar o conceito de diversidade funcional é fundamental, porque envolve uma seleção não apenas de múltiplas espécies, mas de grupos que desempenham diferentes funções ecológicas, promovendo maior resiliência e restabelecimento dos serviços ecossistêmicos da área restaurada (SILVA, SANTOS, 2023).

Estudos recentes mostram que áreas com maior diversidade funcional apresentam melhoria na riqueza de espécies, um melhor desempenho na recuperação da estrutura florestal e maior capacidade de resposta a mudanças ambientais e perturbações, como secas e queimadas (SILVA, SANTOS, 2023). Segundo os autores, a utilização de indicadores, como área foliar específica, densidade da madeira e massa seca das folhas auxilia na escolha de espécies que realizam diversas funções ecológicas, acelerando a regeneração natural e tornando os sistemas restaurados mais sustentáveis ao longo do tempo.

Além disso, reflorestamentos com alta diversidade funcional favorecem o sequestro de carbono, melhoram a fertilidade do solo, proporcionando maior proteção contra a erosão e ampliam os benefícios para a fauna e as comunidades humanas locais (SILVA, SANTOS, 2023). A inclusão de diferentes grupos funcionais também diminui os riscos associados ao plantio

monocultural, aumentando o sucesso e a estabilidade dos projetos de restauração ambiental a longo prazo (SILVA, SANTOS, 2023).

1.6 Adaptação ao sítio ecológico

A adaptação ao sítio envolve uma avaliação criteriosa das condições ambientais locais, como clima, solo, topografia e presença de espécies nativas remanescentes, para garantir o sucesso dos projetos de reflorestamento ambiental. A escolha específica de espécies ou a desatenção às características do local podem comprometer tanto a sobrevivência das mudas quanto o desenvolvimento saudável do ecossistema restaurado. As espécies selecionadas devem ser cumpridas com as condições edafoclimáticas e fitogeográficas do sítio. Fatores como profundidade e fertilidade do solo, disponibilidade hídrica e histórico de uso da terra são determinantes para que as plantas consigam se estabelecer e crescer de forma sustentável no longo prazo. Dessa forma, priorizar espécies já adaptadas ou historicamente apresentadas facilita o processo de restauração e reduz custos operacionais com manutenção e replantio.

Além disso, os projetos de reflorestamento mais bem-sucedidos costumam aproveitar levantamentos florísticos prévios para identificar espécies nativas adaptadas e planejadas o planejamento de acordo com a sequência natural de sucessão ecológica do ambiente. Isso inclui a introdução de espécies pioneiras para criar condições desenvolvidas ao desenvolvimento de espécies secundárias e climáticas, reconstituindo de modo eficiente a estrutura da floresta original e os serviços ecossistêmicos associados (TATSCH, 2014).

1.7 O papel das espécies pioneiras e não pioneiras

A restauração florestal depende da correta seleção de espécies vegetais, que podem ser classificadas como pioneiras ou secundárias, desempenhando papéis distintos no processo de regeneração ecológica. Espécies pioneiras são geralmente de rápido crescimento, tolerantes a condições adversas e capazes de colonizar áreas degradadas, preparando o ambiente para a entrada de espécies secundárias, mais sensíveis e de crescimento lento, que contribuem para a formação de uma estrutura florestal mais complexa e estável (CAMPOS; ALMEIDA, 2019; MOREIRA, 2020).

1.7.1 Espécies pioneiras

Espécies pioneiras são fundamentais para iniciar o processo de sucessão ecológica em áreas degradadas. Elas promovem o sombreamento do solo, aumentam a matéria orgânica, favorecem a microfauna e permitem a melhoria das condições do solo para espécies mais exigentes (SOUZA et al., 2021). No cerrado, espécies como *Cecropia* spp., *Guazuma ulmifolia* e *Trema micrantha* são frequentemente utilizadas por sua capacidade de rápido estabelecimento e resistência a condições de estresse ambiental. Além disso, atuam como dispersoras de sementes, atraindo fauna que contribui para o fluxo gênico e a diversidade genética do ecossistema (REZENDE et al., 2022).

1.7.2 Espécies secundárias ou não pioneiras

Espécies secundárias estabelecem-se posteriormente, geralmente em ambientes já parcialmente sombreados e enriquecidos pelo crescimento de espécies pioneiras. Estas espécies têm crescimento mais lento e requerem condições mais estáveis, sendo essenciais para a consolidação da estrutura florestal e a manutenção de processos ecológicos de longo prazo (BRANCALION et al., 2022; MEDEIROS et al., 2023). A inclusão de espécies secundárias, como *Hymenaea courbaril*, *Myracrodruon urundeuva* e *Anadenanthera colubrina*, contribui para a diversidade funcional da floresta restaurada, aumentando a resiliência frente a mudanças ambientais e distúrbios (SILVA, SANTOS, 2023).

1.8 Espaçamentos de plantio

O espaçamento de plantio é um fator determinante para o sucesso da restauração ecológica. O espaçamento adequado permite o desenvolvimento das copas, reduz a competição entre indivíduos, facilita a entrada de espécies secundárias e promove maior eficiência na cobertura do solo. Estudos indicam que para espécies pioneiras do Cerrado, espaçamentos de 3 a 5 metros entre indivíduos são recomendados, enquanto espécies secundárias podem ser distribuídas em menores densidades, considerando o crescimento lento e a tolerância à sombra (REIS et al., 2021; CAMPOS-FILHO et al., 2021). A escolha do espaçamento deve considerar a topografia, tipo de solo, disponibilidade hídrica de acordo com os objetivos da restauração, como acelerar a cobertura do solo, aumentar a biodiversidade ou recuperar serviços ecossistêmicos (BASTIN et al., 2023; CHAZDON;

URIARTE, 2020).

2. METODOLOGIA

O experimento foi conduzido na Fazenda Sonho Dourado, sob coordenadas geográficas Latitude: 20°27'52.20"S, 50° 8'28.26"O e altitude 437 m, situado no município de Valentim Gentil-SP, localizada na região noroeste do Estado de São Paulo (Figura 1), perfazendo uma área de 1,80 ha.

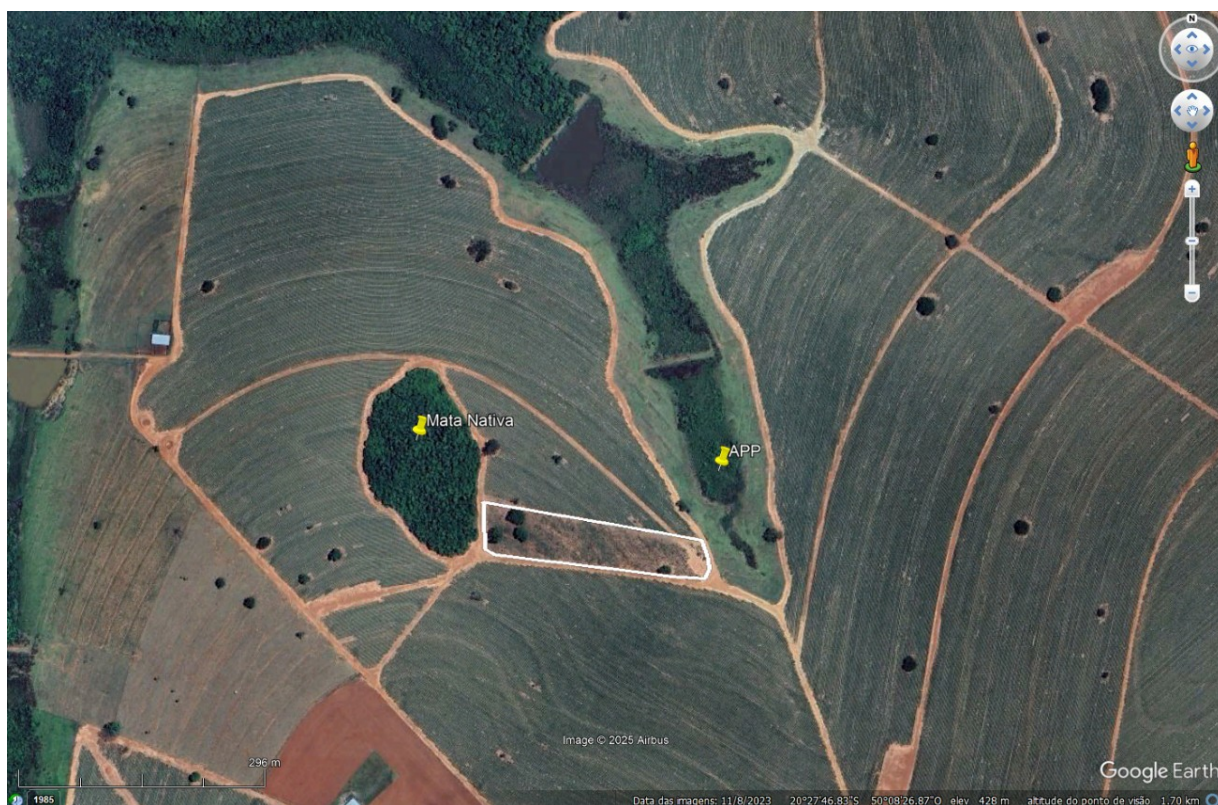


Figura 1: Localização da área de implantação e monitoramento de espécies florestais na formação de corredor ecológico no município de Valentim Gentil - SP.

Fonte: Elaborada pelos autores, 2025.

O solo da área experimental foi classificado como Latossolo Vermelho Podizólico médio-arenoso/médio e saturação mesotrófico, ambiente de produção B. (EMBRAPA, 2022).

Um ambiente de solo de produção B é um solo de boa aptidão agrícola, mas com algumas limitações físicas ou químicas. Possui textura média a argilosa, fertilidade moderada e

permite boa produtividade, embora ligeiramente inferior a solos de alta aptidão (A). Requer manejo adequado, como correção de nutrientes, preparo do solo e controle de erosão, para atingir seu potencial produtivo (EMBRAPA, 2022).

De acordo com a classificação climática da região de Köppen, o clima é tropical com inverno seco, apresentando uma temperatura média anual compensada de 23,5°C, com temperaturas máximas médias de 35°C e mínimas médias de 19°C. A incidência solar anual é de aproximadamente 2.530 horas, com a umidade relativa do ar em torno de 66%, podendo diminuir para menos de 20%, principalmente durante o inverno. A pluviosidade média é de 1.230mm ano⁻¹, concentrados entre os meses de outubro e abril. Durante o período de monitoramento, foram registrados dados pluviométricos, temperatura e umidade relativa mensais que complementam a caracterização climática da área (Figura 2).



Figura 2: Dados climatológicos registrados na área do corredor ecológico durante o monitoramento.

Fonte: Programa Zeus farmer top.

As mudas utilizadas na implantação do corredor ecológico foram adquiridas junto ao viveiro SENVS – Soluções Ambientais, localizado no município de Santa Salete - SP. O viveiro é devidamente registrado e reconhecido por sua atuação em conformidade com a legislação ambiental vigente, apresentando boas práticas de produção por semente e comercialização de espécies nativas.

A seleção das mudas priorizou a diversidade funcional e sucessional, contemplando espécies pioneiras, não pioneiras iniciais e tardias, conforme Tabela 1, com altura média entre 40 e 60 cm no momento da aquisição.

Tabela 1: Espécies nativas classificadas pela função ecológica e sucessional utilizadas na implantação do corredor ecológico no município de Valentim Gentil – SP.

Nome Vulgar	Função ecológica	Nome Científico
Amarelinho	Pioneira	<i>Terminalia brasiliensis</i>
Angico	Pioneira	<i>Anadenanthera colubrina</i>
Araticum-cagão	Pioneira	<i>Annona cacans</i>
Araticum-do-mato	Pioneira	<i>Rollinia sylvatica</i>
Aroeira Pimenteira	Pioneira	<i>Schinus terebinthifolia</i>
Babosa-branca	Pioneira	<i>Cordia superba</i>
Branquilha	Pioneira	<i>Sebastiania brasiliensis</i>
Calabura	Pioneira	<i>Muntingia calabura</i>
Cambará	Pioneira	<i>Gochnatia pulchra</i>
Cambará-guaçu	Pioneira	<i>Vernonia polyanthes</i>
Canafistula	Pioneira	<i>Peltophorum dubium</i>
Canela	Pioneira	<i>Ocotea beulahiae</i>
Canela-amarela	Pioneira	<i>Nectandra oppositifolia</i>
Canudo-de-pito	Pioneira	<i>Mabea fistulifera</i>
Capitão	Pioneira	<i>Terminalia argentea</i>
Capixingui	Pioneira	<i>Croton floribundus</i>
Capororoca	Pioneira	<i>Rapanea ferruginea</i>
Capororoca-da-folha-larga	Pioneira	<i>Rapanea balansae</i>
Corroeiro	Pioneira	<i>Diatenopteryx sorbifolia</i>
Couvetinga	Pioneira	<i>Solanum erianthum</i>
Embaúba	Pioneira	<i>Cecropia pachystachia</i>
Espeteiro	Pioneira	<i>Caesaria gossypiosperma</i>
Farinha-seca	Pioneira	<i>Albizia hassleri</i>
Figueira	Pioneira	<i>Ficus cestrifolia</i>
Fruta-de-sabiá	Pioneira	<i>Acnistus arborenses</i>
Goiabeira	Pioneira	<i>Psidium guajava</i>
Grão-de-galo	Pioneira	<i>Celtis iguanaea</i>
Guaçatonga	Pioneira	<i>Caesaria sylvestris</i>
Guapuruvu	Pioneira	<i>Scizolobium parahyba</i>
Ingá-mirim	Pioneira	<i>Inga laurina</i>
Ingá de metro	Pioneira	<i>Inga edulis Mart.</i>
Ipê amarelo	Pioneira	<i>Tabebuia ochracea</i>
Ipê branco	Pioneira	<i>Tabebuia roseo-alba (Ridley) Sandwith</i>
Jacarandá mimoso	Pioneira	<i>Jacaranda mimosifolia</i>
Leiteiro	Pioneira	<i>Tabernaemontana hystrix</i>
Limoeiro	Pioneira	<i>Seguiera langsdorfii</i>
Lixeira	Pioneira	<i>Aloysia virgata</i>
Mandiocão	Pioneira	<i>Didymopanax morototonii</i>
Maria-mole	Pioneira	<i>Dendropanax cuneatum</i>
Monguba	Pioneira	<i>Pachira aquatica</i>
Monjoleiro	Pioneira	<i>Acacia polyphylla</i>
Mutambo	Pioneira	<i>Guazuma ulmifolia Lam.</i>
Pau-de-leite	Pioneira	<i>Sapium glandulatum</i>
Pata-de-vaca	Pioneira	<i>Bauhinia longifolia</i>
Pau-cigarra	Pioneira	<i>Senna multijuga</i>
Pau-formiga	Pioneira	<i>Triplaris americana</i>

Pau-jacaré	Pioneira	<i>Piptadenia gonocantha</i>
Pau-pólvora	Pioneira	<i>Trema micrantha</i>
Pau-viola	Pioneira	<i>Citharexylum myrianthum</i>
Quaresmeira	Pioneira	<i>Tibouchina granulosa</i>
Quina-de-são-paulo	Pioneira	<i>Solanum pseudoquina</i>
Sangra-d'água	Pioneira	<i>Croton urucurana Baill</i>
Tamanqueira	Pioneira	<i>Pera glabrata</i>
Tamboril	Pioneira	<i>Enterolobium contortisiliquum</i>
Tapiá	Pioneira	<i>Alchornea glandulosa</i>
Abiu	Não pioneira	<i>Pouteria torta</i>
Açoita-cavalo	Não pioneira	<i>Luehea grandiflora</i>
Amendoim-bravo	Não pioneira	<i>Pterogyne nitens</i>
Angico- vermelho	Não pioneira	<i>Anadenanthera macrocarpa</i>
Aroeira-preta	Não pioneira	<i>Myracrodruon urundeuva</i>
Cabreúva	Não pioneira	<i>Myroxylon peruiferum</i>
Cafezinho	Não pioneira	<i>Rhamnidium elaeocarpum</i>
Cambuí	Não pioneira	<i>Myrcia multiflora</i>
Canelinha	Não pioneira	<i>Nectandra megapotamica</i>
Catiguá	Não pioneira	<i>Trichilla casaretti</i>
Cedro-rosa	Não pioneira	<i>Cedrela fissilis</i>
Dedaleiro	Não pioneira	<i>Lafoensia pacari</i>
Guajuvira	Não pioneira	<i>Patagonula americana</i>
Guatambui	Não pioneira	<i>Aspidosperma ramiflorum</i>
Ipê-roxo	Não pioneira	<i>Tabebuia heptaphylla</i>
Jacarandá-bico-de-pato	Não pioneira	<i>Machaerium nictitans</i>
Jatobá	Não pioneira	<i>Hymenaea courbaril</i>
Jenipapo	Não pioneira	<i>Genipa americana</i>
Jequitibá-branco	Não pioneira	<i>Cariniana estrellensis</i>
Jerivá	Não pioneira	<i>Syagrus romanzoffiana</i>
Macaúva	Não pioneira	<i>Acrocomia aculeata</i>
Marinheiro	Não pioneira	<i>Guarea guidonia</i>
Marmelo	Não pioneira	<i>Prunus myrtifolia</i>
Murici	Não pioneira	<i>Byrsonima intermedia</i>
Óleo-de-copaíba	Não pioneira	<i>Copaifera langsdorffii</i>
Olho-de-cabra	Não pioneira	<i>Ormozia arborea</i>
Paineira	Não pioneira	<i>Ceiba speciosa</i>
Pau d'alho	Não pioneira	<i>Gallesia integrifolia</i>
Peito-de-pomba	Não pioneira	<i>Tapiria guianensis</i>
Pindaíba	Não pioneira	<i>Duguetia lanceolata</i>
Pitanga	Não pioneira	<i>Eugenia uniflora</i>
Saguaraji	Não pioneira	<i>Colubrina glandulosa</i>
Sapuva	Não pioneira	<i>Machaerium stripitatum</i>

Fonte: SENVS – Soluções ambientais.

A área de monitoramento da sucessão do corredor ecológico era anteriormente utilizada para o cultivo de cana-de-açúcar, assim, optou-se por realizar o preparo do solo com o uso de uma grade intermediária parcialmente fechada. Na presente oportunidade não foi realizada a calagem da área devido a mesma já ter sido realizada na época do plantio da cana-de-açúcar à três meses. A técnica utilizada teve como principal objetivo eliminar a cana remanescente e as espécies

exóticas presentes, minimizando o revolvimento do solo e, assim, contribuindo para a manutenção da matéria orgânica na superfície.

Aproximadamente 20 dias após o início da brotação da cana, realizou-se a dessecação das brotações indesejadas utilizando o defensivo agrícola herbicida Glifosato ® 480, na dose de 2,0 L.ha⁻¹, diluído em 200 litros de água com pH 8,5 a 9,0 e dureza 150 mg.L⁻¹ e 300 mg.L⁻¹ de carbonato de cálcio (CaCO₃). Um trator com tanque acoplado de 600 litros permitiu uma aplicação eficiente do herbicida para melhor uniformidade. Essa etapa foi fundamental para facilitar as fases subsequentes do processo de restauração ecológica.

Em seguida, foi realizada a sulcação (Figura 3) com o objetivo de descompactar a camada superficial do solo e acompanhar a declividade do terreno, reduzindo a velocidade de escoamento da água e, conseqüentemente, prevenindo processos erosivos e promovendo a infiltração hídrica. Os sulcos, com profundidade entre 20 e 30 cm e espaçamento de 3 metros entre ruas 2 metros entre plantas, também foram planejados para permitir a mecanização da área.



Figura 3: Sulcação realizada para implantação de mudas de espécies arbóreas nativas no corredor ecológico em monitoramento.

Fonte: Elaborada pelos autores, 2025.

A aclimação das mudas é a fase em que elas se adaptam gradualmente às condições externas antes do plantio definitivo. No viveiro (Figura 4), o sombreamento controla a luminosidade e protege contra o estresse térmico, enquanto as bancadas elevadas favorecem a aeração e evitam doenças. Esse processo fortalece as mudas, melhora sua resistência ao sol, vento e déficit hídrico, e aumenta a taxa de pegamento no campo.

Após o preparo do solo, as mudas já previamente adaptadas climatologicamente, foram transportadas e plantadas no local da restauração no décimo terceiro dia do mês de fevereiro de 2023.



Figura 4: Viveiro utilizado para aclimação das mudas destinadas ao corredor ecológico.

Fonte: Elaborada pelos autores, 2025.

O viveiro de mudas estava sob tela de sombreamento 70%, para que, as mudas sejam expostas de forma controlada à luz solar e às condições ambientais, favorecendo sua adaptação gradual antes do plantio em campo. O sombreamento ajuda a reduzir o estresse térmico e hídrico, enquanto as bancadas elevadas garantem boa aeração e drenagem. Esse manejo contribui para o fortalecimento das mudas, resultando em maior resistência e melhor desenvolvimento após o transplante.

O plantio foi realizado em covas de aproximadamente 20 cm de profundidade, perfuradas com o auxílio de chuchos (Figura 5) em sulcos já formados no solo. Em áreas mais compactadas, utiliza-se o auxílio de cavadeiras manuais.



Figura 5: Implantação das mudas de espécies arbóreas nativas no corredor ecológico.

Fonte: Elaborada pelos autores, 2025.

As mudas foram retiradas dos tubetes e transplantadas em espaçamento de 3 x 2 metros (entre linhas x entre plantas). As covas que receberam o acondicionamento das mudas foram preenchidas com terra até o nível do colo da planta, finalizando o transplântio com uma leve compactação ao redor da muda para eliminar bolsões de ar e garantir uma boa fixação da planta (Figura 6).



Figura 6: Transplântio das mudas de espécies arbóreas nativas no corredor ecológico.

Fonte: Elaborada pelos autores, 2025.

A adubação de plantio foi realizada na abertura do solo antes da implantação da muda com 0,030 kg do formulado químico 04-14-08 de acordo com recomendação baseada na análise de solo (Figura 7) e, de acordo com as análises, foi detectada a necessidade de calcário de 1.500 t.ha-1 conforme mapa de recomendação de calcário na Figura 8.

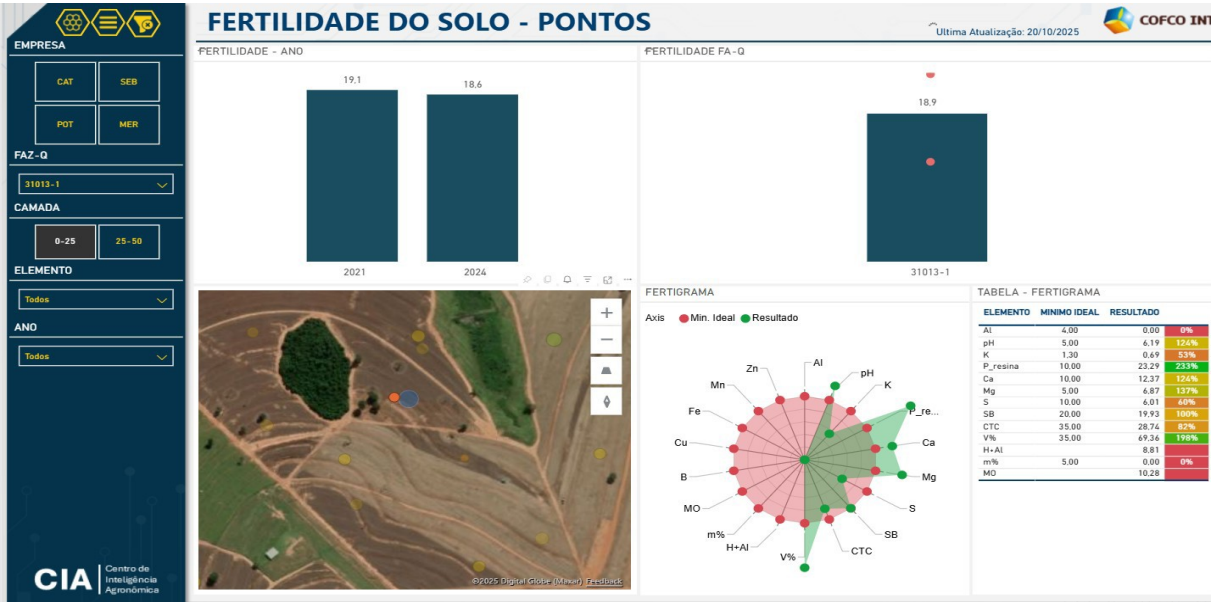


Figura 7: Interface do sistema de análise de fertilidade do solo para recomendação de adubação no corredor ecológico.

Fonte: Centro de inteligência agronomica.

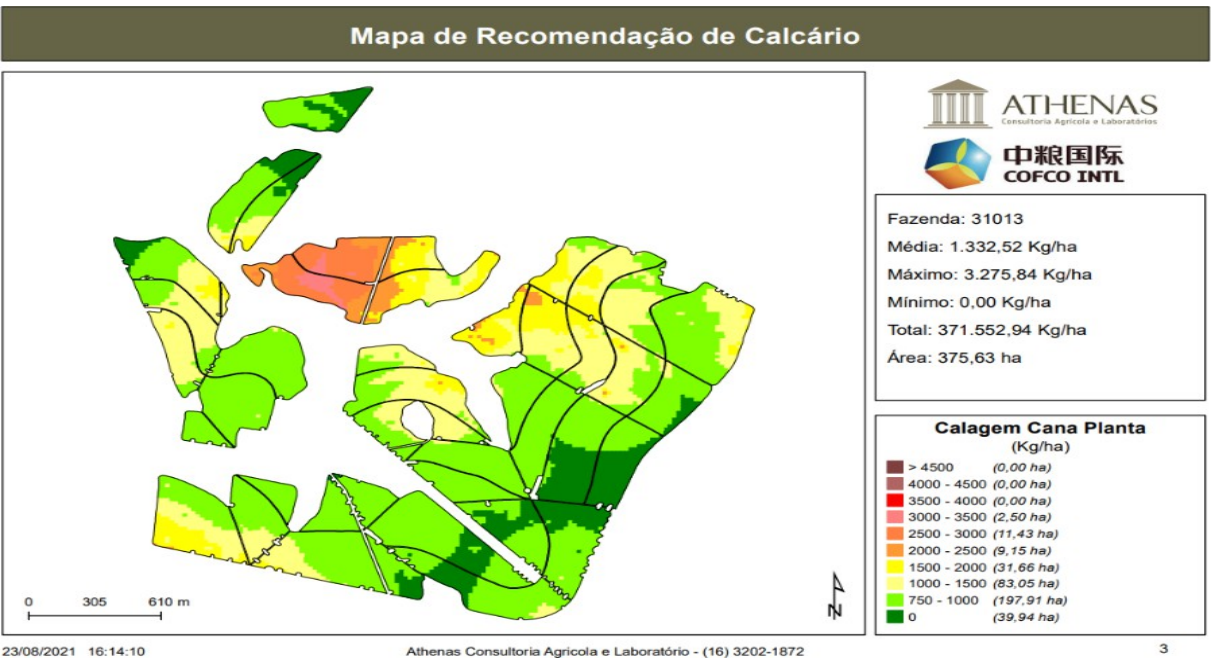


Figura 8: Mapa de recomendação de calagem para a área do corredor ecológico.

Fonte: Athenas consultoria agricola e laboratório.

Aos 285 dias após o transplante (DAT) realizou-se a adubação de cobertura utilizando 0,060 kg por planta de adubo químico na formulação 20-05-20 (Figura 9). As adubações de cobertura subsequentes foram realizadas aos 339, 583 e 684 DAT, utilizando a mesma recomendação da primeira adubação, sendo 0,060 kg por planta em cada adubação.



Figura 9: Aplicação de adubação de cobertura nas mudas do corredor ecológico.

Fonte: Elaborada pelos autores, 2025.

Para análise do desenvolvimento das espécies arbóreas, inicialmente, selecionou-se onze tipos para estarem sendo acompanhadas ao longo de 27,1 meses (Tabela 2).

Tabela 2: Espécies arbóreas nativas selecionadas para monitoramento no corredor ecológico.

Espécies	Nome científico
Figueira	<i>Ficus cestrifolia</i>
Mutambo	<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam
Ipê branco	<i>Tabebuia roseo-alba</i> (Ridley) Sandwith
Paineira	<i>Ceiba speciosa</i>
Caroba	<i>Jacaranda spp</i>
Pau formiga	<i>Triplaris americana</i>
Sangra d'água	<i>Croton urucurana</i> Baill
Aroeira pimenteira	<i>Schinus terebinthifolia</i>
Ingá de metro	<i>Inga edulis</i> Mart
Angico branco	<i>Anadenanthera colubrina</i>
Cedro	<i>Cedrela fissilis</i>

Fonte: Elaborada pelos autores, 2025.

Para a obtenção dos dados, três exemplares de cada uma dessas onze espécies, já transplantadas no campo, foram selecionadas e marcadas para medição da circunferência (cm) do tronco a 10 cm e a 30 cm do solo com auxílio de trena (posteriormente os dados de circunferência foram transformados para a obtenção do diâmetro (cm) do tronco utilizando-se a fórmula $D = C/\pi$, e para a medição da altura (m) utilizou-se a trena (Figura 10). Obteve-se os dados no dia do transplântio e aos 459 e 831 DAT (Dias Após o Transplântio).



Figura 10: Medição de diâmetro de caule (A), altura inicial (B) e altura final (C), das espécies arbóreas no corredor ecológico.

Fonte: Elaborada pelos autores, 2025.

A coleta dos dados ocorreu em três momentos, sendo a primeira medição realizada no dia do transplântio, a segunda aos 446 DAT, a terceira aos 827 DAT.

Durante o período de acompanhamento foram realizados tratos culturais para controle de plantas daninhas. Quando se constatou a necessidade de herbicida como controle químico dessas espécies, as plantas do corredor ecológico com altura inferior a 1 metro, foram ensacadas (sacos de ráfia) para evitar contato direto ou residual de deriva do produto (Figura 11). Durante todo o período de acompanhamento foi realizado no total de três aplicações química manuais com auxílio de bombas costais utilizando o herbicida Glifosato® 480 na dosagem na dose de 2,0 L.ha⁻¹, diluído em 200 litros de água com pH 8,5 a 9,0. Ainda, foram necessárias quatro capinas manuais para o controle de plantas daninhas resistentes ao herbicida, como o capim-amargoso (*Digitaria insularis*).



Figura 11: Proteção das mudas com sacos de ráfia durante aplicação de herbicida no corredor ecológico.

Fonte: Elaborada pelos autores, 2025.

O controle de formigas na área foi executado com produto do grupo Fenilpirazóis (princípio ativo Fipronil) na dosagem de 0,02g.L⁻¹, aplicando apenas nos formigueiros identificados a partir da inspeção da área no total de 6 aplicações. Também foi realizado a aplicação de produto nas áreas ao entorno do plantio, quando identificados carreiros de formigas que vinham das áreas vizinhas (Figura 12).



Figura 12: Aplicação de controle químico de formigas na área do corredor ecológico.

Fonte: Elaborada pelos autores, 2025.

Para a avaliação do desenvolvimento das espécies arbóreas transplantadas, foi adotada a análise estatística descritiva, com base nos valores de média e desvio padrão (DP) das variáveis altura (m) e diâmetro do tronco (cm), obtidas em três momentos distintos: no dia do transplante, aos 446 e aos 827 dias após o plantio. Esse monitoramento permitiu caracterizar o crescimento médio das espécies e a variabilidade entre os indivíduos, fornecendo subsídios para a interpretação da uniformidade e do vigor do povoamento florestal.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados foram analisados por meio de estatística descritiva, expressos como média $\pm$ desvio padrão, permitindo identificar padrões de crescimento e variações intraespecíficas. Espécies com baixo desvio padrão indicaram desenvolvimento homogêneo, enquanto aquelas com alto desvio padrão sugeriram maior heterogeneidade, possivelmente relacionada a fatores microambientais ou à adaptação ao sítio. Essa análise foi essencial para compreender o desempenho funcional das espécies no contexto da restauração ecológica.

A Tabela 3 apresenta os resultados biométricos médios obtidos nos três momentos de avaliação: 1ª (Transplântio), 2ª (446 Dias Após o transplântio - DAT) e 3ª (827 DAT). De forma geral, o monitoramento revelou um desenvolvimento efetivo para todas as 11 espécies avaliadas, as quais registraram, na terceira medição (827 DAP), médias de comprimento (Altura) entre 4,6 e 8,8 metros e diâmetro médio variando entre 5,1 e 37,1 mm.

Tabela 3: Médias e desvios padrão (DP) de altura e diâmetro do tronco no dia do transplântio (1ª avaliação), aos 446 DAT (2ª avaliação) e aos 827 DAT (3ª avaliação) das espécies nativas monitoradas no corredor ecológico em Valentim Gentil - SP.

Espécies	Nome científico	Altura (m)			DP	Diâmetro (cm)			DP
		1ª	2ª	3ª		1ª	2ª	3ª	
Figueira	<i>Ficus cestriifolia</i>	0,35	2,14	5,65	1,53	0,5	3,4	11,7	3,66
Mutambo	<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.	1,05	3,68	8,89	2,45	0,5	6,0	16,8	4,90
Ipê branco	<i>Tabeluia roseo-alba</i> (Ridley) Sandwith	0,58	1,61	4,66	2,31	0,6	3,1	5,1	5,78
Paineira	<i>Ceiba speciosa</i>	0,80	2,68	5,64	2,39	0,9	10,3	27,2	6,18
Caroba	<i>Jacaranda spp.</i>	0,49	1,81	6,05	1,59	0,6	3,8	7,1	2,41
Pau formiga	<i>Triplaris americana</i>	0,82	2,08	6,62	2,40	0,8	4,1	11,8	6,06
Sangra d'água	<i>Croton urucurana</i> Baill	0,94	2,51	5,53	2,35	0,9	4,1	12,4	5,89
Aroeira pimenteira	<i>Schinus terebinthifolia</i>	1,09	3,58	5,77	1,85	0,6	7,0	9,0	2,72
Ingá de metro	<i>Inga edulis</i> Mart.	0,94	2,33	7,4	2,14	0,5	12,7	37,1	4,49
Angico branco	<i>Anadenanthera</i> <i>colubrina</i>	0,61	2,77	6,81	2,56	0,4	5,8	10,8	4,22
Cedro	<i>Cedrela fissilis</i>	0,72	1,95	5,52	1,99	7,9	8,0	11,7	2,28

DP = Desvio Padrão

Fonte: Elaborada pelos autores, 2025.

3.1 Desenvolvimento biométrico das espécies ao longo do monitoramento

Considerando a interpretação dos dados para identificar padrões de crescimento, variabilidade entre indivíduos e o papel funcional de cada espécie na formação do corredor ecológico, verificou-se que o mutambo (*Guazuma ulmifolia* Lam) iniciou com a maior altura e manteve a maior taxa de crescimento vertical, atingindo quase 9 metros em 827 DAT. O diâmetro robusto (16,8 cm), acompanhou o ganho vertical, o que é típico de pioneira/secundária inicial, essencial para o rápido sombreamento. O alto desvio padrão observado nos dados de crescimento indica que os indivíduos dessa espécie apresentaram desenvolvimento homogêneo, reforçando sua confiabilidade para plantios de restauração ecológica (DV=2,45%) (STRITAR et al., 2018).

O ingá de metro (*Inga edulis* Mart.) apresentou crescimento vertical constante e o maior ganho de diâmetro absoluto, elevando-se de 12,7 para 37,1cm entre a 2ª e a 3ª avaliação. Esta espécie combina altura significativa com grande robustez, indicando alta alocação de biomassa para estabilidade, é um indicador positivo de sua adaptabilidade e potencial para plantio (DV=2,14%) (CARVALHO, et al.,2003).

O angico (*Anadenanthera colubrina*) demonstrou rápido estabelecimento e alto vigor vertical, ultrapassando os 6 metros. O diâmetro acompanhou de forma equilibrada (10,8 cm). É uma das principais responsáveis pelo fechamento do dossel em curto prazo, indicando uniformidade no crescimento e reforçando sua eficácia (DV=2,56%) (CARVALHO, et al.,2003).

A performance do mutambo e do angico branco no ganho de altura (atingindo quase 9 m e 6,81 m, respectivamente) é consistente com a literatura sobre espécies pioneiras e secundárias iniciais em plantios de restauração. A elevada taxa de incremento vertical dessas espécies é fundamental para que o objetivo de fechamento do dossel seja atingido em um período aproximado de 27 meses. O ingá de metro, por sua vez, demonstrou uma estratégia de crescimento diferenciada, com o maior investimento na base (37,1 cm de diâmetro), o que lhe confere maior resistência estrutural e é crucial para sua função em corredores ecológicos, estabilizando o solo e facilitando a atração de fauna (STRITAR; LAURA; PEREIRA, 2018).

Considerando o crescimento estrutural (validado pelas medidas de diâmetro), algumas espécies demonstraram crescimento inicial mais lento em altura, mas forte investimento em diâmetro, ou aceleração notável após a segunda avaliação. A Paineira (*Ceiba speciosa*), por exemplo, embora a altura final seja intermediária, iniciou a medição com o maior diâmetro (0,9 cm) e manteve um aumento significativo, finalizando com 27,2 cm. Sua alocação de biomassa para o tronco é excepcionalmente alta para a idade do povoamento, indicando que apesar da robustez média elevada, houve variação entre os indivíduos, o que pode refletir diferenças na adaptação ao microclima ou na competição por recursos (DV=2,39%) (CARVALHO et al.,2003).

Para o pau-formiga (*Triplaris americana*), o crescimento em altura foi lento até a 2ª avaliação, mas acelerou significativamente entre a 2ª e a 3ª, saltando de 2,08 m para 6,62m. Isso sugere que o Pau Formiga precisou de um período maior para o estabelecimento radicular antes de investir no crescimento vertical, desvio padrão observado nesse intervalo foi moderado, indicando que, embora o padrão de aceleração tenha sido comum, houve variações individuais no ritmo de desenvolvimento (DV=2,40%) (STRITAR; LAURA; PEREIRA, 2018).

O cedro (*Cedrela fissilis*) teve o menor ganho de altura (5,52 m) do grupo avaliado. No entanto, o Cedro é uma espécie secundária tardia, e seu desenvolvimento é naturalmente mais lento. O diâmetro de 11,7 cm é satisfatório, indicando que está se estabelecendo e priorizando a qualidade da madeira, sugerindo que os indivíduos apresentaram desenvolvimento uniforme, o que reforça a estabilidade futura do fragmento e a confiabilidade da espécie (DV=1,99%) (STRITAR; LAURA; PEREIRA, 2018).

O desempenho da paineira e do cedro ilustra a importância da diversidade funcional no plantio. Enquanto o Cedro apresenta crescimento típico de espécies secundárias tardias (mais lento e com foco na qualidade), a Paineira demonstra uma robustez estrutural incomum para a idade, com diâmetros que superam 27,2 cm. Essas espécies, apesar de não serem as mais altas, garantem a longevidade e a diversidade de nichos, sendo cruciais para a estrutura final do corredor ecológico (STRITAR; LAURA; PEREIRA, 2018).

O ipê-branco (*Tabeluia roseo-alba* (Ridley) Sandwith) apresentou o menor crescimento em altura 4,66 m e o menor diâmetro final 5,1 cm. Isso sugere que a espécie pode ter sido mais sensível às condições de campo aberto ou ao estresse hídrico inicial, demandando um período maior de sombreamento e proteção para acelerar seu desenvolvimento, indica alta variabilidade entre os indivíduos (DV=2,31) (ANDRADE, R. A.2021;).

Já a figueira (*Ficus cestriifolia*) iniciou com a menor altura (0,35 m), mas demonstrou boa capacidade de recuperação, atingindo 5,65 m. No entanto, a baixa variabilidade associada, sugere que os indivíduos não apresentaram diferenças discrepantes no desenvolvimento (DV=1,53%) (STRITAR; LAURA; PEREIRA, 2018).

O desenvolvimento mais lento de espécies como o ipê branco e a variação observada na figueira são indicativos de que a competição por recursos pode estar afetando essas populações. O baixo ganho em diâmetro do ipê branco sugere que esta espécie pode ser candidata a futuros tratamentos de manejo adaptativo, como fertilização de cobertura ou controle mais intensivo da competição direta no entorno, a fim de garantir sua plena integração no corredor ecológico (STRITAR et al., 2018).

3.2 Validação do sucesso de implantação do corredor ecológico aos 27 meses

Para validação do sucesso de estabelecimento das espécies aos 27 meses, considerando apenas a 3ª avaliação, realizada aos 827 (DAT), oferece um panorama consolidado do estabelecimento e do vigor das espécies, permitindo identificar aquelas que mais contribuíram para o rápido avanço sucessional e o potencial fechamento do dossel.

Em relação à altura, que é o indicador chave para a competição por luz e para a velocidade de sombreamento do solo, o mutambo e o angico branco se destacaram com as maiores alturas médias (8,89 e 6,81m, respectivamente). Este resultado é esperado para espécies classificadas como pioneiras/secundárias iniciais, cuja estratégia é o rápido crescimento vertical para superar a vegetação competidora (gramíneas) e promover o sombreamento precoce do solo.

Espécies como o pau formiga e a caroba (*Jacaranda* spp) também apresentaram crescimento robusto (6,62 e 6,05 m, respectivamente), consolidando-se na camada superior do povoamento.

Já a figueira (*Ficus cestriifolia*) e o cedro demonstraram alturas finais menores (5,65 e 5,52m, respectivamente). No caso do cedro, sendo uma espécie secundária tardia, um crescimento em altura mais moderado é aceitável, pois sua estratégia é investir em densidade e longevidade (STRITAR; LAURA; PEREIRA, 2018).

Considerando o diâmetro importante para detectar o investimento da planta em biomassa lenhosa e na estabilidade estrutural, o ingá de metro apresentou o maior diâmetro médio, com 37,1cm. A paineira também demonstrou excelente robustez, com 27,2 cm de diâmetro. O desempenho superior do ingá, mesmo com uma altura intermediária (7,4 m), sugere uma alta priorização da alocação de carbono para o tronco e o sistema radicular, o que é vital para sua função de proteção contra erosão e competição lateral (cobertura do solo) (SOUZA et al., 2024).

Ainda para o diâmetro, o mutambo (16,8 cm) e o pau formiga (11,8 cm), embora líderes em altura, tiveram valores de diâmetro moderados. Isso indica que a maior parte da energia foi canalizada para o crescimento vertical, uma troca comum em pioneiras de rápido crescimento (SOUZA et al., 2024).

O ipê branco (*Tabeluia roseo-alba* (Ridley) Sandwith) registrou o menor diâmetro médio, com apenas 5,1cm. Este resultado sugere que o Ipê ainda está em uma fase de estabelecimento mais lenta ou que sofreu maior competição, necessitando de atenção especial em futuros monitoramentos (STRITAR; LAURA; PEREIRA, 2018).

A terceira avaliação, realizada aos 827 (DAT), representa a consolidação do processo de restauração ecológica. Para ilustrar visualmente o progresso obtido ao longo de 27 meses, a Figura 13 demonstra a área no início do reflorestamento evidenciando o solo exposto e a

ausência de cobertura vegetal significativa e a Figura 14, capturada na fase final do monitoramento, revela o fechamento parcial do dossel, o crescimento expressivo das espécies nativas e a formação de estrutura vegetal funcional, validando os dados biométricos obtidos e confirmando o sucesso da implantação. As imagens possuem um intervalo de 765 dias entre elas, precisamente.



Figura 13: Estado inicial da área de reflorestamento do corredor ecológico no município de Valentim Gentil - SP.

Fonte: Elaborado pelos autores, 2025.



Figura 14: Estado da área no intervalo de 765 dias (25,1 meses) do estado inicial do reflorestamento do corredor ecológico localizado no município de Valentim Gentil – SP.

Fonte: Elaborado pelos autores, 2025.

4. CONCLUSÃO

As espécies pioneiras demonstraram rápido crescimento e adaptação inicial, contribuindo para o sombreamento do solo e melhoria das condições micro ambientais, favorecendo as espécies secundárias/não pioneiras. Os tratos culturais bem conduzidos promovem o desenvolvimento e o fechamento do dossel em períodos relativamente curtos, contribuindo para a formação de habitats funcionais, retorno da fauna e aumento dos serviços ecossistêmicos.

REFERÊNCIAS

- ANDRADE, R. A.; CARVALHO, C. A. de; RIBEIRO, I. F. N.; SOUZA, F. C. de; BRITO, R. R. A. e S. S.; MATOS, J. S. de; MATOS, M. M. do N. Crescimento inicial de ipê branco (*Handroanthus roseoalbus* (Ridl.) Mattos) sob três intensidades luminosas. *Research, Society and Development*, v. 10, n. 15, p. e160101522593, 2021. Publicado em: 23 de nov. de 2021. ISSN 2525-3409. <https://rsdjournal.org/rsd/article/view/22593/20188>.
- BASTIN, J.-F. et al. The global tree restoration potential and its contribution to climate change mitigation. *Nature Climate Change*, v. 13, p. 418–425, 2022. Disponível em: <https://www.nature.com/articles/s41558-023-01625-4>. Acesso em: 07 out. 2025.
- BRAGA, F. M.; SCARDUA, M. P. A conectividade entre os fragmentos de habitat e a permeabilidade de suas matrizes são atributos da paisagem que permitem o fluxo de animais entre os fragmentos, possibilitando que as populações dos diferentes fragmentos se comportem como populações contínuas, favorecendo assim o fluxo gênico e reduzindo a chance de extinção local. Disponível em: <https://comum.recimo.ac.mz/bitstreams/c7a878c0-cc5b-4d22-be1e-9e6dbbd0e575/download>. Acesso em: 07 out. 2025.
- BRANCALION, P. H. S.; GARCIA, L. C.; LOYOLA, R.; RODRIGUES, R. R. Restoration of biodiversity and ecosystem services in tropical forests. *Science Advances*, v. 8, n. 5, eabl9153, 2022. Disponível em: <https://www.science.org/doi/10.1126/sciadv.abl9153>. Acesso em: 07 out. 2025.
- BRANCALION, P. H. S.; HOLL, K. D. Guidance for successful tree planting initiatives. *Journal of Applied Ecology*, v. 57, n. 12, p. 2349–2361, 2020. Disponível em: <https://besjournals.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/1365-2664.13725>. Acesso em: 07 out. 2025.
- BRASIL. Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa e dá outras exceções. *Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil*, Brasília, DF, 28 maio 2012. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/112651.htm. Acesso em: 03 out. 2025.

CAMPOS-FILHO, E. M.; ALMEIDA, A. P.; SARTORELLI, P. A. R.; YOUNG, C. E. F. Nucleation techniques accelerate tropical forest restoration in degraded pastures in Brazil. *Ecological Engineering*, v. 169, 106318, 2021. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0925857421001037>. Acesso em: 07 out. 2025.

CAMPOS-FILHO, E. M.; SARTORELLI, P. A. R.; ALMEIDA, A. P.; YOUNG, C. E. F. Assisted natural regeneration as a cost-effective strategy for tropical forest restoration in Brazil. *Restoration Ecology*, v. 30, n. 1, e13585, 2022. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/rec.13585>. Acesso em: 07 out. 2025.

CARVALHO, P. E. R. Ingá-cipó: *Inga edulis*. Brasília: Embrapa Florestas, 2003. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1140499/inga-cipo-inga-edulis>.

CARVALHO, Paulo Ernani Ramalho. Paineira: *Chorisia speciosa*. In: CARVALHO, Paulo Ernani Ramalho. *Espécies arbóreas brasileiras*. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica; Colombo, PR: Embrapa Florestas, 2003. v. 1, p. 690-698.

CHAZDON, R. L.; URIARTE, M. Natural regeneration in the context of large-scale forest and landscape restoration in the tropics. *Biotropica*, v. 52, n. 5, p. 709-715, 2020. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/btp.12712>. Acesso em: 07 out. 2025.

COSTA, M. L. F. A conectividade por meio de corredores ecológicos do tipo trampolim permite a manutenção de fragmentos próximos, sendo adequado para espécies que são capazes de ir de um trampolim a outro, cruzando a matriz, normalmente em movimentos curtos, através de ambientes perturbados. Disponível em: https://repositorio.ufc.br/bitstream/riufc/65479/1/2022_tcc_mlfcosta.pdf. Acesso em: 07 out. 2025.

DUBOC, E.; MARTINI, L. V. R.; MOTTA, I. de S.; NASCIMENTO, A. M.; MEIRA, R. O.; SANTIAGO, E. F. Repositório: BDPA Ano de publicação: 2017.

EMBRAPA. Entenda a Lei 12.651 de 25 de maio de 2012. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, 2012. Disponível em: <https://www.embrapa.br/codigo-florestal/entenda-o-codigo-florestal>. Acesso em: 03 out. 2025.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. Guia de plantas do Cerrado para recomposição da vegetação nativa. Brasília: Embrapa Cerrados, 2022.

ENCICLOPÉDIA BIOSFERA. Centro Científico Conhecer – Jandaia-GO. Atributos funcionais de espécies vegetais do cerrado – importância, aspectos metodológicos e ecológicos. Enciclopédia Biosfera, v. 40, p. 76-86, 2022. Disponível em: <https://www.conhecer.org.br/enciclop/2022b/atributos.pdf>. Acesso em: 03 out. 2025.

INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS – IBAMA. O Ibama acompanha a recuperação ambiental em mais de 323 mil hectares. Brasília: IBAMA, 2024. Disponível em: <https://www.gov.br/ibama/pt-br/assuntos/noticias/2024/ibama-acompanha-a-recuperacao-ambiental-em-mais-de-323-mil-hectares>. Acesso em: 03 out. 2025.

MEDEIROS, M. B.; SANTOS, B. A.; COSTA, F. R. C.; VIEIRA, I. C. G. Enrichment planting enhances biodiversity and accelerates forest recovery in tropical landscapes. *Forest Ecology and Management*, v. 534, 120685, 2023. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0378112723000125>. Acesso em: 07 out. 2025.

MOREIRA, I. J. R. Técnicas de recuperação de áreas degradadas com utilização de plantio de mudas e semeadura direta utilizando leguminosas nativas do Cerrado: uma revisão de literatura. 41 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia Florestal) – Universidade de Brasília, Brasília, 2020.

NATIVAS BRASIL. Década da Restauração de Ecossistemas: metas e estratégias. 2025. Disponível em: <https://nativasbrasil.org.br/2025/03/29/restauracao/>. Acesso em: 03 out. 2025.

PAREYN, F. G. C.; ARAÚJO, E. de L.; DRUMOND, M. A. *Anadenanthera colubrina*: Angico. Petrolina: Embrapa Semiárido, 2015. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1103448/anadenanthera-colubrina-angico>

PEREIRA, H. H. G.; COSTA, M. L. F. Os corredores ecológicos são instrumentos estratégicos

para integrar áreas fragmentadas ou Unidades de Conservação (UCs) isoladas. Disponível em: https://www.sje.ifmg.edu.br/portal/images/artigos/biblioteca/TCCs/Engenharia_Florestal/2022/THALIA_DOS_ANJOS.pdf. Acesso em: 07 out. 2025.

PEREIRA, L. C.; BALBINOT, L.; MATUS, G. N.; TONELLO, K. C. Aspects of forest restoration and hydrology: linking passive restoration and soil–water recovery in Brazilian Cerrado. *Journal of Forestry Research*, v. 32, p. 2301-2311, 2021.

REIS, A.; BECHARA, F. C.; TRES, D. R. Nucleation techniques for ecological restoration of degraded lands in Brazil. *Restoration Ecology*, v. 29, n. 5, e13371, 2021. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/rec.13371>. Acesso em: 07 out. 2025.

REIS, [Nome]; CARVALHO, [Nome]. Estratégias de reflorestamento e restauração ecológica em áreas degradadas do noroeste paulista. [Ano].

REZENDE, A. V.; OLIVEIRA, B. A. S.; PINHEIRO, E. S. Functional diversity and successional groups to guide forest restoration in the Cerrado biome. *Restoration Ecology*, v. 30, n. 5, e13680, 2022. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/rec.13680>. Acesso em: 07 out. 2025.

RESTO MORFO. 4 estudos mostram que precisamos reflorestar com biodiversidade. *Morfo.rest*, 2023. Disponível em: <https://www.morfo.rest/pt-br/article/4-estudos-reflorestar-biodiversidade>. Acesso em: 03 out. 2025.

SILVA, K. S. da et al. Diversidade funcional de terrenos arbóreos e arbustivos em cerrado em diferentes estágios de regeneração no Nordeste do Brasil. *Revista Trópica - Ciências Agrárias e Biológicas*, v. 1, p. 55–60, 2023. Disponível em: <https://periodicoseletronicos.ufma.br/index.php/ccatropica/article/view/23018>. Acesso em: 03 out. 2025.

SILVA, J. A. da; SANTOS, R. B. Produção de biomassa lenhosa por *Inga edulis* e *Ceiba speciosa*. *Revista de Estudos Ambientais*, São Paulo, v. 15, n. 2, p. 45-58, fev. 2023. Disponível em: <http://www.exemplo.com.br/artigo>. Acesso em: 4 nov. 2025.

SISTEMA DE GESTÃO AMBIENTAL DE MOGI DAS CRUZES – SIGAM. Manual para recuperação de florestas do Cerrado. Mogi das Cruzes, 2016.

SISTEMA FAEP. PR.0351 – Restauração florestal. Curitiba: Sistema FAEP, 2021. Disponível em: https://www.sistemafaep.org.br/wp-content/uploads/2021/12/PR.0351-Restauracao-florestal_web.pdf. Acesso em: 03 out. 2025.

SOUZA, F. M.; GOMES, B. Z.; DURIGAN, G. Native species selection for ecological restoration in the Brazilian Cerrado: traits and performance under harsh conditions. *Journal of Environmental Management*, v. 287, 112330, 2021. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0301479721000644>. Acesso em: 07 out. 2025.

SOUZA, et al. Importância da restauração ambiental para preservação da biodiversidade e funções ecossistêmicas. In: [Título do artigo ou livro], 2020.

SOUSA, M. V. de. Alocação de carbono e estabilidade estrutural em espécies arbóreas. In: OLIVEIRA, C. F. (Org.). *Silvicultura tropical*. 2. ed. Curitiba: Editora Verde, 2024. Cap. 4, p. 110-145.

SOUSA, H. G. A. et al. Crescimento inicial de ipê branco (*Handroanthus roseoalbus...*) Research, *Society and Development*, v. 10, n. 15, 2021. Disponível em: <https://rsdjournal.org/rsd/article/download/22593/20188/275612>.

TATSCH, G. Recuperação de uma área degradada através do método de nucleação a partir do uso de leguminosas florestais nativas no município de Santa Margarida do Sul – RS. 43 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia Florestal) — Universidade Federal do Pampa, Dom Pedrito, 2014. Disponível em: <https://cursos.unipampa.edu.br/cursos/engenhariaflorestal/files/2014/06/Giovana-Tatsch.pdf>. Acesso em: 03 out. 2025.

STRITAR, C. R. da S.; LAURA, V. A.; PEREIRA, S. R. Crescimento de mudas de *Guazuma ulmifolia* lam. em recipientes de diferentes volumes. Campo Grande: Embrapa Gado de Corte, 2018. Anais de evento. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1099502/crescimento-de-mudas-de-guazuma-ulmifolia-lam-em-recipientes-de-diferentes-volumes>.

STRITAR, C. R. da S.; LAURA, V. A.; PEREIRA, S. R. Desempenho de espécies nativas em plantios de restauração ecológica no Cerrado. Campo Grande: Embrapa Gado de Corte, 2018.

Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1099502/desempenho-de-especies-nativas-em-plantios-de-restauracao-ecologica-no-cerrado>.

