



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO TOCANTINS
CAMPUS UNIVERSITÁRIO DE GURUPI
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS FLORESTAIS E
AMBIENTAIS**

PAULO SÉRGIO ROCHA LIMA

**ANÁLISE ECONÔMICA DA PRODUÇÃO DE MUDAS DE ESPÉCIES
FLORESTAIS NATIVAS DO CERRADO**

Gurupi, TO

2026

Paulo Sérgio Rocha Lima

Análise econômica da produção de mudas de espécies florestais nativas do Cerrado

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais e Ambientais (PPGCFA) da Universidade Federal do Tocantins (UFT), Campus Universitário de Gurupi, como requisito para obtenção do título de Mestre em Ciências Florestais e Ambientais.

Orientador: Prof. Dr. Cristiano Bueno de Moraes
Coorientador: Prof. Dr. Marcos Vinicius Giongo Alves

Gurupi, TO

2026

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal do Tocantins

- L732a Lima, Paulo Sérgio Rocha.
 Análise econômica da produção de mudas de espécies florestais nativas
 do Cerrado. / Paulo Sérgio Rocha Lima. – Gurupi, TO, 2026.
 71 f.

 Dissertação (Mestrado Acadêmico) - Universidade Federal do Tocantins –
 Câmpus Universitário de Gurupi - Curso de Pós-Graduação (Mestrado) em
 Ciências Florestais e Ambientais, 2026.
 Orientador: Cristiano Bueno de Moraes

 1. Viabilidade econômica. 2. Bioma Cerrado. 3. Viveiros florestais. 4.
 Produção de mudas. I. Título

CDD 628

TODOS OS DIREITOS RESERVADOS – A reprodução total ou parcial, de qualquer
forma ou por qualquer meio deste documento é autorizado desde que citada a fonte.
A violação dos direitos do autor (Lei nº 9.610/98) é crime estabelecido pelo artigo 184
do Código Penal.

**Elaborado pelo sistema de geração automática de ficha catalográfica da
UFT com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).**

Paulo Sérgio Rocha Lima

Análise econômica da produção de mudas de espécies florestais nativas do Cerrado

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais e Ambientais. Foi avaliada para a obtenção do título de Mestre em 24/02/2026 e aprovada em sua forma final pelo Orientador e pela Banca Examinadora.

Data de aprovação: 24/02/2026

Banca Examinadora

Prof. Dr. Cristiano Bueno de Moraes, UFT

Prof. Dr. Luiz Fernandes Silva Dionisio, UEPA

Prof. Dr. Danilo Simões, UNESP

Dedico à Senhora Brasilina Maria da Conceição, de Abençoada Memória - minha Avó, Mãe e Primeira Professora. Ao mérito de todo o seu esforço em educar-me, à custa de escassos recursos, devo minha jornada educacional.

AGRADECIMENTOS

A Deus: pela Saúde e Auspiciosidade proporcionadas ao longo dos desafios acadêmicos e pessoais.

Ao Professor Doutor Cristiano Bueno de Moraes pela orientação, correções, incentivos e pronta resposta às demandas acadêmicas e administrativas pertinentes ao mestrado.

À Universidade Federal do Tocantins – UFT, pela oportunidade de realizar esta pesquisa. No ensejo, estendo o agradecimento a todo o corpo docente do Programa de Pós-graduação em Ciências Florestais e Ambientais (PPGCFA).

Ao colega de mestrado, Marcos Antonio Negreiros Dias, pelo forte senso de colaboração e parceria. Principalmente no concernente às publicações.

Por fim, agradeço a Nilzélia de Assunção Silva, cuja presença discreta, apoio incondicional e compreensão nos momentos críticos foram decisivos para que esta jornada acadêmica chegasse a bom termo.

RESUMO

A Economia Florestal, aplicada às atividades viveiristas na produção de espécies florestais do cerrado, é o cerne deste trabalho. Especificamente com o objetivo de avaliar a viabilidade econômica e financeira da produção de mudas de espécies florestais nativas do Cerrado no Viveiro Florestal CeMAF da Universidade Federal do Tocantins, Campus de Gurupi. Isto porque, apesar dos estudos direcionados a esta temática na literatura científica, estes carecem de metodologia replicável. Metodologia esta que, no escopo desta dissertação, traz uma abordagem quantitativa, descritiva e exploratória. Na primeira fase, procedeu-se a coleta de dados primários referentes à receita projetada, bem como os custos de produção (CAPEX e OPEX). Na segunda fase, aplicou-se os indicadores econômico-financeiros consolidados (VPL, TIR, B/C, *payback*) e análises de sensibilidade em horizonte de cinco anos, com taxa de desconto de 8% a.a. Os resultados evidenciaram receita bruta anual de R\$ 218.890,00, custos operacionais totais de R\$ 60.543,85 e margem operacional de 72,3%. O projeto apresentou viabilidade financeira robusta, com VPL de R\$ 509.150,09, TIR de 119% a.a., relação B/C de 4,9:1 e *payback* descontado inferior a 11 meses. A análise de sensibilidade confirmou a resiliência do empreendimento, mantendo-se viável mesmo em cenários adversos de redução simultânea de 20% no preço e no volume de vendas. Concluiu-se que a produção de mudas nativas do Cerrado no viveiro estudado é economicamente viável e financeiramente atrativa, combinando rentabilidade elevada, rápida recuperação do investimento e significativo retorno social.

Palavras-chave: Viabilidade econômica. Bioma Cerrado. Viveiros florestais. Produção de mudas.

ABSTRACT

The objective of this research was to evaluate the economic and financial viability of producing native Cerrado tree species seedlings at the CeMAF Forest Nursery of the Federal University of Tocantins, Gurupi Campus. The methodology adopted was quantitative, descriptive, and exploratory, involving the collection of primary data on production costs (CAPEX and OPEX) and projected revenues. Consolidated economic-financial indicators (NPV, IRR, B/C, *payback*) and sensitivity analyses were applied over a five-year horizon, using a discount rate of 8% per annum. The results revealed an annual gross revenue of R\$ 218,890.00, total operating costs of R\$ 60,543.85, and an operating margin of 72.3%. The project demonstrated robust financial viability, with an NPV of R\$ 509,150.09, an IRR of 119% per annum, a B/C ratio of 4.9:1, and a discounted *payback* period of less than 11 months. Sensitivity analysis confirmed the resilience of the enterprise, which remained viable even under adverse scenarios involving a simultaneous 20% reduction in both selling price and sales volume.

It is concluded that the production of native Cerrado seedlings at the studied nursery is economically viable and financially attractive, combining high profitability, rapid investment recovery, and significant social return.

Key-words: Economic viability. Cerrado biome. Forest nurseries. Seedling production.

LISTA DE ILUSTRAÇÃO

Figura 1 - Viveiro Florestal CeMAF - Estrutura interna	27
Figura 2 - Localização da área de estudo	28
Figura 3 - Quantidade de mudas por espécie.....	37
Figura 4 - Preços de sementes por espécies.....	39
Figura 5 - Contribuição relativa de cada componente do OPEX (ano-base).....	45
Figura 6 - Receita bruta anual, OPEX e FCO (Cenário-base).....	46
Figura 7 - <i>Payback</i> descontado e evolução acumulada do VPL no cenário-base.	48
Figura 8 - Fluxo de caixa livre por ano no cenário-base.	48

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Espécies utilizadas no levantamento econômico e financeiro.....	36
Tabela 2 - Cotação de preço das sementes.	38
Tabela 3 - Infraestrutura física e irrigação (CAPEX).....	40
Tabela 4 - Bens reutilizáveis (CAPEX).....	40
Tabela 5 - Ferramentas manuais e equipamentos de apoio (CAPEX).	40
Tabela 6 - Receita Bruta Anual (Cenário-base).....	43
Tabela 7 - Desembolso de Caixa Anual (OPEX).	45
Tabela 8 - Projeção do fluxo de caixa livre e cálculo do Valor Presente Líquido (VPL) para um horizonte de cinco anos (taxa de desconto de 8% a.a.).	47
Tabela 9 - Indicadores de desempenho econômico (perspectiva social).....	49
Tabela 10 - Indicadores de desempenho financeiro do viveiro florestal (Taxa de Desconto = 8% a.a.).	50
Tabela 11 - Análise de sensibilidade do projeto a variações no preço de venda e no volume de produção (TMA = 8% a.a.).	52
Tabela 12 - Sensibilidade do Valor Presente Líquido (VPL) a variações na Taxa de Desconto (TSD).	52

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Principais diferenças entre a Avaliação Socioeconômica e a Avaliação Financeira/Privada.	31
Quadro 2 - Visão Geral do Modelo de Cinco Dimensões.	35

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ΔVSPL	Valor Social Presente Líquido Comparativo
ACB	Análise de Custo-Benefício
B/C	Relação Benefício/Custo
CeMAF	Centro de Monitoramento e Manejo do Fogo
CMPC	Custo Médio Ponderado do Capital
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
ESG	<i>Environmental, Social, Governance</i>
IBC	Índice Benefício Custo
IPA	<i>Infrastructure and Projects Authority</i>
IPEF	Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais
MASP	Média Aritmética Simples de Preços de Mercado
PPGCFA	Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais e Ambientais
RBC	Relação Benefício/Custo
SAFs	Sistemas Agroflorestais
SEPLAN	Secretaria de Estado do Planejamento e Orçamento
TIR	Taxa Interna de Retorno
TIRF	Taxa Interna de Retorno Financeiro
TRE	Taxa de Retorno Econômica
TSD	Taxa Social de Desconto
UFT	Universidade Federal do Tocantins
VPL	Valor Presente Líquido
VPLE	Valor Presente Líquido Econômico
TMA	Taxa Mínima de Atratividade

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	9
1.1 Problema de pesquisa.....	10
1.1.1 Delimitação de Escopo	11
1.1.2 Justificativa.....	12
2 OBJETIVOS	14
2.1 Objetivo Geral	14
2.2 Objetivos Específicos.....	14
3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	15
3.1 Cerrado, restauração ecológica e demanda por mudas nativas.....	15
3.2 Produção de mudas florestais nativas em viveiros	17
3.3 Custos de produção em viveiros florestais	19
3.4 Avaliação econômica e avaliação financeira	23
3.5 Indicadores de viabilidade econômica e financeira	23
3.5.1 Valor Social Presente Líquido ($\Delta VSPL$) e VPL (Valor Presente Líquido)	23
3.5.2 Taxa de Retorno Econômica (TRE).....	24
3.5.3 Valor Presente Líquido Econômico (VPLE)	24
3.5.4 Índice Benefício Custo (IBC).....	24
3.5.5 Taxa Interna de Retorno Financeiro (TIRF)	25
3.5.6 Payback	25
3.5.7 O Modelo de Cinco Dimensões (M5D).....	25
3.5.8 Investimentos em ativos fixos (CAPEX).....	26
3.5.9 Despesas operacionais (OPEX)	26
4 MATERIAL E MÉTODOS	27
4.1 Metodologia da Pesquisa.....	28
4.2 Características da Pesquisa	30
4.3 Coleta e análise de dados	31
4.4 Taxa de Retorno Econômica.....	32
4.5 Valor Presente Líquido Econômico (VPLE).....	32
4.6 Índice Benefício Custo (IBC)	33
4.7 Taxa Interna de Retorno Financeiro (TIRF)	33
4.8 Payback	34

4.9 O Modelo de Cinco Dimensões (M5D).....	34
4.10 Espécies do cerrado observadas no estudo.....	36
4.11 Preço médio das sementes para a produção de mudas do Cerrado.....	37
4.12 CAPEX	39
4.13 OPEX 41	
4.14 Premissas para o cálculo da receita estimada	42
4.15 Premissas para o cálculo do Ponto de Equilíbrio	42
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	43
5.1 Receita bruta anual (cenário-base)	43
5.2 Estrutura de custos anual	44
5.3 Margem operacional	46
5.4 Fluxo de Caixa projetado para cinco anos	47
5.5 Desempenho econômico (perspectiva social).....	49
5.6 Indicadores de desempenho financeiro (perspectiva do viveiro florestal)	50
5.7 Análise de sensibilidade	52
5.8 Análise do ponto de equilíbrio	54
5.9 Análise do Modelo de 5 Dimensões (M5D).....	55
5.10 Externalidades qualitativas	57
5.11 Limitações e pesquisas futuras	58
6 CONCLUSÃO.....	59

1 INTRODUÇÃO

O Cerrado brasileiro é reconhecido como um dos 36 *hotspots* mundiais de biodiversidade, abrigando mais de 12.000 espécies vegetais, das quais aproximadamente 4.400 são endêmicas (EMBRAPA FLORESTAS, 2021). No entanto, a expansão da agropecuária, a supressão da vegetação nativa e os incêndios recorrentes já converteram ou degradaram mais de 50% de sua área original, comprometendo serviços ecossistêmicos vitais, como a regulação hídrica e o sequestro de carbono (FEITOSA et al., 2023). Nesse contexto, programas de restauração florestal, respaldados pelo Código Florestal, Lei 12.651/2012 (BRASIL, 2012), e por metas internacionais de neutralidade de carbono, intensificam a demanda por mudas nativas de qualidade, visando à recomposição de funções ecológicas e à promoção de benefícios socioambientais.

O mercado de mudas nativas emerge como oportunidade econômica para viveiros públicos e privados. Iniciativas de restauração em larga escala, como o Plano de Recuperação da Vegetação Nativa (Planaveg), projetam a necessidade de dezenas de milhões de mudas anuais até 2030, impulsionando investimentos em infraestrutura, mão de obra especializada e inovação tecnológica em viveiros (IPEF, 2022). Contudo, a adoção de espécies do Cerrado (frequentemente caracterizadas por sementes com dormência fisiológica e germinação heterogênea) eleva os custos de produção, demandando rigoroso controle de indicadores de eficiência técnica e econômica (GUIMARÃES, 1997).

Apesar dos avanços nas áreas da ecologia e da silvicultura, estudos que integrem análise econômica e financeira à realidade de viveiros de espécies nativas do Cerrado ainda são escassos. Neste trabalho, a análise econômica é compreendida como a avaliação da criação de valor em termos de valor presente (VPL) e relação Benefício/Custo (B/C). A análise financeira, por sua vez, está relacionada à dinâmica de fluxos de caixa, ao retorno do investimento (mensurado, por exemplo, pela TIR) e ao tempo de recuperação de capital (*payback*). (REZENDE; OLIVEIRA, 2013).

A literatura disponível concentra-se, majoritariamente, em espécies exóticas de rápido crescimento ou em sistemas agroflorestais voltados à produção madeireira (EMBRAPA FLORESTAS, 2020; DIONISIO et al., 2025). Quando abordam espécies nativas, muitos estudos mantêm foco biológico, com ênfase na germinação, sobrevivência e crescimento inicial, sem incorporar de forma sistemática indicadores de viabilidade econômica e financeira, como Valor Presente Líquido (VPL), Taxa Interna de Retorno (TIR) e relação Benefício/Custo (B/C). Como consequência, gestores públicos, empreendedores, instituições de pesquisas e

formuladores de políticas públicas dispõe de poucos modelos aplicados para subsidiar decisões sobre investimentos financeiros, dimensionamento da capacidade produtiva, precificação de mudas e estruturação de parcerias voltadas à restauração.

O Viveiro Florestal da Universidade Federal do Tocantins (UFT), *Campus Gurupi*, vinculado ao Centro de Monitoramento Ambiental e Manejo do Fogo (CeMAF), insere-se nesse cenário como estudo de caso paradigmático. Com capacidade instalada para produzir mais de 48.000 mudas nativas por ciclo anual, o viveiro dispõe de infraestrutura física (estufas, sombrites, sistemas de irrigação), capital humano (formado por professores, técnicos, estudantes). Ademais, sua localização estratégica favorece o atendimento a demandas regionais relacionadas à restauração de florestas, à extensão rural e produção de conhecimento aplicado ao Cerrado Tocantinense (UESUGI, 2014).

Para a avaliação da viabilidade econômica e financeira do viveiro, foram coletados dados primários in loco no período de 2024 e 2025. As informações abrangeram o investimento inicial em infraestrutura, os itens duráveis utilizados na produção, como tubetes de 230 cm³ e bandejas com 54 células, os equipamentos de apoio, os custos com mão de obra, energia elétrica e substrato, bem como a receita projetada a partir da comercialização das mudas ao preço unitário de R\$ 5,00.

Esses dados permitiram a elaboração de fluxo de caixa projetados para um horizonte de curto prazo de cinco anos, possibilitando a aplicação de indicadores fundamentais de avaliação econômica e financeira de projetos florestais, entre os quais o Valor Presente Líquido -VPL, calculado sob diferentes taxas de desconto, a Taxa Interna de Retorno - TIR, o *payback* simples e descontado, o índice de benefício e Custo - B/C, margem de lucro e o custo médio de produção. A integração desses indicadores com análises de sensibilidade (variando preço de venda, custo de produção, produtividade e taxa de desconto) fornece uma visão abrangente dos riscos e retornos associados ao empreendimento (HOJI, 2018; BRASIL, 2021).

1.1 Problema de pesquisa

A crescente preocupação com ações voltadas para a sustentabilidade ambiental e a necessidade de restauração ecológica têm impulsionado o interesse por sistemas de produção que conciliem benefícios econômicos e socioambientais. Entre as alternativas, destacam-se os sistemas agroflorestais (SAFs) e a produção de mudas nativas (PODOVAN et al., 2023), (SILVA; FERREIRA, 2024).

Os sistemas agroflorestais, ao integrar culturas agrícolas, pastagens e espécies florestais, promovem sinergias entre interesses financeiros e ambientais, melhorando a biodiversidade, gerando empregos e conservando bacias hidrográficas (CAMARGO et al., 2019). Já a produção de mudas nativas do Cerrado destaca-se não apenas como estratégia viável para a recuperação de áreas florestais, mas também como fonte de renda alternativa para produtores rurais (OLIVEIRA et al., 2016).

Nesse cenário, Santos et al., (2013) pontuam que, apesar do reconhecimento dos benefícios ecológicos, estudos sobre a viabilidade econômica e financeira da produção de mudas nativas em viveiros florestais ainda são escassos, principalmente em regiões como o Cerrado, onde há indícios de que produtores desconhecem os custos de implantação, produção e comercialização, gerando uma insuficiência de dados técnico-econômicos. Tal cenário compromete a escalabilidade de práticas sustentáveis e dificulta a geração de dados robustos para embasar políticas públicas e estratégias comerciais.

Ante o sobredito cenário, é mister perguntar:

- a) Quais os benefícios sociais e ambientais associados à produção de mudas nativas do Cerrado no Viveiro Florestal CeMAF, da UFT, Campus de Gurupi?
- b) A produção de mudas nativas do Cerrado, no viveiro florestal estudado, é financeiramente viável como um empreendimento comercial?

1.1.1 Delimitação de Escopo

O estudo de viabilidade econômica e financeira apresentado nesta dissertação, limita-se à produção de mudas, oriundas do Viveiro Florestal CeMAF, da UFT, *Campus* de Gurupi, durante o ciclo produtivo de novembro de 2024 a maio de 2025. Os dados foram colhidos *in loco* e contemplam exclusivamente as espécies produzidas e monitoradas neste espaço de tempo, parametrizando um modelo econômico com horizonte de cinco anos, no qual se constroem estimativas de VPL, TIR, B/C e *payback* sob diversas taxas de desconto e diferentes cenários de preço e de custo.

Foram analisados os custos diretos e indiretos de produção, bem como a estimativa de receitas a partir de preços praticados regionalmente. Para executar a mensuração técnica da viabilidade econômica e a mensuração técnica da viabilidade financeira, serão aplicados os indicadores:

- a) Taxa de Retorno Econômica – TRE;
- b) Valor Social Presente Líquido Comparativo - $\Delta VSPL$;

- c) Índice Benefício-Custo – B/C;
- d) Taxa Interna de Retorno – TIR;
- e) Valor Presente Líquido – VPL.

Não é intenção deste estudo:

- a) Realizar a avaliação ecológica, fenotípica, ou silvicultural das espécies florestais analisadas;
- b) Comparar os dados, análises e resultados com viveiros de outras regiões, ou mesmo, de Gurupi;
- c) Analisar a valoração monetária de externalidades ambientais: sequestro de carbono, conservação da biodiversidade ou serviços ecossistêmicos;
- d) Trabalhar com projeções que excedam o horizonte temporal de cinco anos (tempo suficiente para captar o *payback*, depreciação etc.).

Considerando que a pesquisa ocorreu na UFT, *Campus* de Gurupi, uma instituição pública, voltada para o ensino, pesquisa e extensão, há de se pontuar as condições logísticas e orçamentárias características de empreendimentos públicos. Ou seja, os resultados não devem ser extrapolados para empreendimentos comerciais, embora a metodologia utilizada, principalmente no concernente à análise de viabilidade financeira, possa ser utilizada no mercado privado.

1.1.2 Justificativa

O Viveiro Florestal CeMAF, da Universidade Federal do Tocantins, Campus Gurupi, localiza-se em uma região estratégica do Sul do Tocantins, com capacidade instalada de produzir 200.000 mudas/por ano de espécies florestais nativas do cerrado (TOCANTINS, 2021). Integra a rede do Centro de Recuperação de Áreas Degradadas (CRAD) do Tocantins, que reúne mais três viveiros estaduais. Juntos, tem capacidade produtiva de 400.000 mudas/ano. Tal volume é estimado para fins de recuperar cerca de 360 hectares de Áreas de Preservação Permanente (APPs) anualmente (TOCANTINS, 2024). À demanda estadual, soma-se a nacional, cuja urgência torna os viveiros florestais unidades essenciais não apenas do ponto de vista ambiental, mas também socioeconômico, por sua capacidade de gerar emprego,

movimentar cadeias produtivas e fomentar atividades econômicas sustentáveis (BRASIL, 2024).

A produção de mudas nativas ainda enfrenta desafios relacionados à eficiência produtiva, aos custos elevados de insumos e à escassez de estudos técnico-econômicos que orientem a gestão e o investimento no setor (SANTOS et al., 2013). Com isso, muitas iniciativas, principalmente em instituições públicas, necessitam de análises que integrem as dimensões econômica e financeira, dificultando a tomada de decisão, o planejamento de escalonamento e a busca por parcerias.

Portanto, este estudo justifica-se, pela necessidade de fornecer uma avaliação estruturada e metodologicamente fundamentada sobre a viabilidade econômico-financeira da produção de mudas nativas do Cerrado em um viveiro universitário. A adoção de indicadores, como Valor Presente Líquido (VPL), Taxa Interna de Retorno (TIR), relação Benefício-Custo (B/C) e análises de sensibilidade, permitirá diagnosticar a sustentabilidade financeira do empreendimento (CARDOSO et al., 2018).

Além disso, a metodologia aqui desenvolvida possui caráter replicável, podendo ser adaptada à rede de 4 viveiros estaduais sobredita. Outros viveiros florestais públicos ou privados também podem replicar o modelo, contribuindo assim para o fortalecimento de uma cadeia produtiva estratégica para a conservação do Cerrado e para o desenvolvimento territorial sustentável.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

Avaliar a viabilidade econômica e financeira da produção de mudas de espécies florestais nativas do Cerrado em viveiro florestal.

2.2 Objetivos Específicos

- Quantificar os custos diretos de produção, incluindo despesas com insumos, mão de obra e capital de giro.
- Estimar as receitas potenciais com base em preços de mercado regionais e nacionais, considerando a comercialização integral do estoque de mudas.
- Aplicar indicadores econômico-financeiros — Valor Presente Líquido (VPL), Taxa Interna de Retorno (TIR), *payback* simples e descontado, relação benefício-custo (B/C), Taxa de Retorno Econômica (TRE) e Variação do Valor Social Presente (ΔVSP) — para análise de viabilidade.
- Realizar análise de sensibilidade diante de variações nos preços de venda, custos operacionais e taxas de desconto, visando avaliar a robustez do projeto em diferentes cenários.

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 Cerrado, restauração ecológica e demanda por mudas nativas

O Cerrado constitui um dos domínios fitogeográficos do Brasil, com elevada diversidade biológica, expressiva riqueza florística e relevante função ecológica na manutenção dos ciclos hidrológicos, climáticos e biogeoquímicos. Assim, verifica-se que esse bioma abriga formações savânicas, campestres e florestais, além de espécies vegetais adaptadas à sazonalidade climática, aos solos ácidos e à ocorrência natural do fogo (COLLI; VIEIRA; DIANESE, 2020). De acordo com a literatura especializada, sua importância ecológica está relacionada tanto à biodiversidade quanto à prestação de serviços ecossistêmicos, como regulação hídrica, conservação do solo, estoque de carbono e manutenção da conectividade entre paisagens. Assim, compreender a dinâmica ecológica do Cerrado é fundamental para subsidiar estratégias de restauração, especialmente em áreas convertidas ou degradadas por atividades agropecuárias, expansão urbana e uso intensivo dos recursos naturais (CARDOSO et al., 2025).

A degradação do Cerrado decorre, principalmente, da conversão da vegetação nativa para usos agropecuários, da fragmentação de habitats, da recorrência de incêndios antrópicos e da exploração inadequada do solo (BUENO et al., 2018). Esses processos reduzem a cobertura vegetal, comprometem a regeneração natural e afetam a estabilidade dos serviços ecossistêmicos associados à paisagem. Observa-se que causas desse processo podem ser observadas na perda de áreas nativas, na simplificação da estrutura da vegetação e na diminuição da capacidade de suporte dos ecossistemas. Como implicação, amplia-se a necessidade de ações de recomposição vegetal capazes de restaurar funções ecológicas, proteger recursos hídricos, reduzir processos erosivos e recompor a biodiversidade em áreas legalmente protegidas ou ambientalmente sensíveis (NUNES et al., 2022).

O Código Florestal brasileiro, instituído pela Lei nº 12.651/2012, estabelece instrumentos normativos relevantes para a conservação e recomposição da vegetação nativa, especialmente em Áreas de Preservação Permanente, Reservas Legais e áreas de uso restrito (MARIANI, 2018). A norma define parâmetros para regularização ambiental de imóveis rurais e cria mecanismos como o Cadastro Ambiental Rural e o Programa de Regularização Ambiental, que orientam a recomposição de passivos ambientais. Nesse contexto, a legislação não apenas disciplina o uso da terra, mas também induz a demanda por mudas de espécies nativas, uma vez que a restauração de áreas degradadas ou alteradas depende, em muitos casos,

da produção de material vegetal adequado às condições ecológicas locais. Dessa forma, o cumprimento das exigências legais contribui diretamente para a expansão do mercado de sementes, viveiros e mudas nativas (LAUDARI; SILVA; BORGES, 2014).

O Plano Nacional de Recuperação da Vegetação Nativa, conhecido como Planaveg, surge como resposta institucional à necessidade de ampliar a restauração ecológica em escala nacional (CHAZDON et al., 2022). Sua formulação está associada ao reconhecimento de que a recomposição da vegetação nativa demanda planejamento, articulação interinstitucional, oferta de sementes e mudas, assistência técnica e mecanismos econômicos de incentivo. As políticas de restauração indicam que a recuperação de grandes áreas requer uma cadeia produtiva estruturada, capaz de fornecer mudas em quantidade, qualidade e diversidade compatíveis com os objetivos ecológicos dos projetos. Como implicação, o Planaveg reforça a importância estratégica dos viveiros florestais, sobretudo aqueles vinculados a instituições públicas, universidades e organizações regionais, por sua capacidade de articular produção, pesquisa, extensão e atendimento às demandas territoriais (CALMON, 2021).

Nesse sentido, a restauração ecológica consiste no processo de assistência à recuperação de ecossistemas degradados, danificados ou destruídos, buscando restabelecer sua estrutura, composição, diversidade e funcionalidade. No Cerrado, esse processo apresenta particularidades, pois envolve espécies com diferentes estratégias ecológicas, crescimento inicial variável, dormência de sementes, sazonalidade hídrica e respostas distintas às condições edáficas. A literatura sobre restauração tem destacado que o sucesso dos projetos depende da escolha adequada das espécies, da qualidade das mudas, do preparo da área, do controle de fatores de degradação e do monitoramento pós-plantio. Assim, a produção de mudas nativas não deve ser compreendida apenas como uma etapa operacional, mas como componente técnico decisivo para a efetividade ecológica das ações de recomposição vegetal (URZEDO et al., 2020; GILES et al., 2026).

O mercado de mudas nativas tem se expandido em razão da convergência entre exigências legais, programas de restauração, compensações ambientais, iniciativas de neutralização de carbono e projetos privados de recuperação de áreas degradadas (URZEDO et al., 2020). Essa expansão decorre da crescente necessidade de fornecimento regular de mudas com qualidade morfológica, fitossanitária e genética adequada aos diferentes contextos ambientais. Observa-se o aumento da demanda por viveiros capazes de produzir espécies regionais, com diversidade suficiente para atender projetos de restauração ecológica e recuperação de áreas de preservação permanente e reserva legal. Como implicação econômica, esse cenário cria oportunidades para viveiros públicos, privados e universitários, mas também

exige controle rigoroso dos custos de produção, planejamento de escala, precificação adequada e avaliação da viabilidade econômica e financeira dos empreendimentos (URZEDO et al., 2020).

A recomposição da vegetação nativa no Cerrado depende da integração entre planejamento ambiental, disponibilidade de sementes, produção de mudas, técnicas de plantio e monitoramento da restauração (HOFMANN et al., 2025). A adoção de espécies nativas contribui para restabelecer processos ecológicos, ampliar a diversidade florística, recuperar a proteção do solo e favorecer a conectividade entre fragmentos de vegetação (URZEDO et al., 2020). Estudos sobre restauração indicam que a escolha de espécies adaptadas às condições locais aumenta a probabilidade de sobrevivência das mudas e reduz os riscos de insucesso dos plantios. Portanto, a produção de mudas florestais nativas assume papel estratégico na recomposição de paisagens degradadas, ao mesmo tempo em que demanda análises econômicas capazes de demonstrar a sustentabilidade produtiva, financeira e institucional dos viveiros responsáveis por abastecer essa cadeia de restauração.

3.2 Produção de mudas florestais nativas em viveiros

A produção de mudas florestais nativas em viveiros constitui etapa estratégica para a restauração ecológica, a recomposição de áreas degradadas e o cumprimento de obrigações ambientais previstas na legislação brasileira. A ampliação das metas de restauração no Brasil exige cadeias produtivas capazes de fornecer mudas em quantidade, qualidade e diversidade florística compatíveis com os diferentes ecossistemas, especialmente no Cerrado, onde a elevada heterogeneidade ambiental demanda espécies adaptadas às condições locais (URZEDO et al., 2020; CHAZDON et al., 2022). Nesse contexto, os viveiros florestais assumem papel técnico e econômico relevante, pois conectam a disponibilidade de sementes, os protocolos de produção e a demanda por recomposição da vegetação nativa.

A estrutura física do viveiro influencia diretamente a eficiência produtiva, a padronização dos lotes e o custo final das mudas. Unidades bem dimensionadas geralmente incluem áreas de recepção e beneficiamento de sementes, preparo de substrato, casa de vegetação, sombrites, bancadas, sistema de irrigação, área de crescimento, rustificação, almoxarifado e setor de expedição. Quando essa infraestrutura é insuficiente ou inadequada, aumentam-se as perdas por estresse hídrico, falhas de germinação, ataque de patógenos e desuniformidade no crescimento. Assim, o planejamento estrutural deve considerar a escala de

produção, o tipo de recipiente, a disponibilidade de água, a mão de obra e o tempo de permanência das espécies no viveiro (ARCO-VERDE, 2008; UESUGI, 2014).

As etapas produtivas envolvem a coleta ou aquisição de sementes, beneficiamento, armazenamento, superação de dormência, semeadura, germinação, repicagem, adubação, irrigação, controle fitossanitário, seleção, rustificação e expedição das mudas. Nas espécies nativas do Cerrado, essas etapas são condicionadas por características biológicas específicas, como dormência tegumentar, germinação irregular, crescimento inicial variável e exigências diferenciadas de luminosidade, umidade e substrato. Essa variabilidade amplia o tempo de produção, aumenta o consumo de insumos e exige maior controle técnico, afetando diretamente a produtividade e o custo médio das mudas (BUENO et al., 2018; CARDOSO et al., 2025).

A disponibilidade de sementes representa um dos principais gargalos da produção de mudas nativas. A diversidade arbórea do Cerrado, embora constitua uma vantagem ecológica para projetos de restauração, impõe desafios relacionados à sazonalidade da frutificação, à coleta em matrizes adequadas, ao beneficiamento, à conservação da viabilidade e à manutenção da diversidade genética. Nesse sentido, Urzedo et al. (2020) destacam que redes de sementes são fundamentais para ampliar a restauração de paisagens no Brasil, pois fortalecem a oferta de material propagativo nativo e reduzem a dependência de poucos fornecedores. Dessa forma, a articulação entre coletores, viveiristas, instituições de pesquisa e projetos de restauração torna-se indispensável para garantir regularidade produtiva e qualidade genética das mudas.

Já o substrato é outro componente decisivo na produção de mudas florestais, pois atua como suporte físico, meio de retenção de água, espaço de aeração e fonte parcial de nutrientes. Substratos adequados devem apresentar boa porosidade, drenagem, estabilidade estrutural, capacidade de retenção hídrica e ausência de contaminantes. No caso das espécies nativas, sua composição deve ser ajustada ao tipo de recipiente, ao sistema de irrigação e ao ciclo de produção. A escolha inadequada do substrato pode comprometer o desenvolvimento radicular, aumentar a mortalidade e elevar os custos operacionais, enquanto formulações eficientes favorecem mudas mais vigorosas e reduzem perdas no viveiro e no campo (ARCO-VERDE, 2008; UESUGI, 2014).

A qualidade das mudas deve ser avaliada por atributos morfológicos, fisiológicos e fitossanitários, como altura da parte aérea, diâmetro do coleto, relação altura/diâmetro, formação radicular, vigor, lignificação e ausência de pragas e doenças. Mudas com melhor qualidade tendem a apresentar maior sobrevivência e crescimento inicial após o plantio, especialmente em ambientes sujeitos a déficit hídrico, competição com gramíneas e solos degradados. Essa condição é particularmente relevante no Cerrado, onde a sazonalidade

climática e os solos de baixa fertilidade natural impõem restrições adicionais ao estabelecimento das plantas (NUNES et al., 2022; HOFMANN et al., 2025).

Entre os principais gargalos produtivos dos viveiros de espécies nativas destacam-se a irregularidade na oferta de sementes, a baixa padronização dos lotes, a ausência de protocolos específicos para muitas espécies, a germinação heterogênea, a elevada demanda por mão de obra e a dificuldade de manter diversidade florística em escala comercial. Esses fatores aumentam a incerteza produtiva e podem comprometer o planejamento econômico do viveiro. Como implicação, a gestão da produção deve integrar indicadores técnicos e financeiros, permitindo avaliar perdas, produtividade, custo médio, margem de lucro e viabilidade dos ciclos produtivos (URZEDO et al., 2020; PADOVAN et al., 2023).

Portanto, a produção de mudas florestais nativas em viveiros depende da integração entre infraestrutura adequada, disponibilidade de sementes, protocolos de germinação, substratos apropriados, manejo hídrico, controle fitossanitário, rustificação e critérios de qualidade. Assim, verifica-se que nesse estudo esses elementos são fundamentais para compreender os custos, as receitas e os indicadores de viabilidade econômica e financeira da produção de mudas nativas do Cerrado, uma vez que cada decisão técnica repercute diretamente no desempenho produtivo e na sustentabilidade do empreendimento.

3.3 Custos de produção em viveiros florestais

A análise dos custos de produção em viveiros florestais é fundamental para avaliar a viabilidade econômica e financeira da produção de mudas nativas, uma vez que permite identificar os componentes que mais influenciam o custo médio, a margem de lucro e o retorno do investimento. Em empreendimentos florestais, a mensuração adequada dos custos constitui etapa essencial para a elaboração do fluxo de caixa, o cálculo de indicadores como Valor Presente Líquido (VPL), Taxa Interna de Retorno (TIR), relação Benefício/Custo (B/C) e payback, bem como para a definição de preços compatíveis com a sustentabilidade do sistema produtivo (HOJI, 2018; BRASIL, 2021). Desse modo, em viveiros destinados à produção de espécies nativas do Cerrado, o controle dos custos não deve ser tratado apenas como procedimento contábil, mas como instrumento de gestão, planejamento produtivo e tomada de decisão.

Os custos fixos correspondem aos gastos que permanecem relativamente constantes independentemente do volume de mudas produzidas em determinado período. Incluem-se nessa categoria despesas com infraestrutura, depreciação de equipamentos, manutenção de

instalações, remuneração fixa de pessoal permanente, sistemas de irrigação, casas de vegetação, sombrites, bancadas, cercamentos e demais estruturas de apoio. A principal causa da relevância dos custos fixos em viveiros florestais está relacionada ao investimento inicial necessário para garantir condições adequadas de produção, proteção, irrigação e manejo das mudas. Nesse sentido, estudos de avaliação econômica de sistemas produtivos florestais destacam que a infraestrutura e os bens duráveis compõem parte expressiva do capital investido, impactando diretamente o fluxo de caixa e o tempo de recuperação do investimento (ARCO-VERDE, 2008; UESUGI, 2014). Como implicação, quanto menor a escala produtiva, maior tende a ser o peso dos custos fixos sobre cada muda produzida, elevando o custo unitário e reduzindo a competitividade econômica do viveiro.

Os custos variáveis, por sua vez, são aqueles que se alteram conforme o volume de produção, estando diretamente associados ao número de mudas produzidas por ciclo. Entre os principais componentes estão sementes, substrato, fertilizantes, corretivos, defensivos ou produtos fitossanitários, embalagens, tubetes em reposição, bandejas danificadas, consumo de água, energia elétrica, mão de obra temporária e materiais de expedição. Esses custos são particularmente importantes na produção de mudas nativas, pois a heterogeneidade das espécies, a dormência de sementes, a germinação irregular e os diferentes tempos de permanência no viveiro podem elevar o consumo de insumos e aumentar as perdas produtivas (URZEDO et al., 2020; BUENO et al., 2018). Assim, a gestão dos custos variáveis permite identificar gargalos operacionais e estabelecer estratégias para reduzir desperdícios, melhorar o rendimento dos lotes e aumentar a previsibilidade econômica da produção.

A mão de obra representa um dos componentes mais sensíveis na composição dos custos de viveiros florestais, especialmente quando se trabalha com espécies nativas. Isso ocorre porque diversas etapas produtivas ainda dependem de atividades manuais, como beneficiamento de sementes, tratamentos pré-germinativos, semeadura, repicagem, irrigação, capinas, seleção, classificação, rustificação e expedição das mudas. A evidência dessa dependência operacional está na própria dinâmica dos viveiros de restauração, nos quais a diversidade de espécies dificulta a mecanização ampla e exige acompanhamento técnico contínuo. Para Hoji (2018), a correta mensuração dos desembolsos operacionais é indispensável para a análise da rentabilidade e do retorno financeiro do empreendimento. Como implicação, a subestimação da mão de obra pode distorcer o custo real de produção, superestimar a margem de lucro e comprometer a confiabilidade dos indicadores econômicos.

Os insumos produtivos constituem outro grupo relevante de custos, pois afetam simultaneamente a qualidade das mudas e o custo médio de produção. Nesse grupo incluem-se

sementes, substratos, fertilizantes, corretivos, recipientes, materiais de irrigação, produtos para controle fitossanitário e demais itens consumidos durante o ciclo produtivo. Em viveiros de espécies nativas, a causa do aumento desses custos está associada à necessidade de adequar os insumos às exigências específicas de cada espécie, sobretudo quanto ao tipo de substrato, volume do recipiente, tempo de germinação e demanda nutricional. A literatura sobre produção de mudas e restauração indica que a qualidade do material propagativo e dos insumos interfere diretamente na sobrevivência e no desempenho inicial das plantas em campo (CHAZDON et al., 2022; URZEDO et al., 2020). Portanto, a escolha de insumos não deve considerar apenas o menor preço, mas a relação entre custo, eficiência produtiva, qualidade da muda e redução de perdas.

O consumo de energia elétrica também deve ser incorporado à composição dos custos operacionais, sobretudo em viveiros que utilizam sistemas de irrigação pressurizada, bombas, iluminação, equipamentos elétricos e estruturas de apoio ao manejo. Embora muitas vezes seja tratado como custo secundário, esse item pode apresentar peso relevante quando há irrigação frequente, especialmente em regiões com estação seca prolongada, como ocorre no Cerrado. A necessidade de irrigação regular decorre da sazonalidade climática e da sensibilidade das plântulas ao déficit hídrico nas fases iniciais de desenvolvimento. Como evidência, estudos sobre o Cerrado ressaltam que a sazonalidade hídrica e as mudanças climáticas ampliam os desafios para a produção e o estabelecimento de espécies nativas. Logo, falhas no dimensionamento do custo energético podem comprometer a precisão do fluxo de caixa e reduzir a confiabilidade da análise de viabilidade (HOFMANN et al., 2025; NUNES et al., 2022).

A infraestrutura do viveiro deve ser compreendida como investimento inicial e, portanto, como componente do CAPEX, abrangendo construções, sistemas de irrigação, casas de vegetação, sombrites, bancadas, reservatórios, equipamentos e demais bens duráveis. De acordo com o Guia Geral de Análise Socioeconômica de Custo-Benefício de Projetos de Investimento em Infraestrutura, a distinção entre despesas de capital e despesas operacionais permite maior transparência na estruturação do fluxo de caixa e na avaliação da sustentabilidade do projeto (BRASIL, 2021). No caso dos viveiros florestais, essa separação é indispensável porque a infraestrutura gera desembolso inicial elevado, mas seu uso se distribui ao longo de vários ciclos produtivos. Assim, a análise econômica deve considerar não apenas o valor de aquisição desses ativos, mas também sua vida útil, manutenção, depreciação e contribuição para a capacidade produtiva do viveiro.

A depreciação corresponde à perda de valor dos bens duráveis ao longo do tempo, em razão do uso, desgaste físico, obsolescência ou redução da capacidade operacional. Em viveiros florestais, esse componente aplica-se a equipamentos, tubetes, bandejas, sistemas de irrigação, bombas, estruturas de sombreamento, ferramentas e demais ativos utilizados por mais de um ciclo produtivo. A causa da inclusão da depreciação na análise está relacionada à necessidade de reconhecer o consumo econômico dos ativos, ainda que não haja desembolso financeiro imediato em cada período. Como evidência, a literatura de finanças e avaliação de investimentos recomenda incorporar a depreciação e a reposição de ativos para estimar com maior precisão o desempenho econômico do empreendimento. Assim, desconsiderar a depreciação pode reduzir artificialmente o custo de produção e gerar uma percepção superestimada da viabilidade do viveiro (HOJI, 2018; BRASIL, 2021).

A escala produtiva exerce influência direta sobre o custo unitário das mudas, pois determina a forma como os custos fixos são distribuídos entre as unidades produzidas. Em geral, viveiros com maior volume de produção tendem a diluir melhor os custos de infraestrutura, equipamentos e mão de obra permanente, reduzindo o custo médio por muda. Entretanto, o aumento da escala também pode elevar os custos variáveis, ampliar a necessidade de insumos, exigir maior controle técnico e aumentar os riscos de perdas caso não haja planejamento adequado. Estudos sobre viabilidade econômica de sistemas produtivos indicam que a escala deve ser avaliada em conjunto com produtividade, preço de venda, capacidade instalada e demanda de mercado. Dessa forma, a definição da escala ótima de produção é uma decisão estratégica, pois interfere no ponto de equilíbrio, na margem de lucro e no retorno do investimento (PADOVAN et al., 2023; FERREIRA; SILVA; FERREIRA, 2024).

No contexto dos viveiros de espécies nativas do Cerrado, a estrutura de custos apresenta particularidades que a diferenciam de sistemas produtivos baseados em espécies homogêneas ou amplamente domesticadas. A elevada diversidade de espécies, a irregularidade na oferta de sementes, a variação no tempo de crescimento, a necessidade de protocolos específicos e a exigência de qualidade ecológica aumentam a complexidade do planejamento produtivo. Como consequência, a análise dos custos deve integrar os componentes fixos e variáveis, os investimentos em infraestrutura, os custos com mão de obra, os insumos, a energia, a depreciação e os efeitos da escala produtiva. Essa abordagem permite estimar com maior rigor o custo médio das mudas, avaliar a sustentabilidade financeira do viveiro e subsidiar decisões sobre preço de comercialização, ampliação da produção e viabilidade econômica do empreendimento.

3.4 Avaliação econômica e avaliação financeira

A avaliação econômica é fundamental para a tomada de decisão quanto à viabilidade de investimentos, permitindo ao gestor conhecer os custos e receitas gerados pelo sistema produtivo, além de projetar o fluxo financeiro e o retorno do capital ao longo do tempo (ARCO-VERDE, 2008; UESUGI, 2014). Nesse contexto, indicadores como Valor Presente Líquido (VPL), Taxa Interna de Retorno (TIR), *Payback*, Relação Benefício-Custo (RBC) e Ponto de Equilíbrio são amplamente recomendados para a análise de projetos de produção de mudas florestais nativas (UESUGI, 2014).

Assim, adota-se uma análise dual: a perspectiva econômica, focada na viabilidade social e nos benefícios coletivos; e a perspectiva financeira, orientada à sustentabilidade econômico-financeira do empreendimento. Por fim, essa abordagem está alinhada com as diretrizes do Guia Geral de Análise Socioeconômica de Custo-Benefício de Projetos de Investimento em Infraestrutura (BRASIL, 2021), que distingue claramente a avaliação socioeconômica da avaliação financeira. Tal distinção é particularmente relevante em cadeias produtivas como a de sementes, que funcionam também como redes sociais, de acordo com Allen et al. (2024).

3.5 Indicadores de viabilidade econômica e financeira

3.5.1 Valor Social Presente Líquido (Δ VSPL) e VPL (Valor Presente Líquido)

De acordo com o *Guia Geral de análise socioeconômica de custo-benefício de projetos de investimento em infraestrutura* (BRASIL, 2021), a distinção fundamental entre o Valor Social Presente Líquido (Δ VSPL) e o Valor Presente Líquido (VPL) reside na natureza dos fluxos considerados em cada abordagem. O Δ VSPL fundamenta-se em fluxos que incorporam o custo de oportunidade social dos bens e serviços, incluindo, sempre que possível, a valoração de externalidades ambientais e positivas. Em contrapartida, o VPL é calculado com base nos fluxos de caixa do projeto receitas e despesas efetivas, os quais refletem preços de mercado e englobam transferências financeiras como impostos e subsídios. Dessa forma, enquanto a Análise de Custo-Benefício (ACB) adota a perspectiva da sociedade como um todo, a análise financeira está voltada para a ótica do empreendedor ou proprietário do investimento.

3.5.2 Taxa de Retorno Econômica (TRE)

A Taxa de Retorno Econômica (TRE) é um indicador utilizado para avaliar o retorno social de um investimento, inserindo-se no escopo da Análise de Viabilidade Econômica, e não na análise estritamente financeira, que prioriza a rentabilidade privada. Conforme destacado pela European Commission (2014), um dos principais desafios na aplicação da TRE reside na mensuração de custos e benefícios sociais, especialmente aqueles de difícil monetização, como os impactos ambientais e sobre o bem-estar social. Nesse sentido, a TRE serve como parâmetro comparativo para avaliar o desempenho futuro do investimento frente a outros projetos e em relação a uma taxa mínima de retorno de referência (GUERRA, 2021).

3.5.3 Valor Presente Líquido Econômico (VPLE)

Uesugi (2019), recomenda que, para estimar o VPLE, se trabalhe com todos os fluxos financeiros do projeto, expressos no fluxo de caixa, ou fluxo de benefícios esperados, tanto positivos como negativos, para um único período.

O VPLE tem como principal função avaliar se um projeto é financeiramente viável, ao considerar tanto os benefícios econômicos quanto os custos, no longo prazo.

No contexto deste trabalho, o VPLE é fundamental, principalmente, para determinar a rentabilidade do projeto, contribuindo assim para o processo diário de tomada de decisão.

3.5.4 Índice Benefício Custo (IBC)

Conforme destacado pela European Commission (2014), a relação Índice Benefício Custo (IBC) é obtida pela divisão do valor presente dos benefícios pelo valor presente dos custos. Um IBC superior a 1 indica que os benefícios superam os custos, sinalizando viabilidade socioeconômica.

Ou seja, o Índice Benefício-Custo (IBC), também referido como *B/C Ratio*, é um indicador de eficiência que compara, em valor presente, os benefícios econômicos e sociais esperados de um projeto com seus custos totais de investimento.

3.5.5 Taxa Interna de Retorno Financeiro (TIRF)

A taxa interna de retorno (TIR) de um projeto é a taxa de desconto na qual o valor presente líquido (VPL) é igual a zero. É um indicador utilizado para avaliar a rentabilidade do projeto (SHOU, 2022). Em termos analíticos, conforme abordado por Hoji (2018), a TIRF permite ao gestor verificar se o retorno do projeto supera o custo de capital. A regra de decisão estabelece que, se a TIRF for superior ao Custo Médio Ponderado de Capital (CMPC), o projeto é considerado financeiramente atrativo, indicando que gera valor acima do custo do capital investido. Caso contrário, do ponto de vista da maximização do lucro, o investimento não se justifica.

3.5.6 Payback

O *payback* é um indicador financeiro que determina o tempo necessário para a recuperação do investimento inicial por meio dos fluxos de caixa gerados pelo projeto. Sua relevância no processo decisório reside na capacidade de informar ao gestor o prazo de retorno do capital, oferecendo uma visão clara sobre o risco e a liquidez do empreendimento (HOJI, 2010).

Além disso, Hoji (2010) pontua que o método do *payback* consiste na apuração do período requerido para que a soma dos fluxos de caixa líquidos periódicos se iguale ao desembolso inicial. Embora não considere os fluxos posteriores à recuperação do investimento limitando, portanto, comparações entre projetos de diferentes durações, é amplamente utilizado como critério complementar em análises de viabilidade, especialmente em cenários que demandam rápida recomposição de capital.

3.5.7 O Modelo de Cinco Dimensões (M5D)

O Modelo de Cinco Dimensões (M5D), ou *Five Case Model*, constitui uma abordagem estruturada para a avaliação e preparação de projetos de investimento, amplamente adotado em políticas de governança de infraestrutura. No Brasil, sua relevância tem crescido a partir da parceria técnica estabelecida entre a Secretaria de Desenvolvimento da Infraestrutura do Ministério da Economia (SDI/ME) e a *Infrastructure and Projects Authority* (IPA) do Reino Unido, conforme destacado no Guia Geral de análise socioeconômica de custo-benefício de

projetos de investimento em infraestrutura (BRASIL, 2021). Infere-se que essa aproximação reflete um alinhamento às recomendações internacionais contemporâneas, que enfatizam a adoção de modelos abrangentes de gestão de investimentos, incluindo planejamento de longo prazo, seleção de alternativas baseada na maximização do retorno socioeconômico e decisões de financiamento fundamentadas em critérios de *Value for Money* (OCDE, 2020; BANCO MUNDIAL, 2020).

3.5.8 Investimentos em ativos fixos (CAPEX)

O CAPEX (*Capital Expenditure*) corresponde ao capital investido em ativos com vida útil superior a um ciclo produtivo, tais como infraestrutura e outros bens duráveis (European Commission, 2014).

3.5.9 Despesas operacionais (OPEX)

O OPEX corresponde às despesas recorrentes indispensáveis para a manutenção do viveiro em um ciclo anual, excluindo itens de investimento e depreciação, os quais compõem o CAPEX (formação de capital e bens duráveis). Essa separação assegura comparabilidade intertemporal e maior transparência na mensuração do fluxo de caixa do projeto (BRASIL, 2021).

4 MATERIAL E MÉTODOS

Os dados foram coletados durante a observação de espécies florestais do Cerrado, presentes no Viveiro Florestal (CeMAF) da UFT, Campus de Gurupi, no período de novembro de 2024 a maio de 2025. A Figura 1 mostra um pouco da estrutura interna do viveiro:

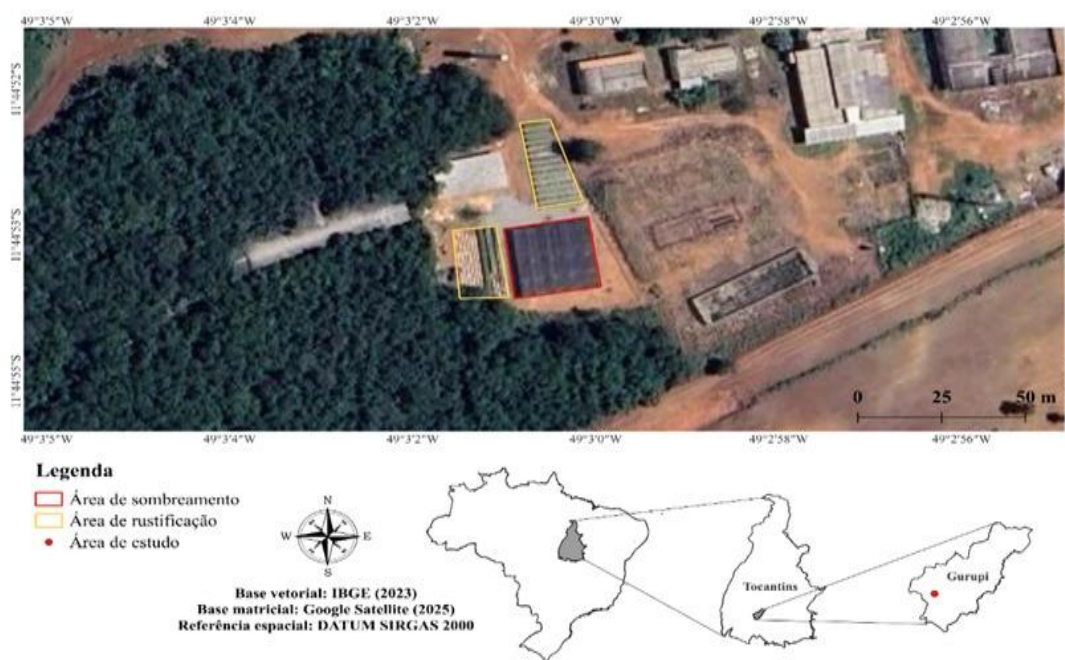
Figura 1 - Viveiro Florestal CeMAF - Estrutura interna



Fonte: Acadêmicos/PPGCFA (2025)

O Viveiro Florestal estudado localiza-se em uma área de cerrado *stricto sensu*, inserido dentro de um fragmento com aproximadamente 25 hectares na Reserva Legal da Fazenda Experimental da UFT, sob as coordenadas geográficas 11°44'55"S, 49°03'07"W (SILVA *et al.*, 2026). (Figura 2).

Figura 2 - Localização da área de estudo



Fonte: SILVA *et al.* (2026)

O clima da região é tipicamente tropical sazonal, com duas estações bem definidas: uma chuvosa, que se estende de outubro a abril, e uma seca, de maio a setembro. A temperatura média anual varia entre 25°C e 29°C, e a precipitação média anual situa-se entre 1200 e 2100 mm (SEPLAN, 2017).

4.1 Metodologia da Pesquisa

Cabe destacar que as 43.778 mudas de espécies nativas do Cerrado consideradas na análise foram produzidas de maneira oportunista, conforme a disponibilidade de sementes e as demandas de projetos de pesquisa em execução, e não a partir de um planejamento estruturado de mercado.

Tratando-se de uma pesquisa que envolve valores financeiros, aplicação de índices econômicos e análise quantitativa de dados produtivos, a pesquisa adotou uma abordagem quantitativa, com procedimentos sistemáticos de coleta e análise de dados numéricos, visando à descrição, predição e controle de variáveis de interesse (BHANDARI, 2023). Assim sendo, essa abordagem é amplamente utilizada em estudos de viabilidade econômica no setor florestal, vez que os indicadores econômicos e financeiros são construídos a partir da coleta de dados numéricos financeiros e não financeiros. Estes últimos, apenas quando conectados a receitas e/ou custos fixos e variáveis.

Após a sistematização dos dados, procedeu-se à aplicação de Métodos Quantitativos para Avaliação de Investimentos (Valor Presente Líquido (VPL) e Taxa Interna de Retorno (TIR), por exemplo) com o objetivo de identificar padrões de viabilidade e subsidiar inferências sobre a sustentabilidade do empreendimento. Essa abordagem segue a lógica indutiva descrita pela University of Oklahoma (2018), na qual a análise de evidências concretas precede a elaboração de conclusões fundamentadas, permitindo a construção de um panorama avaliativo robusto e contextualizado.

Para fins de cálculo do cenário-base, considerando que se trata de um viveiro público (sem histórico regular de vendas), os preços e custos foram mantidos sem reajustes anuais, com fluxos de caixa expressos em valores constantes. Adotou-se a taxa de desconto de 8% ao ano, interpretada como taxa real e *proxy* da Taxa Mínima de Atratividade (TMA), para trazer os fluxos de caixa a valor presente sem dupla contagem inflacionária. Não foi estimado o Custo Médio Ponderado de Capital (CMPC), pois o viveiro não apresenta estrutura típica de capital (dívida *versus* capital próprio) nem parâmetros de capital que permitam sua mensuração consistentemente. Por isso, a taxa de desconto (8%) não foi comparada diretamente com a inflação nominal observada em períodos determinados. No entanto, a robustez do VPL foi verificada mediante análise de sensibilidade em cenários com taxas de 6%, 10% e 12% ao ano.

O Método Indutivo foi utilizado para a coleta e organização de dados primários relacionados à gestão econômica e financeira do viveiro florestal, incluindo quantificação de mudas, levantamento de custos e apuração de receitas potenciais. Isto porque, conforme o North Central College (2023), é indicado como estratégia de coleta de dados que partem da observação de casos específicos para a formulação de generalizações ou padrões explicativos. Servindo desta maneira aos propósitos deste trabalho.

Embora este estudo priorize o método indutivo em sua condução, o método dedutivo também foi utilizado, uma vez que permite a dedução lógica a partir de dados coletados e a verificação de padrões ao longo do processo investigativo, testando teorias ou hipóteses por meio de observações e evidências empíricas, validando as premissas nesta pesquisa aplicada (FORMPLUS, 2023).

A metodologia contou ainda com o método hipotético-dedutivo, que Lawson (2015) caracteriza como um ciclo de raciocínio e observação voltado à geração e teste de explicações para fenômenos observados, produzindo conhecimento útil e previsões confiáveis. Neste trabalho, um dos primeiros passos foi a formulação de hipóteses iniciais sobre a viabilidade econômico-financeira da produção de mudas nativas do Cerrado. Como, por exemplo, a proposição de que a produção de mudas no Viveiro Florestal CeMAF da UFT/Campus Gurupi

apresenta viabilidade positiva, com base nos custos e receitas projetados. Assim, essas hipóteses foram posteriormente submetidas a testes empíricos, mediante a coleta sistemática de dados e a aplicação de indicadores financeiros consolidados, como o Valor Presente Líquido (VPL) e a Taxa Interna de Retorno (TIR), permitindo uma avaliação objetiva e fundamentada das premissas estabelecidas. Dessa forma, o método hipotético-dedutivo estruturou o percurso investigativo, assegurando rigor analítico e alinhamento com práticas consagradas de pesquisa científica aplicada.

A coleta de dados empíricos no viveiro permitiu a observação de padrões e a formulação de inferências (indução), enquanto a aplicação de modelos consolidados de análise de viabilidade possibilitou testar hipóteses previamente estabelecidas (dedução e hipótese-dedutivo). Portanto, essa triangulação metodológica contribuiu para uma compreensão abrangente e fundamentada da viabilidade técnico-financeira da atividade estudada.

Os resultados quantitativos deste estudo compreendem a produção de mudas, os custos operacionais e os preços de mercado por espécie. Deste modo, para organizar a apresentação e garantir clareza analítica, os dados foram estruturados em quatro eixos principais: (I) receita bruta anual; (II) estrutura de custos e projeção do fluxo de caixa; (III) indicadores econômico-financeiros e (IV) análise de sensibilidade. Por fim, cada eixo é acompanhado de tabelas e figuras que sistematizam as informações e permitem uma discussão integrada sobre a viabilidade econômica e financeira da produção de mudas nativas do Cerrado no Viveiro da UFT, Campus Gurupi.

4.2 Características da Pesquisa

O estudo caracteriza-se como uma pesquisa aplicada, uma vez que visa gerar conhecimento direcionado à solução de um problema prático: a análise da viabilidade econômica e financeira da produção de mudas nativas do Cerrado. Ou seja, a pesquisa mantém o foco na obtenção de resultados com finalidade específica e utilidade imediata (MELLO, 2019).

A pesquisa assumiu ainda o caráter quantitativo, já que se fundamentou na coleta e análise de dados numéricos referentes aos custos, receitas e indicadores financeiros do viveiro. A dimensão descritiva buscou identificar e registrar as características do processo produtivo e das variáveis econômicas envolvidas, priorizando inicialmente a descrição do “quê” do fenômeno estudado (SHIELDS; RANGARAJAN, 2013).

Por sua vez, a natureza exploratória deste trabalho foi caracterizada pela relativa escassez de estudos que integrem análise econômico-financeira à produção de mudas nativas

do Cerrado em viveiros universitários, exigindo uma investigação preliminar que mapeasse custos, receitas e viabilidade (EAST CAROLINA UNIVERSITY, 2025).

4.3 Coleta e análise de dados

Os dados coletados no Viveiro Florestal (CeMAF) da UFT, Campus de Gurupi, foram analisados, primeiro dentro de uma perspectiva de projeção de receita estimada. Em seguida, partiu-se para a análise dos custos envolvidos na fundação e operacionalização produtiva.

A análise de dados também priorizou duas vertentes: a visão recomendada ao Gestor Público, e a visão necessária ao Gestor Privado. Isto porque, embora o Viveiro Florestal da UFT, Campus Gurupi, seja uma instituição pública cuja missão prioriza o bem-estar social, a pesquisa científica e a extensão universitária, este estudo também incorpora uma perspectiva financeira, voltada à análise de custos, receitas e interações mercadológicas. Infere-se que essa abordagem se justifica pela crescente necessidade de as instituições públicas ampliarem sua autonomia financeira e gerarem receitas próprias, conforme preconiza o Artigo 207 da Constituição Federal, que garante às universidades e instituições de pesquisa autonomia administrativa e de gestão financeira (BRASIL, 1988). A metodologia empregada visa responder, via sistema rígido de simulação à pergunta: e se fosse um investimento privado, seria viável?

Ou seja, os dados foram coletados e trabalhados para atender a um sistema de análise dual: público (socioeconômica) e privado.

O Quadro 1 demonstra as diferenças entre as perspectivas financeira e socioeconômica, de acordo com o interesse do tomador de decisão:

Quadro 1 - Principais diferenças entre a Avaliação Socioeconômica e a Avaliação Financeira/Privada.

Avaliação Socioeconômica	Avaliação Financeira/Privada
Foco: Considera custos e benefícios para o bem-estar da sociedade como um todo	Foco: Considera custos e receitas para o empreendedor (seja governo ou privado)
Análise: Estima custos e benefícios para a sociedade como um todo (incluindo externalidades ambientais e sociais) a preços sociais Estima o custo de oportunidade social Exclui custos afundados, depreciação e encargos financeiros Aplica a Taxa Social de Desconto - TSD	Análise: Reflete custos e receitas transacionadas no projeto (incluindo impostos, subsídios, aportes, contraprestações) a preços de mercado Inclui encargos financeiros, custos afundados e depreciação Aplica o Custo Médio Ponderado do Capital – CMPC (ou WACC)
Indicadores: Taxa de Retorno Econômica – TRE	Indicadores: Taxa Interna de Retorno – TIR

Valor Social Presente Líquido Comparativo - $\Delta VSPL$ Índice Benefício-Custo – B/C	Valor Presente Líquido - VPL
Critério de Investimento: $\Delta VSPL > 0$ $TRE > TSD$	Critério de Investimento: $VPL > 0$ $TIR > CMPC$

Fonte: Guia Geral de análise socioeconômica de custo-benefício de projetos de investimento em infraestrutura (BRASIL, 2021).

Diante dessa distinção metodológica, torna-se necessária a aplicação de ambos os conjuntos de indicadores socioeconômicos e financeiros à produção de mudas nativas do Cerrado no viveiro da UFT, Campus Gurupi. Portanto, essa abordagem permite não apenas avaliar a atratividade comercial do empreendimento (viabilidade financeira), mas também mensurar seu retorno social e ambiental (viabilidade socioeconômica), oferecendo uma visão integrada e robusta para a tomada de decisão no contexto de uma instituição pública de ensino e pesquisa.

4.4 Taxa de Retorno Econômica

Para o cálculo, a fórmula utilizada foi (1):

$$\sum_{t=0}^T \frac{BLt}{(1+TSD)^t} + \frac{VR}{(1+TSD)^T} = \text{zero} \quad (1)$$

Em que:

BLt = fluxo de benefícios econômicos líquidos do projeto no período t ;

t = índice do ano analisado;

T = último ano do período analisado (de 0 a T);

TSD = Taxa Social de Desconto;

VR = Valor Residual do Investimento.

4.5 Valor Presente Líquido Econômico (VPLE)

Segue a fórmula utilizada (2):

$$\sum_{t=0}^T \frac{BLt}{(1+TSD)^t} + \frac{VR}{(1+TSD)^T} \quad (2)$$

Em que:

BL_t = fluxo de benefícios econômicos líquidos do projeto no período t ;

t = índice do ano analisado;

T = último ano do período analisado (de 0 a T);

TSD = Taxa Social de Desconto;

VR = Valor Residual do Investimento.

4.6 Índice Benefício Custo (IBC)

No contexto deste estudo, a aplicação do IBC permitiu avaliar se a produção de mudas nativas do Cerrado no Viveiro Florestal da UFT (CeMAF), Campus Gurupi, gera valor líquido positivo para a sociedade, considerando tanto os retornos diretos quanto as externalidades ambientais e sociais associadas à atividade. A fórmula aplicada foi (3):

$$B / C = \frac{\sum_{t=0}^T \frac{B_t}{(1+TSD)^t}}{\sum_{t=0}^T \frac{C_t}{(1+TSD)^t}} \quad (3)$$

Em que:

B_t = Benefício no tempo t

C_t = Custo no tempo t

TSD = Taxa Social de Desconto

t = Período considerado

4.7 Taxa Interna de Retorno Financeiro (TIRF)

A TIRF é calculada pela seguinte expressão (4):

$$\sum_{i=1}^n \frac{FC_i}{(1+TIR)^i} - Investimento\ inicial = 0 \quad (4)$$

Em que:

FC_i = fluxos de caixa do período

i = período de cada investimento

n = período final do investimento

4.8 Payback

O cálculo pode ser realizado de duas formas:

Payback simples: determina o tempo de retorno sem considerar o valor do dinheiro no tempo. Aplica-se quando os fluxos de caixa são constantes, por meio da fórmula (5):

$$\text{Payback simples} = \frac{\text{Investimento inicial}}{\text{Fluxo de caixa anual médio}} \quad (5)$$

Payback descontado: incorpora o valor do dinheiro no tempo ao descontar os fluxos de caixa futuros por uma taxa de desconto. O cálculo exige a soma dos fluxos descontados até que se igualem ao investimento inicial, podendo incluir interpolação para períodos fracionários, conforme expresso por (6):

$$\text{Payback Descontado} = t + \frac{\text{Valor a recuperar no ano } t}{\text{Valor presente de fluxo no ano } t+1} \quad (6)$$

Em que:

t : representa o último ano completo antes da recuperação total do investimento.

No *Payback* Descontado é exigido que se desconte todos os fluxos de caixa ao valor presente; some os valores até que o investimento inicial seja recuperado; interpole, quando necessário, o valor fracionário do ano.

4.9 O Modelo de Cinco Dimensões (M5D)

A aplicação do M5D à produção de mudas nativas do Cerrado tem como objetivo estruturar e uniformizar as etapas de concepção, análise e tomada de decisão, assegurando que todas as dimensões relevantes (estratégica, econômica, comercial, financeira e gerencial) sejam criteriosamente avaliadas. A utilização de *templates* padronizados permite responder a perguntas-chave de forma sistemática, garantindo consistência e robustez na preparação, contratação e execução do empreendimento. Dessa forma, o modelo demonstrado no Quadro 2, não só complementa as análises econômico-financeiras tradicionais, mas também integra

aspectos de governança e sustentabilidade, contribuindo para uma avaliação mais completa e alinhada às melhores práticas de gestão pública e privada.

Quadro 2 - Visão Geral do Modelo de Cinco Dimensões.

Dimensão Estratégica	<i>Apresenta a justificativa racional para a intervenção, identificando o problema a ser endereçado e descrevendo como se relaciona com políticas e estratégias mais amplas. Estabelece o escopo e os limites do projeto, seus objetivos, resume os riscos e oportunidades socioambientais e identifica os principais resultados esperados. Deve claramente expressar a “necessidade estratégica” do projeto</i>	
	Pergunta Principal:	O projeto é estrategicamente necessário?
	O que a proposta de investimento deve demonstrar:	Contribui para alcance de metas e objetivos de política pública? Existe uma justificativa clara para o projeto?
Dimensão Econômica	<i>Demonstra que uma ampla gama de opções foi considerada para a solução do problema e que foi selecionada a melhor alternativa utilizando-se a análise de custo-benefício, na qual os impactos socioeconômicos e ambientais positivos e negativos são elencados e, sempre que possível, também monetizados para uma lista curta de soluções ao problema identificado.</i>	
	Pergunta principal:	O projeto otimiza o retorno socioeconômico?
	O que a proposta de investimento deve demonstrar:	Foi considerado um rol adequado de alternativas? O projeto apresenta a melhor relação entre custos, benefícios e riscos?
Dimensão Comercial	<i>Demonstra que o projeto é viável do ponto de vista comercial. Avalia as possibilidades e estabelece a estrutura contratual proposta, a alocação de riscos e a estratégia de licitação.</i>	
	Pergunta principal:	O projeto é comercialmente viável?
	O que a proposta de investimento deve demonstrar?	Existem fornecedores dispostos a atender às especificações? O modelo contratual permite uma contratação vantajosa para o poder público?
Dimensão Financeira	<i>Apresenta a equação financeira do projeto, demonstrando que os custos de investimento e operacionais são financiáveis com os recursos do projeto (receitas e subsídios), e que foram reservados recursos adequados para contingências. Avalia a viabilidade financeira do projeto em termos gerais, bem como no fluxo de receitas e despesas estimadas ao longo do ciclo de vida do projeto</i>	
	Pergunta principal:	O projeto é financiável?

	O que a proposta de investimento deve demonstrar?	Os custos do projeto são realistas e financiáveis? Estão disponíveis fontes adequadas de recursos?
Dimensão Gerencial	<i>Descreve a instituição e a equipe responsável pelo projeto, demonstrando que dispõe das qualificações e experiência necessárias. Demonstra a adequação da governança do projeto, e apresenta planos para entrega, gerenciamento de riscos, partes interessadas e realização de benefícios.</i>	
	Pergunta principal:	O projeto é exequível?
	O que a proposta de investimento deve demonstrar?	A unidade responsável tem capacidade para entregar o projeto? Há sistemas e processos robustos em vigor?

Fonte: IPA (2020).

4.10 Espécies do cerrado observadas no estudo

A Tabela 1 mostra as espécies selecionadas para o estudo, que compreendem apenas aquelas oriundas do Viveiro Florestal (CeMAF) da Universidade Federal do Tocantins/Campus Gurupi, nativas do cerrado e em boas condições de plantio, ou seja, aptas a sobreviverem fora do ambiente controlado.

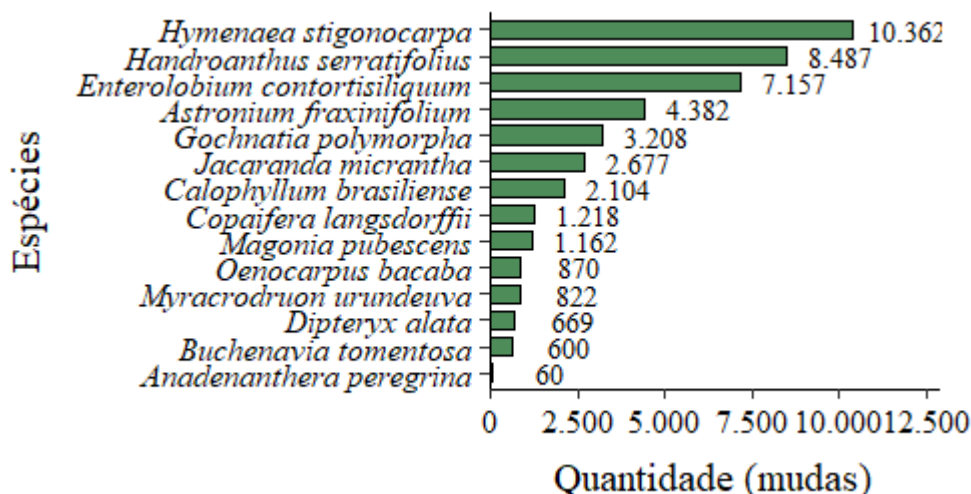
Tabela 1 - Espécies utilizadas no levantamento econômico e financeiro.

NOME POPULAR	NOME CIENTÍFICO	QUANTIDADE
Angico	<i>Anadenanthera peregrina</i>	60
Mirindiba	<i>Buchenavia tomentosa</i>	600
Baru	<i>Dipteryx alata</i>	669
Aroeira	<i>Myracrodruon urundeuva</i>	822
Bacaba	<i>Oenocarpus bacaba</i>	870
Tingui	<i>Magonia pubescens</i>	1.162
Copaíba	<i>Copaifera langsdorffii</i>	1.218
Guanandi/Cedro Maria	<i>Calophyllum brasiliense Cambess</i>	2.104
Caroba roxa	<i>Jacaranda micrantha</i>	2.677
	<i>Gochnatia polymorpha (Less.)</i>	
Candeia	<i>Cabrera</i>	3.208
Gonçalo Alves	<i>Astronium fraxinifolium Schott</i>	4.382
	<i>Enterolobium contortisiliquum (Vell.)</i>	
Tamboril	<i>Morong</i>	7.157
	<i>Handroanthus serratifolius (Vahl) S.</i>	
Ipê Amarelo	<i>Grose</i>	8.487
Jatobá-do-cerrado	<i>Hymenaea stigonocarpa</i>	10.362
	TOTAL	43.778

Fonte: Autor, (2026).

Na figura 3, a distância numérica entre quantidade de mudas, por espécie, é mais evidente:

Figura 3 - Quantidade de mudas por espécie.



Fonte: Autor, (2026).

Após coletar os dados expostos na tabela 1, partiu-se para a segunda etapa: levantar os preços praticados no mercado para aquisição das sementes, bem como o investimento em mão de obra, insumos e materiais, além de toda a infraestrutura necessária para colocar em funcionamento um viveiro florestal. Neste caso específico, restringindo-se aos dados econômicos ligados à produção de mudas do cerrado.

4.11 Preço médio das sementes para a produção de mudas do Cerrado

Ao iniciar a coleta de preços dos fornecedores de sementes, percebeu-se que havia muita disparidade em relação aos valores praticados no mercado. O que levou à necessidade de pesquisar três vendedores e realizar a Média Aritmética Simples de Preços de Mercado (MASP) entre eles.

A quantidade de sementes foi dimensionada de acordo com a taxa de germinação, ou seja, investiu-se estimando as perdas que ocorrem entre o plantio, germinação e crescimento, até que as mudas estejam aptas ao plantio, seguindo a fórmula (7):

$$\text{Sementes necessárias} = \frac{\text{Meta de produção de mudas}}{\text{Taxa de germinação}/100} \quad (7)$$

Exemplo: para produzir 60 mudas de *Anadenanthera peregrina* (L.) Speg, estimando-se uma taxa de germinação de 55%, deve-se plantar 109 sementes.

A tabela 2 traz os dados considerados para chegar à cotação de preço das sementes, já aplicada a fórmula (7):

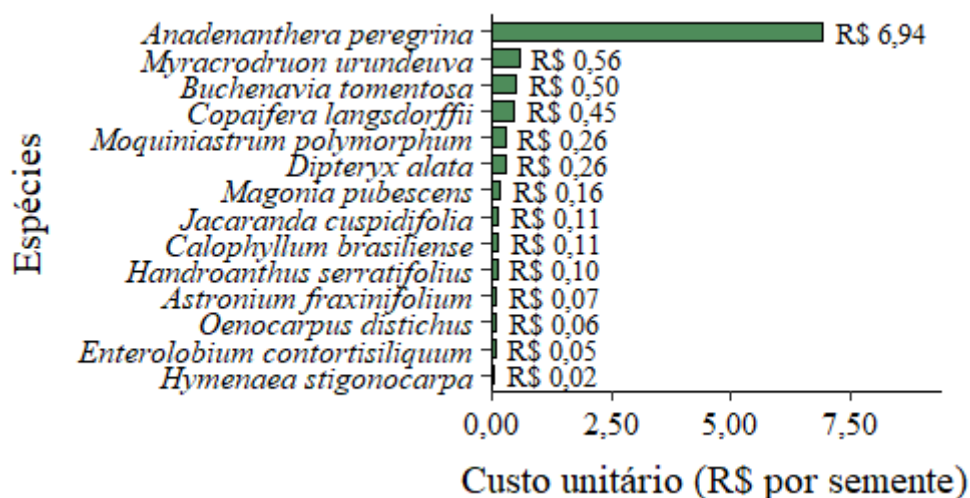
Tabela 2 - Cotação de preço das sementes.

Nome científico	Mudas produzidas (unidades)	Sementes plantadas (unidades)	Custo unitário (R\$ /semente)	Total (R\$)
<i>Anadenanthera peregrina</i> (L.) Speg.	60	109	6,944667	756,968703
<i>Buchenavia tomentosa</i>	600	1.000	0,501400	501,40
<i>Dipteryx alata</i> Vogel	669	704	0,259477	182,671808
<i>Myracrodruon urundeuva</i>	822	913	0,558796	510,180748
<i>Oenocarpus distichus</i> Mart.	870	1.243	0,064414	80,066602
<i>Magonia pubescens</i>	1.162	1.210	0,163365	197,67165
<i>Copaifera langsdorffii</i>	1.218	1.353	0,451346	610,671138
<i>Calophyllum brasiliense</i> Cambess.	2.104	3.507	0,114068	400,036476
<i>Jacaranda cuspidifolia</i> Mart.	2.677	3.187	0,106197	338,449839
<i>Moquiniastrum polymorphum</i> (Less.) G. Sancho	3.208	3.774	0,264963	999,970362
<i>Astronium fraxinifolium</i> Schott	4.382	5.478	0,0739	404,8242
<i>Enterolobium contortisiliquum</i> (Vell.) Morong	7.157	7.952	0,049139	390,753328
<i>Handroanthus serratifolius</i> (Vahl) S. Grose.	8.487	10.609	0,095777	1.016,098193
<i>Hymenaea stigonocarpa</i> Mart. Ex Hayne	10.362	34.540	0,023131	798,94474
TOTAL	43.778	75.579	---	7.188,70

Fonte: Autor, (2026).

A figura 4 ilustra o preço de sementes por espécie, novamente demonstrando a expressiva distância entre os preços, mesmo sendo todas as espécies nativas do cerrado.

Figura 4 - Preços de sementes por espécies.



Fonte: Autor, (2026).

4.12 CAPEX

O CAPEX (investimento inicial) foi estruturado da seguinte forma:

- Infraestrutura física e irrigação (R\$ 48.849,20);
- Bens duráveis reutilizáveis (R\$ 60.366,42);
- Ferramentas manuais e equipamentos de apoio (R\$ 3.180,00);
- Valor total do CAPEX (R\$ 112.395,62).

Aos itens cuja vida útil e taxa de depreciação estão padronizados pela Receita Federal do Brasil (Anexo III da IN RFB nº 1.700/2017, com alterações da IN RFB 1.881/2019), aplicou-se os valores no referido documento estabelecidos. Àqueles não contemplados na padronização federal, a estimativa seguiu julgamento técnico, embasado em manuais de instrução e nas condições de uso observadas no viveiro, mantendo-se, em ambos os casos, o método de depreciação linear (8):

$$\text{Depreciação mensal} = \frac{\text{Custo de aquisição}}{\text{Vida útil (anos)} \times 12} \quad (8)$$

Na tabela 3, são apresentados os investimentos iniciais (CAPEX), na infraestrutura física e irrigação:

Tabela 3 - Infraestrutura física e irrigação (CAPEX).

Item	Tipo	Vida útil (anos)	Custo de Aquisição (R\$)	Depreciação mensal (R\$)
Tela de sombreamento (preta)	Fixo	10	2.878,20	23,99
Bomba d'água	Móvel	10	1.827,00	15,23
Caixa d'água 3.000 L	Fixo	10	2.300,00	19,17
Caixa d'água 5.000 L	Fixo	10	2.890,00	24,08
Caixa d'água 5,000 L (2)	Fixo	10	2.890,00	24,08
Caixa d'água 5,000 L (3)	Fixo	10	2.890,00	24,08
Válvulas solenóides	Fixo	10	1.680,00	14,00
Bancadas metálicas para bandejas/tubetes	Fixo	10	30.345,00	252,88
Aspersores	Fixo	10	429,00	3,58
Tubulações	Fixo	10	522,00	4,35
Mangueiras	Fixo	10	198,00	1,65
TOTAL			48.849,20	407,09

Fonte: Autor, (2026).

Os bens reutilizáveis também fazem parte do CAPEX, conforme demonstrado na tabela 4:

Tabela 4 - Bens reutilizáveis (CAPEX).

Item	Unidade	Quantidade	Preço unitário (R\$/unidade) (MASP)	Custo de Aquisição (R\$)	Vida útil (anos)	Depreciação anual (R\$)
Tubetes de 230 cm ³	Unidade	75.579	0,3133	23.681,42	5	4.736,28
Bandejas de 54 células (com borda)	Unidade	1.450	25,3000	36.685,00	5	7.337,00
TOTAL					60.366,42	12.073,28

Fonte: Autor, (2026).

Outros itens importantes na composição do CAPEX são as ferramentas manuais, assim como os equipamentos de apoio, discriminados na tabela 5:

Tabela 5 - Ferramentas manuais e equipamentos de apoio (CAPEX).

Item	Vida útil (anos)	Quantidade	Preço unitário (R\$)	Preço total (R\$)	Depreciação anual (R\$)
Carrinho de mão	5	3	450,00	1.350,00	270,00
Pá quadrada	5	2	80,00	160,00	32,00

Pá pontiaguda	5	2	85,00	170,00	34,00
Enxada	5	3	70,00	210,00	42,00
Ancinho	5	2	60,00	120,00	24,00
Regador	3	4	35,00	140,00	46,67
Balde plástico	3	6	25,00	150,00	50,00
Tesoura de poda	4	2	95,00	190,00	47,50
Facão	4	2	50,00	100,00	25,00
Pulverizador manual (5L)	4	2	120,00	240,00	60,00
Luvas de proteção (par)	1	6	15,00	90,00	90,00
Óculos de segurança e máscara (kit)	2	2	50,00	100,00	50,00
Trena (5 – 10m)	5	2	30,00	60,00	12,00
Estacas de marcação	3	50	2,00	100,00	33,33
TOTAL				3.180,00	816,50

Fonte: Autor, (2026).

4.13 OPEX

Os Custos Operacionais (OPEX), no cenário-base anual foram assim estruturados:

- Mão de obra: duas posições remuneradas em R\$ 2.253,35 por mês cada. Ou seja, $R\$ 2.253,35/\text{mês} \times 2 \times 12 = R\$ 54.080,40/\text{ano}$;
- Energia elétrica: estimativa de aproximadamente 2 kWh por dia para a bomba, mais impostos e taxas = R\$ 970,32/ano;
- Substrato (insumo consumível): $R\$ 1,053333/\text{kg} \times 5.215 \text{ kg} = R\$ 5.493,13/\text{ano}$;
- Água: proveniente de poço artesiano, com custo já embutido no item eletricidade.

Assim, o OPEX totalizou R\$ 60.543,85/ano, distribuídos entre mão de obra (R\$ 54.080,40), energia elétrica (R\$ 970,32) e substrato (R\$ 5.493,13).

É importante evidenciar que as sementes, por se tratar de insumo consumível, também integram o OPEX. Contudo, não estão listadas acima porque são tratadas como custo variável diretamente atribuído ao ciclo de produção e refletidas no custo unitário da muda e nas análises

de sensibilidade. Para o ciclo anual em análise (2024–2025), o gasto efetivo com sementes foi de R\$ 7.188,70.

4.14 Premissas para o cálculo da receita estimada

Para a projeção de receita adotou-se o preço unitário de R\$ 5,00 por muda, valor alinhado com a média de mercado regional para espécies nativas do Cerrado em estado comercializável, independentemente da espécie. Considerou-se a venda integral do estoque atual de 43.778 mudas em um ciclo anual, pressupondo que a demanda regional possui capacidade de absorção compatível com esse volume.

Visando testar a robustez financeira do empreendimento frente a oscilações de mercado, a análise de sensibilidade foi estruturada em três cenários adversos:

- a) Risco de volume: redução nas vendas para 90% (≈ 39.400 mudas) e 80% (≈ 35.000 mudas) do volume de referência;
- b) Risco de preço: queda de 20% no valor unitário, fixando-se o preço em R\$ 4,00 por muda;
- c) Risco combinado: aplicação simultânea das reduções de 20% no preço e no volume.

Denota-se que essas premissas, integradas ao modelo de fluxo de caixa que contempla os custos operacionais (OPEX) e os investimentos em ativos fixos (CAPEX), permitiram gerar projeções financeiras consistentes. Os resultados quantitativos, incluindo receitas projetadas e indicadores de viabilidade, são detalhados na Seção 2: Resultados e Análise.

4.15 Premissas para o cálculo do Ponto de Equilíbrio

O ponto de equilíbrio econômico foi adotado, definido como aquele em que o $VPL = 0$. Isto levando em conta o horizonte de cinco anos e a taxa de desconto (TMA real) do cenário-base (8% ao ano). Desse modo, estimou-se o preço unitário mínimo e o volume mínimo de vendas necessárias para preservar o $VPL \geq 0$. Não foi calculado ponto de equilíbrio contábil/operacional (receita = custos). Também não foi calculado o ponto de equilíbrio financeiro (fluxo de caixa = 0). Isto porque o critério decisório adotado foi baseado em valor presente.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Receita bruta anual (cenário-base)

Na tabela 6, são apresentados os resultados referentes a Receita Bruta Anual para o cenário-base, assumindo vendas a R\$ 5,00 por muda.

Tabela 6 - Receita Bruta Anual (Cenário-base).

Nome científico	Quantidade vendida	Preço unitário (R\$)	Receita (R\$)
<i>Anadenanthera peregrina</i> (L.) Speg.	60	5,00	300,00
<i>Buchenavia tomentosa</i>	600	5,00	3.000,00
<i>Dipteryx alata</i> Vogel	669	5,00	3.345,00
<i>Myracrodruon urundeuva</i>	822	5,00	4.110,00
<i>Oenocarpus distichus</i> Mart.	870	5,00	4.350,00
<i>Magonia pubescens</i>	1.162	5,00	5.810,00
<i>Copaifera langsdorffii</i>	1.218	5,00	6.090,00
<i>Calophyllum brasiliense</i> Cambess.	2.104	5,00	10.520,00
<i>Jacaranda cuspidifolia</i> Mart.	2.677	5,00	13.385,00
<i>Moquiniastrum polymorphum</i> (Less.) G. Sancho	3.208	5,00	16.040,00
<i>Astronium fraxinifolium</i> Schott	4.382	5,00	21.910,00
<i>Enterolobium contortisiliquum</i> (Vell.) Morong	7.157	5,00	35.785,00
<i>Handroanthus serratifolius</i> (Vahl) S. Grose.	8.487	5,00	42.435,00
<i>Hymenaea stigonocarpa</i> Mart. Ex Hayne	10.362	5,00	51.810,00
Total	43.778	5,00	218.890,00

Fonte: Autor, (2026).

A receita bruta anual do Viveiro Florestal CeMAF foi calculada considerando o produto entre o número de mudas comercializadas e o preço médio de venda por unidade. Metodologia já consolidada durante a análise de projetos florestais (REZENDE; OLIVEIRA, 2013). Assim, a venda de 43.778 mudas de 14 espécies nativas do Cerrado, ao preço unitário de R\$ 5,00, gerou um total estimado de R\$ 218.890,00 (tabela 6).

Observa-se concentração da receita em poucas espécies: *Hymenaea stigonocarpa*, *Handroanthus serratifolius*, *Enterolobium contortisiliquum* e *Astronium fraxinifolium* responderam por R\$ 151.940,00 (69,4% do total). Tal concentração de receita denuncia uma vulnerabilidade no portfólio: 69,4% da receita proveniente de apenas 28,5% do

mix de espécies. Ou seja, caso ocorram quebras de safra ou pragas direcionadas a essas matrizes, iniciativas de restauração do cerrado podem ser comprometidas. E, de quebra, compromete também um modelo de negócio florestal direcionado à produção de espécies nativas do cerrado.

A discrepância entre a marginalidade comercial e o sucesso biológico é exemplificada pelo Angico-Vermelho (*Anadenanthera peregrina*). Dados de Fernandes et al. (2018) mostram a robustez da espécie, que atinge 96% de germinação em até 10 dias. No entanto, tal eficiência biológica traduz-se em apenas R\$ 300,00 de receita anual (tabela 6). Ou seja, em termos mercadológicos, ficaria evidenciado uma falha de mercado na valoração de espécies pioneiras.

Por outro lado, espécies como *Anadenanthera peregrina*, *Buchenavia tomentosa* e *Dipteryx alata* apresentaram contribuição inferior a R\$ 4.000,00 cada, reflexo de baixas quantidades produzidas no ciclo analisado.

Apesar disso, a receita total projetada mostra-se expressiva e alinhada com o potencial econômico da produção de mudas nativas, atividade que tem ganhado relevância devido à crescente demanda por restauração ecológica e compensação ambiental.

Para ciclos produtivos futuros, recomenda-se um estudo de demanda de mercado regional e nacional, a fim de ajustar as espécies e otimizar a alocação de recursos. A ampliação da produção de espécies sub-representadas, porém com valor ecológico e mercadológico reconhecido, pode contribuir para diversificar a receita e atender a nichos específicos de restauração. Adicionalmente, a consolidação de parcerias com o setor privado, motivadas por exigências legais e critérios ESG (*Environmental, Social, Governance*), representa uma oportunidade estratégica para escalonar a produção e garantir comercialização estável (BERGMAN et al., 2020).

5.2 Estrutura de custos anual

A precisão na precificação de estruturas produtivas é estratégica para a longevidade do empreendimento. Neste sentido, a adoção do custeio por absorção justifica-se pela natureza do Viveiro Florestal CeMAF, conforme Vasconcelos et al. (2012), uma vez que a margem operacional elevada (72,3%) absorve imprecisões de rateio sem comprometer a integridade da precificação final.

A estrutura de custos operacionais (OPEX) revela uma operação centrada em capital humano, conforme detalha a tabela 7:

Tabela 7 - Desembolso de Caixa Anual (OPEX).

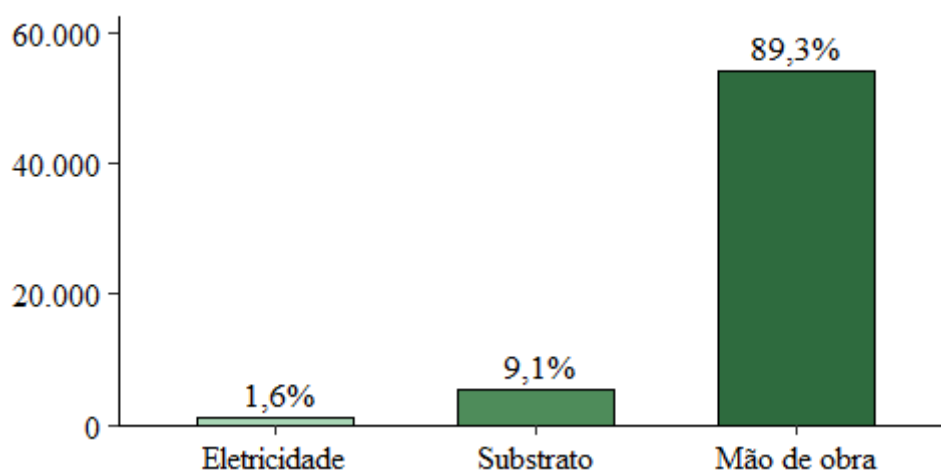
Categoria	Valor anual (R\$)	Participação (%)
Mão de obra (2 funcionários)	54.080,40	89,3
Substrato (5.215 kg + 5% de perdas)	5.493,13	9,1
Eletricidade (bomba, iluminação)	970,32	1,6
Água de poço (custo marginal $\pm$ 0)	-	-
Total OPEX	60.543,85	100

Fonte: Autor, (2026).

A estrutura de custos operacionais anuais (OPEX) do viveiro, apresentada na tabela 7, totalizou R\$ 60.543,85, com a seguinte composição percentual: mão de obra (89,3%), substrato (9,1%) e energia elétrica (1,6%). A água, proveniente de poço artesiano, não representou desembolso financeiro significativo no período analisado.

Na figura 5, encontra-se evidenciado a contribuição de cada componente do OPEX (ano-base).

Figura 5 - Contribuição relativa de cada componente do OPEX (ano-base).



Fonte: Autor, (2026).

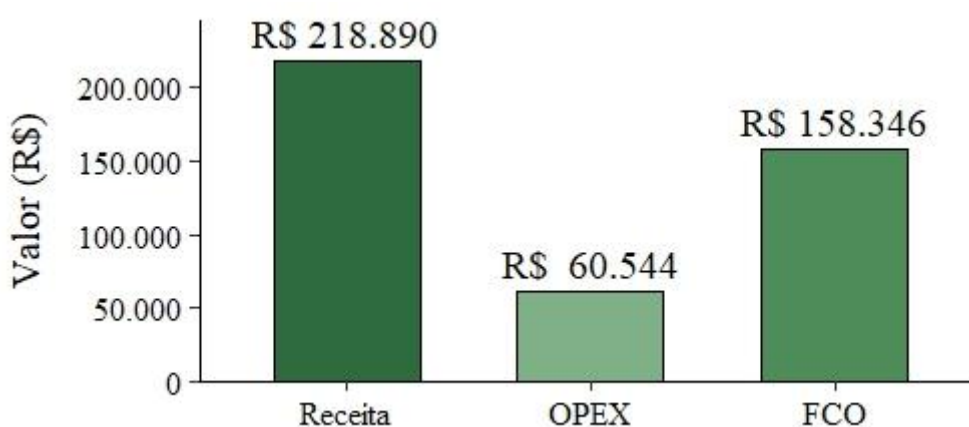
A predominância da mão de obra nos custos operacionais (89,3%) reflete a natureza intensiva em trabalho das etapas de semeadura, repicagem e manejo das mudas. Já a participação reduzida dos insumos materiais e da energia, que somaram apenas 10,7% do total, sugere uma operação com boa eficiência no uso de recursos não trabalhistas, conferindo maior estabilidade financeira frente a oscilações de preços de materiais. Essa composição de custos

reforça a importância do planejamento da força de trabalho e da produtividade operacional para a sustentabilidade econômica de viveiros florestais.

5.3 Margem operacional

Verificou-se, com base na receita bruta anual de R\$ 218.890,00 e nos custos operacionais (OPEX) de R\$ 60.543,85, um Fluxo de Caixa Operacional (FCO) de R\$ 158.346,15 para o cenário-base, conforme demonstra a figura 6:

Figura 6 - Receita bruta anual, OPEX e FCO (Cenário-base).



Fonte: o Autor (2026)

O FCO resultante corresponde a uma margem operacional de 72,3%, indicando que, para cada real de receita, aproximadamente R\$ 0,72 são convertidos em caixa gerado pelas operações após o pagamento dos custos variáveis e fixos diretos. Margens operacionais elevadas como esta são características de empreendimentos florestais bem estruturados e com boa eficiência produtiva, conferindo robustez financeira e capacidade de absorção de choques de custos ou receita (HOJI, 2018). Assim, esse indicador é fundamental para avaliar a sustentabilidade econômica de curto prazo do viveiro, sendo um parâmetro-chave para a gestão financeira e para a análise de viabilidade (BRASIL, 2021). Além disso, Luchian (2025) reforça que a análise do fluxo de caixa é um pilar fundamental da gestão financeira, já que fornece insights essenciais sobre a liquidez, a estabilidade financeira e o desempenho geral de uma entidade.

5.4 Fluxo de Caixa projetado para cinco anos

Na tabela 8, são apresentados os resultados referentes as projeções do fluxo de caixa livre e cálculo do Valor Presente Líquido (VPL) para um horizonte de cinco anos (taxa de desconto de 8% a.a.).

Tabela 8 - Projeção do fluxo de caixa livre e cálculo do Valor Presente Líquido (VPL) para um horizonte de cinco anos (taxa de desconto de 8% a.a.).

Ano	Fluxo de Caixa Operacional (FCO)	Fluxo de Caixa Extraordinário	Fluxo de Caixa Livre	Fluxo de Caixa Descontado (%)	Acumulado (VPL)
0	-	-130.528,82	-130.528,82	-130.528,82	-130.528,82
1	158.346,15	-	158.346,15	146.616,81	16.087,99
2	158.346,15	-	158.346,15	135.756,30	151.844,29
3	158.346,15	-	158.346,15	125.700,28	277.544,57
4	158.346,15	-	158.346,15	116.389,15	393.933,71
5	158.346,15	+ 10.944,50	169.290,65	115.216,37	509.150,09

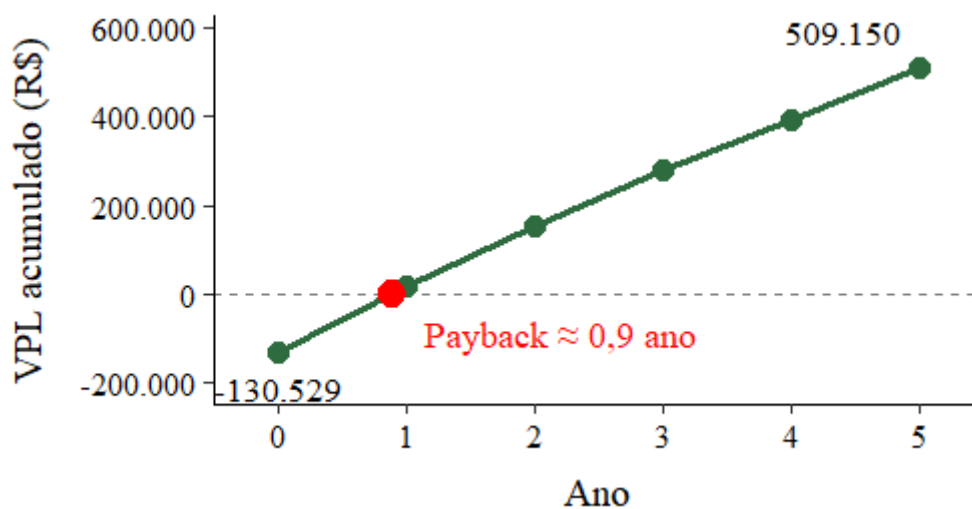
Nota: o CAPEX aqui reportado (R\$ 119.584,32) corresponde à aquisição de ativos fixos (R\$ 112.395,62) mais o estoque inicial de sementes (R\$ 7.188,70). A partir do segundo ciclo produtivo, a despesa com sementes passa a ser classificada como OPEX. Fonte: Autor, (2026).

O Capital de Giro (R\$ 10.944,50), corresponde a 5% da Receita Bruta.

Por sua vez, a projeção do fluxo de caixa demonstrou a geração de um Fluxo de Caixa Operacional (FCO) anual constante de R\$ 158.346,15, resultante da diferença entre a receita bruta (R\$ 218.890,00) e os custos operacionais (R\$ 60.543,85), conforme exposto na tabela 7. O investimento inicial totalizou R\$ 130.528,82, compreendendo o CAPEX e o capital de giro. Aplicando uma taxa de desconto de 8% ao ano, parâmetro alinhado com a Taxa Social de Desconto recomendada para avaliações de projetos públicos no Brasil (BRASIL, 2021), obteve-se um Valor Presente Líquido (VPL) final de R\$ 509.150,09. Assim, esse resultado positivo e substantivo confirma a atratividade econômica do empreendimento, indicando uma criação líquida de valor significativa ao longo do horizonte analisado (HOJI, 2018).

A trajetória do VPL acumulado evidencia uma recuperação do investimento ainda no primeiro ano de operação, com *payback* descontado inferior a 11 meses (ver Tabela 10). A estabilidade dos fluxos operacionais anuais, associada à baixa participação de custos variáveis na estrutura de OPEX, confere robustez ao modelo financeiro e reduz a sensibilidade do projeto a flutuações de curto prazo, característica considerada vantajosa em análises de viabilidade de viveiros florestais. A evolução do VPL, levando em conta o cenário-base é ilustrada na figura 7:

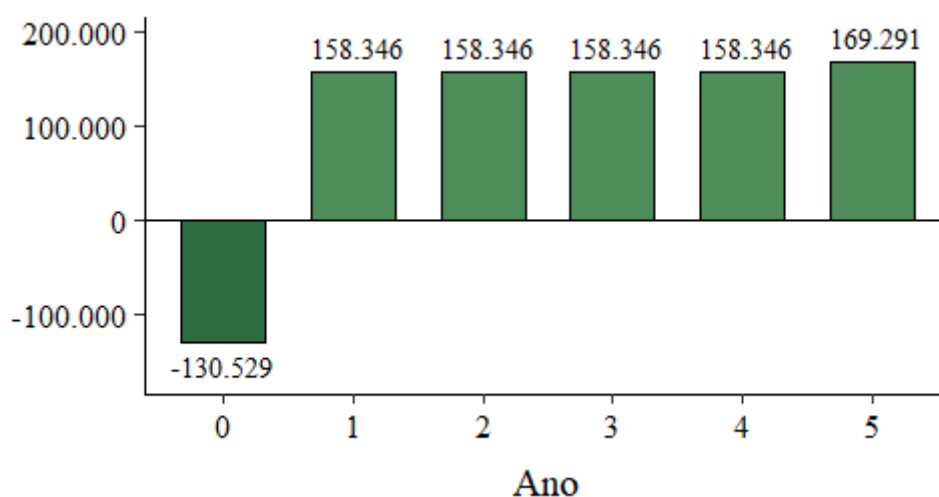
Figura 7 - *Payback* descontado e evolução acumulada do VPL no cenário-base.



Fonte: o Autor (2026).

A projeção do Fluxo de Caixa Livre (FCL) evidencia um investimento inicial de R\$ 130.528,82, seguido por uma série de entradas anuais estáveis de R\$ 158.346,15 nos quatro primeiros anos (Tabela 8 e Figura 8):

Figura 8 - Fluxo de caixa livre por ano no cenário-base.



Fonte: o Autor (2026).

No quinto ano, observa-se um incremento para R\$ 169.290,65, associado à recuperação do capital de giro (5% da receita), somado à entrada de caixa anual. A estabilidade dos fluxos a partir do primeiro ano operacional reflete uma rápida consolidação da capacidade produtiva e

uma baixa sazonalidade na geração de caixa, características positivas que reduzem o risco do empreendimento e favorecem seu planejamento financeiro de longo prazo.

Deste modo, esse perfil de fluxo com desembolso concentrado no ano zero e receitas constantes e previsíveis é típico de investimentos em infraestrutura produtiva, como viveiros florestais, onde o retorno depende fundamentalmente da escala e da eficiência operacional alcançada após a implantação. A consistência dos valores anuais fortalece a confiabilidade das projeções e facilita a aplicação de métodos de avaliação econômica, como o VPL e a TIR, fornecendo uma base sólida para a análise de viabilidade (HOJI, 2018).

5.5 Desempenho econômico (perspectiva social)

Na tabela 9, encontram-se apresentados indicadores econômicos calculados na perspectiva social.

Tabela 9 - Indicadores de desempenho econômico (perspectiva social).		
Indicador	Valor	Interpretação
Δ VSPL (VPLE, TSD = 8% a-1)	R\$ 509.150,09	Alto Valor presente líquido econômico. Ou seja, o viveiro gera riqueza social, sem monetizar externalidades.
TRE	Aproximadamente 119 % a-1	Alto retorno econômico. Muito superior à taxa social de desconto de 8%, indicando que o projeto, do ponto de vista social, é atraente.

Nota: Δ VSPL foi calculado com fatores de conversão fixados em 1 (FCS = 1) e sem valorar externalidades (efeitos negativos ou positivos do projeto sobre a sociedade). Fonte: Autor, (2026).

A análise socioeconômica, fundamentada nos indicadores Δ VSPL (Variação do Valor Social Presente Líquido) e TRE (Taxa de Retorno Econômica), revela um desempenho excepcional do projeto do viveiro florestal. O Δ VSPL de R\$ 509.150,09 (TSD = 8% a.a.) demonstra que a atividade gera um expressivo benefício social líquido, mesmo sem a monetização de externalidades ambientais positivas, como o sequestro de carbono e a conservação da biodiversidade. Deste modo, esse resultado sinaliza uma alocação eficiente de recursos públicos, pois o retorno social supera em larga escala o custo de oportunidade do capital (BRASIL, 2021; GUERRA et al., 2021).

A TRE de aproximadamente 119% ao ano confirma a alta atratividade social do investimento (Tabela 9). Um retorno tão elevado, que ultrapassa substancialmente a Taxa Social de Desconto, indica que o projeto é robusto e mantém sua viabilidade mesmo em cenários adversos, como reduções moderadas de preço ou aumentos de custo (EUROPEAN

COMISSION, 2014). Portanto, essa resiliência econômica é um atributo chave para fomentar parcerias público-privadas (PPPs), pois reduz o risco percebido por investidores e pode atrair capital privado para iniciativas de restauração florestal vinculadas a instituições públicas.

Do ponto de vista da gestão pública, um empreendimento com alta margem operacional e $\Delta VSPL$ elevado apresenta resiliência orçamentária, demandando menos subsídios recorrentes e liberando recursos para a ampliação de políticas de reflorestamento. Denota-se que, a sólida viabilidade econômica aqui demonstrada serve como base para a formulação de políticas industriais verdes, justificando incentivos fiscais ou créditos ambientais que possam acelerar a escala da cadeia produtiva de mudas nativas, sem criar dependência de subsídios permanentes.

Além da rentabilidade direta, a dimensão social dos projetos florestais inclui a geração de empregos e o fortalecimento de capacidades locais. Nesse contexto, Gonçalves (2019) observa que viveiros florestais inseridos em comunidades e em áreas de agricultura familiar proporcionam impactos relevantes, principalmente na potencialização do capital humano regional. Santos et al. (2013) acrescentam que essas atividades empreendedoras movimentam a economia e integram funções ecossistêmicas essenciais, gerando efeitos ambientais e sociais. Por fim, Uesugi et al. (2019) indicam que a adoção de materiais orgânicos alternativos no processo produtivo mitiga passivos ambientais, otimiza a rentabilidade ao reduzir a dependência de insumos externos onerosos, contribuindo assim para a saúde financeira e longevidade dos benefícios sociais projetados.

Em síntese, os indicadores socioeconômicos corroboram que o viveiro florestal estudado não apenas é financeiramente viável, mas também se configura como um investimento público de alto retorno social, fundamentando sua priorização em programas de restauração e potencial atração de investimentos complementares.

5.6 Indicadores de desempenho financeiro (perspectiva do viveiro florestal)

Na tabela 10, são apresentados indicadores econômicos calculados na perspectiva financeira.

Tabela 10 - Indicadores de desempenho financeiro do viveiro florestal (Taxa de Desconto = 8% a.a.).

Indicador	Valor (TSD = 8% a.a.)	Interpretação
VPL	R\$ 509.150,09	Geração líquida de caixa em termos reais = positivo, mostrando que o projeto é viável.
TIR	Aproximadamente 119 % a.a	TIR elevada em função da rápida recuperação de capital e da relação entre investimento inicial e fluxos anuais. Como o <i>payback</i> é

muito curto, a TIR tem uma tendência a superestimar a atratividade relativa. Assim, a interpretação decisória é sustentada principalmente por VPL, B/C, <i>payback</i> e análise de sensibilidade.		
Relação B/C	$\approx 4,9: 1$	Aproximadamente R\$ 4,90 retornam em valor presente para cada R\$ 1,00 investido.
<i>Payback</i> simples	≈ 0.82 ano ($\approx 9,9$ meses)	Investimento nominal recuperado ainda no primeiro ano.
<i>Payback</i> descontado	≈ 0.89 ano ($\approx 10,7$ meses)	Em valor presente, o investimento também é recuperado antes do fim do primeiro ano.

Fonte: Autor, (2026).

A análise financeira consolidada a partir dos indicadores apresentados na Tabela 10 confirma que a produção de mudas nativas no viveiro estudado configura-se como um empreendimento de elevada rentabilidade e baixo risco de liquidez. O Valor Presente Líquido (VPL) de R\$ 509.150,09 atesta a geração líquida de valor econômico, sendo o critério decisivo para aceitação de projetos de investimento (HOJI, 2018). A Taxa Interna de Retorno (TIR) de aproximadamente 119% ao ano supera expressivamente tanto o Custo Médio Ponderado de Capital (CMPC) de um investidor público (próximo de zero) quanto um CMPC privado hipotético da ordem de 12% a.a., demonstrando um excedente de retorno considerável e justificando a atratividade para diferentes perfis de investidor.

A Relação Benefício-Custo (B/C) de 4,9:1 evidencia alta eficiência na alocação de capital, com os benefícios superando os custos em quase cinco vezes em valor presente, parâmetro considerado excelente em avaliações de projetos de infraestrutura (BRASIL, 2021). Deste modo, complementarmente, os períodos de *payback* simples (9,9 meses) e descontado (10,7 meses) são extremamente curtos, indicando rápida recuperação do investimento inicial e reduzindo a exposição do projeto a riscos de longo prazo, uma característica valorizada em análises de viabilidade de negócios florestais.

Em conjunto, estes resultados demonstram que o viveiro apresenta sólida viabilidade financeira, com potencial para atrair tanto investimento de origem pública, focados no retorno social, quanto capital privado, orientado pela rentabilidade. A combinação de alta TIR, VPL positivo substancial e rápido retorno do capital consolida o empreendimento como uma iniciativa economicamente sustentável e estratégica para a cadeia de restauração florestal.

Em estudos semelhantes, os indicadores ficaram abaixo dos encontrados na tabela 10: Santos et al. (2013), ao analisar a produção de mudas do cerrado em Bom Jesus (PI), observaram TIR de 57,02%, VPL de R\$ 168.498,17, e *payback* em sete meses. Apesar da diferença entre

os indicadores, em função das características únicas de cada ambiente estudado, o estudo também confirmou a viabilidade econômica de viveiros de espécies nativas do cerrado.

Em um estudo sobre a viabilidade financeira na produção de mudas de teca, Paes et al. (2022), identificaram TIR de 32,86%, VPL de R\$ 99.590,84 e *payback* descontado de 2,65 anos, a uma TMA de 6,4% ao ano.

Gonçalves (2019), aplicando indicadores econômicos a um viveiro de mudas nativas, registrou VPL positivo de R\$ 327.416,48, mas alerta que reduções de receita e aumentos de custos podem comprometer o projeto.

Ou seja, a análise isolada dos indicadores financeiros apresentados pelo Viveiro Florestal CeMAF (UFT) já demonstra viabilidade sólida. E quando comparada com os estudos acima apontados, confirmam a ampla margem de segurança diante de cenários adversos.

5.7 Análise de sensibilidade

Nas tabelas 11 e 12, são apresentados a análise de sensibilidade em que destaca cenários que se afastam do caso-base.

Tabela 11 - Análise de sensibilidade do projeto a variações no preço de venda e no volume de produção (TMA = 8% a.a.).

Cenário	Receita Anual (R\$)	VPLs% (R\$)	TIR (% a.a.)	Variável
Base	218.890,00	509.150,09	119,11%	Cenário de referência
Preço -20 % (R\$ 4)	175.112,00	332.867,49	83,86%	Apenas redução de preço
Volume 90 %	197.001,00	421.008,79	101,64%	Queda moderada de demanda
Volume 80 %	175.112,00	332.867,49	83,86%	Queda acentuada de demanda
Preço -20 % + Volume 80 %	140.089,60	191.841,42	54,31%	Cenário combinado (mais adverso)

Fonte: Autor, (2026).

Tabela 12 - Sensibilidade do Valor Presente Líquido (VPL) a variações na Taxa de Desconto (TSD).

TSD (% a.a.)	VPL (R\$)
6 %	544.661,13
8 % (base)	509.150,09

10 %	476.523,34
12 %	446.483,82

Fonte: Autor, (2026).

As análises de sensibilidade, apresentadas nas tabelas 11 e 12, foram conduzidas para avaliar a viabilidade financeira do viveiro frente a incertezas de mercado e a diferentes pressupostos de avaliação. Os resultados demonstram uma notável resiliência do projeto mesmo em condições adversas.

Conforme a tabela 11, reduções isoladas de 20% no preço de venda (para R\$ 4,00) ou de 20% no volume de produção mantêm o projeto altamente viável, com VPLs superiores a R\$ 330 mil e TIRs próximas a 84% ao ano. No cenário combinado mais adverso, que simula uma contração simultânea de 20% em preço e volume, o projeto preserva um VPL positivo de R\$ 191.841,42 e uma TIR de 54,31% a.a., valores que ainda indicam atratividade econômica significativa. Esta robustez é atribuída, em parte, à estrutura de custos enxuta, onde o OPEX representa apenas 27,65% da receita no cenário-base, limitando o impacto de quedas na receita sobre a rentabilidade.

A sensibilidade em relação à taxa de desconto (Tabela 12) revela que a viabilidade é pouco sensível a ajustes neste parâmetro. Mesmo sob uma TSD elevada de 12% a.a. critério mais rigoroso, o VPL permanece expressivo (R\$ 446.483,82). A redução de apenas 12,3% no VPL quando a taxa salta de 8% para 12% a.a. indica uma ampla margem de segurança, sugerindo que o projeto manteria seu valor mesmo em ambientes econômicos com maior custo de capital (HOJI, 2018; BRASIL, 2021).

Em síntese, a análise de sensibilidade corrobora a solidez da viabilidade financeira do empreendimento. A manutenção de VPLs positivos e TIRs atrativas em todos os cenários testados, incluindo o mais pessimista, reduz substancialmente o risco percebido. Infere-se que fortalece o argumento para a atração de parcerias público-privadas, uma vez que o projeto oferece um retorno ajustado ao risco atraente mesmo sob premissas conservadoras, e fornece margens de segurança operacionais que permitem ao gestor absorver flutuações de mercado sem comprometer a sustentabilidade econômica do viveiro.

Os dados financeiros considerados na Análise de Sensibilidade corroboram a viabilidade econômica e financeira do projeto, o que pode ser apenas uma ilusão contábil, se ignorada a liquidez necessária para sustentar 89,3% dos custos de mão de obra durante ciclos de seca extrema. Importante salientar que o Atlas do Tocantins (2012), insere a localização do viveiro em Gurupi-TO em uma área de moderada deficiência hídrica no inverno.

Ou seja, caso haja perdas biológicas severas no primeiro ano de operação, o modelo de custos atual, por ser intensivo em pessoal, drena o capital de giro rapidamente. O que requer, para a sustentabilidade de longo prazo do projeto, mitigação de riscos climáticos, exigindo infraestrutura hídrica resiliente para garantir a manutenção dos fluxos projetados.

5.8 Análise do ponto de equilíbrio

A análise do ponto de equilíbrio econômico, realizado com base nos fluxos de caixa projetados e na taxa de desconto (TMA real) de 8% ao ano, revela os limites relacionados a preço e volume a partir dos quais o projeto atinge $VPL > 0$. Os cálculos indicam que o preço mínimo de venda necessário para que o Valor Presente Líquido (VPL) se iguale a zero é de R\$ 2,1117392285/muda. Obviamente um valor de cálculo (decimal fracionário) que ultrapassa as duas casas decimais estipuladas pela moeda corrente, convencionando-se o arredondamento para R\$ 2,11, cujo VPL, após 5 anos, seria de - R\$ 306,60. Se arredondamos para R\$ 2,12 (utilizando todos os critérios metodológicos expostos na Tabela 8), alcançamos um VPL de R\$ 1.456,22. Número já positivo, mas irrelevante em termos de despertar interesse de investidores, dado o elevado *payback*.

Ou seja, para estabelecer a fronteira do ponto de equilíbrio: qualquer preço/muda $\leq$ R\$ 2,11, deixa o VPL negativo; qualquer preço/muda $\geq$ R\$ 2,12, deixa o VPL positivo. O preço corrente no mercado (R\$ 5,00/muda) é 135,8% maior que os R\$ 2,12 necessários para operar com VPL positivo, demonstrando ampla margem de segurança em relação ao preço mínimo necessário para atingir a viabilidade econômica. O resultado demonstra ainda que o projeto suportaria uma drástica redução de, aproximadamente, 58% no preço de mercado antes de se tornar inviável do ponto de vista do valor presente, evidenciando robustez frente ao risco de queda nos preços (HOJI, 2018).

Por que importa saber o Ponto de Equilíbrio?

- a) Na ótica privada, essencial para que o investidor confira se a expectativa de receita, descontando-se os custos, traz lucro e, principalmente, em qual horizonte de tempo. Assim o investidor pode aferir, entre outras vantagens, se está aplicando o preço certo. No caso em tela, o Viveiro Florestal CeMAF da UFT, o preço de mercado (R\$ 5,00/muda), cobre com folga a condição de viabilidade, com um VPL que, já no Ano 1 de operação, chega a R\$ 16.087,99, alcança R\$ 151.844,29 no ano 2, e encerra o ano 5 com R\$ 509.150,09 (Tabela 8). Ou seja, altamente rentável.

- b) Na ótica governamental, essencial para que o Executivo saiba se está investindo dinheiro público de forma equivocada, com perdas econômicas ($VPL < 0$). Afinal, mesmo quando o Estado não opera sob a lógica do lucro, perdas sucessivas em investimentos podem e devem ser interpretadas como ingerência, podendo causar inclusive a responsabilização do agente público envolvido.

Complementarmente, mantendo-se o preço base de R\$ 5,00, a análise identifica que a viabilidade do projeto ($VPL > 0$) é preservada com um volume anual de vendas em torno de 18.500 mudas (VPL de R\$ 210,51). Este montante corresponde a, aproximadamente, 42,3% do volume de produção do cenário-base (43.778 mudas), indicando que o empreendimento atinge seu ponto de equilíbrio econômico com uma fração relativamente baixa do volume considerado no cenário-base. Tal característica é atribuída à estrutura de custos fixos moderada e à elevada margem de contribuição unitária, fatores que conferem resiliência operacional e flexibilidade estratégica a negócios do setor florestal.

Em conjunto, estes resultados da análise de ponto de equilíbrio reforçam as conclusões obtidas através dos indicadores de viabilidade e da análise de sensibilidade, que quantificam a margem de segurança do projeto, tanto em termos de preço quanto de volume, reduzindo o risco percebido por gestores e potenciais investidores. Esta resiliência operacional e financeira constitui argumento adicional para a sustentabilidade financeira do viveiro e para sua atratividade como alvo de políticas de fomento ou de arranjos de investimento público-privados.

5.9 Análise do Modelo de 5 Dimensões (M5D)

A avaliação do projeto à luz do Modelo de Cinco Dimensões (M5D), conforme estrutura proposta pela *Infrastructure and Projects Authority* – IPA (2020) e adotada como referência pelo Guia do Ministério da Economia (BRASIL, 2021), permite uma análise integrada da sua viabilidade. A aplicação deste modelo ao Viveiro Florestal CeMAF confirma sua robustez sob diferentes perspectivas.

- a) Dimensão Estratégica: O projeto demonstra necessidade estratégica clara, alinhando-se às prioridades nacionais e internacionais de restauração ecológica do bioma Cerrado (FEITOSA et al., 2023). Ele contribui diretamente para metas de políticas públicas, como o Plano de Recuperação da Vegetação Nativa (Planaveg) e o cumprimento do Código Florestal, ao fornecer insumo essencial para programas de reflorestamento.

Sua justificativa fundamenta-se na urgente demanda por mudas nativas de qualidade e na vocação da instituição pública para integrar ensino, pesquisa e extensão nesta temática.

- b) Dimensão Econômica: O projeto otimiza o retorno socioeconômico, conforme atestado pelo elevado Δ VSPL (R\$ 509.150,09) e pela TRE de 119% a.a., indicadores que foram calculados em valor aproximado do VPL (sem externalidades), superando a Taxa Social de Desconto e evidenciam a geração líquida de bem-estar social (GUERRA et al., 2021). Um rol adequado de alternativas foi considerado, incluindo a venda direta de mudas, parcerias para restauração e atividades de educação ambiental, mas a análise de custo-benefício demonstrou que a operação atual representa a melhor relação entre custos, benefícios e riscos, conforme detalhado pelas análises de VPL, TIR e sensibilidade (HOJI, 2018).
- c) Dimensão Comercial: A atividade é comercialmente viável, dada a demanda crescente e estruturada por mudas nativas, impulsionada por compromissos legais e corporativos de restauração (IPEF, 2022). Existe mercado fornecedor consolidado para todos os insumos necessários (sementes, substratos, embalagens), garantindo a continuidade operacional. O modelo de contratação pelo poder público, principal cliente em potencial, é vantajoso, permitindo economias de escala e contratos de fornecimento que conferem previsibilidade à receita.
- d) Dimensão Financeira: O projeto é plenamente financiável. Os indicadores de lucratividade (VPL positivo de R\$ 509 mil, TIR de 119% a.a.) e liquidez (*payback* inferior a 11 meses) demonstram um empreendimento de baixo risco e alto retorno, características que o tornam atraente para fontes de recursos públicas ou privadas. Os custos projetados são realistas e financiáveis, como detalhado na estrutura de CAPEX e OPEX. Fontes de recursos adequadas estão disponíveis, incluindo orçamento público para instituições de ensino e potencialmente linhas de crédito verde para expansão.
- e) Dimensão Gerencial: O projeto é completamente exequível, pois o viveiro conta com infraestrutura física instalada e operacional, além de corpo técnico qualificado vinculado à universidade. Sistemas e processos já estão em vigor, abrangendo a produção de mudas, a gestão de insumos e a execução de projetos de pesquisa e extensão, assegurando a capacidade de entrega e a governança necessárias (IPA, 2020).

A análise integrada, disponibilizada pela ferramenta M5D, atende a critérios técnicos, já reconhecidos por Santos et al. (2013) e Gonçalves (2019), que apontam os viveiros florestais como ambientes que transcendem a mera produção biológica e atuam como motores de movimentação econômica e geração de emprego regional, consolidando-se como projetos de alta relevância estratégica.

5.10 Externalidades qualitativas

Para além dos resultados financeiros quantificados, a operação do viveiro florestal gera um conjunto de externalidades socioambientais positivas que, embora não monetizadas na presente análise de custo-benefício, acrescentam em seu valor social e alinham-se a objetivos de políticas públicas nacionais e globais (BRASIL, 2021; GUERRA et al., 2021).

a) Serviços Ecossistêmicos: As mudas produzidas destinam-se à revegetação de áreas degradadas, promovendo o sequestro de carbono um serviço ecossistêmico crítico para a mitigação das mudanças climáticas, a conservação e recuperação da biodiversidade local do Cerrado e a melhoria das funções hidrológicas, como a infiltração de água no solo e a proteção de nascentes (FEITOSA et al., 2023).

b) Desenvolvimento Socioeconômico Local: A atividade gera postos de trabalho diretos e estimula a economia local através da aquisição de insumos. Ao fornecer mudas para pequenos produtores e assentamentos rurais, o viveiro também fortalece a agricultura familiar e promove a transição para sistemas de uso da terra mais sustentáveis.

c) Educação, Pesquisa e Extensão: Como parte de uma instituição pública de ensino superior, o viveiro funciona como uma plataforma prática para atividades educacionais e de extensão. Ele viabiliza pesquisas acadêmicas, capacita estudantes e técnicos, e desenvolve ações de educação ambiental junto à comunidade, cumprindo assim o princípio constitucional da indissociabilidade entre ensino, pesquisa e extensão.

Em síntese, este conjunto de externalidades que inclui benefícios ambientais globais (clima, biodiversidade), sociais locais (emprego, capacitação) e institucionais (pesquisa, formação) representa um valor social agregado substancial que não é capturado pelos indicadores financeiros tradicionais. A consideração desses aspectos qualitativos é essencial para uma avaliação integral do empreendimento e fundamenta sua relevância como política pública de caráter multifuncional, justificando investimentos e apoio institucional contínuo.

5.11 Limitações e pesquisas futuras

O presente estudo, embora abrangente em sua análise econômico-financeira, apresenta limitações metodológicas inerentes ao seu escopo e premissas. Deste modo, não foram modelados os efeitos da curva de aprendizagem operacional, que poderia reduzir custos unitários ao longo do tempo com o ganho de eficiência da mão de obra. Da mesma forma, a variabilidade e os riscos climáticos, fatores críticos para a produção agrícola e florestal, não foram incorporados de forma probabilística aos fluxos de caixa, embora sejam reconhecidos como fonte de volatilidade para empreendimentos ao ar livre.

O horizonte temporal de análise foi fixado em cinco anos, período suficiente para capturar o *payback* e a dinâmica inicial do investimento, mas que pode não refletir integralmente o valor total do projeto em ciclos produtivos mais longos, comuns em atividades florestais (HOJI, 2018). No mais, as externalidades socioambientais positivas geradas pelo viveiro como sequestro de carbono, conservação da biodiversidade e serviços hidrológicos foram qualitativamente descritas, mas não monetizadas, o que implica uma subestimação do seu valor social total na análise de custo-benefício (BRASIL, 2021; GUERRA et al., 2021).

Para superar essas limitações e aprofundar a avaliação, pesquisas futuras devem considerar:

A incorporação de curvas de aprendizagem para mão de obra e uso de insumos, refinando as projeções de custos.

A construção de cenários climáticos probabilísticos (ex.: secas prolongadas, eventos extremos) e sua integração à análise de risco financeiro.

A realização de análises multicritério para a seleção de espécies, ponderando simultaneamente viabilidade econômica, adaptação ecológica, demanda de mercado e valor para a restauração.

A aplicação de Avaliações de Ciclo de Vida (ACV) completas, nos termos da ISO 14040/44, capazes de quantificar e, quando possível, monetizar as externalidades ambientais, integrando-as a uma análise socioeconômica expandida.

A adoção dessas abordagens permitirá uma mensuração mais precisa e abrangente do valor social, ambiental e financeiro de viveiros florestais, fornecendo subsídios ainda mais robustos para a formulação de políticas públicas, a estruturação de parcerias e o planejamento estratégico de longo prazo no setor de restauração ecológica.

6 CONCLUSÃO

Este trabalho avaliou (I) os benefícios sociais e ambientais oriundos das atividades do Viveiro Florestal CeMAF, e ainda (II) a viabilidade financeira da produção de espécies florestais nativas do Cerrado enquanto empreendimento comercial.

Os indicadores mostraram viabilidade financeira em termos de investimento: VPL de R\$ 509.150,09 em apenas 5 anos, relação B/C de, aproximadamente 4,9:1, levando à recuperação do investimento já no primeiro ano de operação (*payback* simples de 0,82 ano e *payback* descontado de 0,89 ano). Isto no cenário-base. No entanto, mesmo em cenários desfavoráveis, a Análise de Sensibilidade demonstrou que o cultivo de espécies florestais nativas do cerrado é uma atividade comercialmente lucrativa, nas condições testadas.

Já os benefícios socioambientais causados pelas atividades do viveiro florestal são comprovados pelas ações públicas de recomposição vegetal e arborização, envolvendo mudas florestais e exóticas (por exemplo, *Pinus* e *Eucalyptus*), conforme demandado pelas instituições estaduais e municipais que agem de forma integrada com a UFT. Esta última atuando na cessão do espaço para a construção do viveiro e atividades de pesquisa e extensão (potencializadoras de impactos socioambientais); o município de Gurupi apoiando com a equipe operacional; e os recursos estaduais, por ocasião da implantação do viveiro.

REFERÊNCIAS

- ALLEN, E. B. *et al.* Restoration seed and plant material supply chains are complex social networks. **Restoration Ecology**, v. 32, n. 8, e14279, 2024. Disponível em: <https://www.alanmberger.com/restoration-ecology>. Acesso em: 22 dez. 2025.
- ALMEIDA, L. S. B. de *et al.* Análise de viabilidade econômica de um pequeno produtor de maracujá em Boca da Mata, Alagoas. **Sistema & Gestão**, v. 13, n. 3, p. 357-365, 2018. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/327404376_Analise_de_viabilidade_economica_de_um_pequeno_produto_r_de_maracuja_em_Boca_da_Mata_Alagoas. Acesso em: 21 dez. 2025.
- ARCO-VERDE, M. F. **Sustentabilidade biofísica e socioeconômica de sistemas agroflorestais na Amazônia brasileira**. 2008. 188 f. Tese (Doutorado em Ciências Florestais) – Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2008. Disponível em: <https://acervodigital.ufpr.br/handle/1884/14429>. Acesso em: 22 jan. 2026.
- BANCO MUNDIAL. **Public Investment Management Reference Guide**. Washington, DC: World Bank, 2020. Disponível em: <https://openknowledge.worldbank.org/entities/publication/99c14858-9bf8-53e3-8fa3-67bd9b46610f>. Acesso em: 22 dez. 2025.
- BERGMAN, M. S.; DECKELBAUM, A. J.; KARP, B. S. Introduction to ESG. **Harvard Law School Forum on Corporate Governance**, Cambridge, 1 ago. 2020. Disponível em: <https://corpgov.law.harvard.edu/2020/08/01/introduction-to-esg/>. Acesso em: 22 dez. 2025.
- BHANDARI, P. What is quantitative research? Definition, uses & methods. **Scribbr**, 2023. Disponível em: <https://www.scribbr.com/methodology/quantitative-research/>. Acesso em: 22 dez. 2025.
- BRASIL. **Constituição da República Federativa do Brasil de 1988**. Brasília, DF: Senado Federal, 1988. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm. Acesso em: 22 dez. 2025.
- BRASIL. Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 28 maio 2012. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/112651.htm. Acesso em: 22 dez. 2025.
- BRASIL. Ministério da Economia. Secretaria Especial de Produtividade e Competitividade. Secretaria de Desenvolvimento da Infraestrutura. **Guia geral de análise socioeconômica de custo-benefício de projetos de investimento em infraestrutura**. Brasília, DF: SDI/ME, 2021. Disponível em: <https://www.gov.br/casacivil/pt-br/assuntos/governanca/comite-interministerial-de-governanca/arquivos/guia-geral-de-analise-socioeconomica-de-custo-beneficio.pdf>. Acesso em: 15 dez. 2025.
- BRASIL. Ministério do Meio Ambiente e Mudança do Clima. **Plano Nacional de Recuperação da Vegetação Nativa: Planaveg 2025-2028**. Brasília, DF: MMA, 2024.

Disponível em: <https://www.gov.br/mma/pt-br/composicao/sbio/dflo/plano-nacional-de-recuperacao-da-vegetacao-nativa-planaveg>. Acesso em: 20 jan. 2026.

BRASIL. Receita Federal do Brasil. Instrução Normativa RFB nº 1.700, de 14 de março de 2017. Dispõe sobre a determinação e o pagamento do imposto sobre a renda e da contribuição social sobre o lucro líquido das pessoas jurídicas e disciplina o tratamento tributário da Contribuição para o PIS/Pasep e da Cofins no que se refere às alterações introduzidas pela Lei nº 12.973, de 13 de maio de 2014. **Diário Oficial da União**: seção 1, Brasília, DF, 16 mar. 2017. Disponível em: <https://normasinternet2.receita.fazenda.gov.br/#!/consulta/externa/81268>. Acesso em: 24 mar. 2025.

BRASIL. Receita Federal do Brasil. Instrução Normativa RFB nº 1.881, de 3 de abril de 2019. Altera a Instrução Normativa RFB nº 1.700, de 14 de março de 2017, que dispõe sobre o Imposto sobre a Renda das Pessoas Jurídicas (IRPJ), a Contribuição Social sobre o Lucro Líquido (CSLL), a Contribuição para o PIS/Pasep e a Cofins. **Diário Oficial da União**: seção 1, Brasília, DF, p. 65, 5 abr. 2019. Disponível em: <https://normasinternet2.receita.fazenda.gov.br/#!/consulta/externa/99916>. Acesso em: 24 mar. 2025.

BUENO, M. L. *et al.* The environmental triangle of the Cerrado Domain: ecological factors driving shifts in tree species composition between forests and savannas. **Journal of Ecology**, v. 106, p. 2109-2120, 2018. DOI: 10.1111/1365-2745.12969. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/1365-2745.12969>. Acesso em: 20 jan. 2026.

CALMON, M. Restauração de florestas e paisagens em larga escala: o Brasil na liderança global. **Ciência e Cultura**, São Paulo, v. 73, n. 1, jan./mar. 2021. DOI: 10.21800/2317-66602021000100009. Disponível em: <https://doi.org/10.21800/2317-66602021000100009>. Acesso em: 20 jan. 2026.

CAMARGO, G. M. *et al.* Sistemas agroflorestais biodiversos: uma alternativa para pequenas propriedades rurais. **Revista Brasileira de Gestão e Desenvolvimento Regional**, v. 15, n. 1, p. 34-46, jan./abr. 2019. Disponível em: <https://www.rbgdr.net/revista/index.php/rbgdr/article/view/4318>. Acesso em: 19 jan. 2026.

CARDOSO, J. *et al.* Pollination and plant reproduction in the Cerrado, the world's most biodiverse savanna. **Biological Reviews of the Cambridge Philosophical Society**, v. 101, p. 74-105, 2025. DOI: 10.1111/brv.70073. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/brv.70073>. Acesso em: 20 jan. 2026.

CARDOSO, K. M. *et al.* A viabilidade econômica na produção de mudas clonais de eucalipto. **Revista do Instituto Florestal**, São Paulo, v. 30, n. 2, p. 131-141, 2018. DOI: 10.24278/2178-5031.201830202. Disponível em: <https://rif.emnuvens.com.br/revista/article/view/824>. Acesso em: 20 jan. 2026.

CHAZDON, R. L. *et al.* Experiências de governança da restauração de ecossistemas e paisagens no Brasil. **Estudos Avançados**, v. 36, n. 106, p. 221-238, set./out. 2022. DOI: 10.1590/s0103-4014.2022.36106.013. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/s0103-4014.2022.36106.013>. Acesso em: 20 jan. 2026.

COLLI, G. R.; VIEIRA, C. R.; DIANESE, J. C. Biodiversity and conservation of the Cerrado: recent advances and old challenges. **Biodiversity and Conservation**, v. 29, p. 1465-1475, 2020. DOI: 10.1007/s10531-020-01967-x. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s10531-020-01967-x>. Acesso em: 20 jan. 2026.

DIONISIO, L. F. S. *et al.* **Produção de mudas de espécies florestais nativas**. 1. ed. [s. l.]: AYA Editora, 2025. 75 p. Disponível em: <https://ayaeditora.com.br/livro/37531/>. Acesso em: 21 fev. 2026.

EAST CAROLINA UNIVERSITY. **Research Methods in Criminal Justice**. 2025. Disponível em: <https://onlineprograms.ecu.edu/blog/research-methods-in-criminal-justice/>. Acesso em: 22 dez. 2025.

EMBRAPA FLORESTAS. **Eucalipto: cultivo e manejo para pequenos produtores**. Colombo: Embrapa Florestas, 2020. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1119996/eucalipto-cultivo-e-manejo-para-pequenos-produtores>. Acesso em: 22 dez. 2025.

EMBRAPA FLORESTAS. **Manual técnico de viveiros florestais: implantação, produção e qualidade de mudas**. Colombo: Embrapa Florestas, 2021. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1136386/manual-tecnico-de-viveiros-florestais>. Acesso em: 22 dez. 2025.

EUROPEAN COMMISSION. **Guide to Cost Benefit Analysis of Investment Projects**. Brussels: DG REGIO, 2014. Disponível em: https://ec.europa.eu/regional_policy/sources/docgener/studies/pdf/cba_guide.pdf. Acesso em: 22 dez. 2025.

FEITOSA, T. B. *et al.* Assessing economic and ecological impacts of carbon stock and land-use changes in Brazil's Amazon Forest: a 2050 projection. **Sustainable Production and Consumption**, v. 41, p. 64-74, 2023. DOI: 10.1016/j.spc.2023.07.009. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.spc.2023.07.009>. Acesso em: 20 jan. 2026.

FERNANDES, H. E. *et al.* Avaliação dos diferentes níveis de sombreamento na germinação de sementes de *Anadenanthera peregrina* (L.) Speg. **Revista Biodiversidade**, v. 17, n. 3, p. 62-70, 2018. Disponível em: <https://periodicoscientificos.ufmt.br/ojs/index.php/biodiversidade/article/view/7508>. Acesso em: 22 jan. 2026.

FERREIRA, J. C. S.; SILVA, J. A. A. da; FERREIRA, R. L. C. Economic viability of a silvopastoral system with and without the inclusion of carbon credits. **Revista Caatinga**, v. 37, e11721, 2024. DOI: 10.1590/1983-21252024v3711721rc. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1983-21252024v3711721rc>. Acesso em: 20 jan. 2026.

FORMPLUS. What is deductive research? Meaning, stages & examples. **Formplus Blog**, [s. l.], 21 ago. 2023. Disponível em: <https://www.formpl.us/blog/what-is-deductive-research-meaning-stages-examples>. Acesso em: 22 dez. 2025.

FRANCISCO, W. M. *et al.* Análise econômica da produção de maracujazeiro amarelo orgânico irrigado e em plantio profundo no sudoeste amazônico. **Brazilian Journal of**

Business, v. 3, n. 5, p. 3684-3696, 2021. Disponível em: <https://brazilianjournals.com/ojs/index.php/BJB/article/view/4061>. Acesso em: 22 dez. 2025.

GILES, A. L. *et al.* Mapping and revealing the tree biodiversity of the Brazilian Cerrado through biome-wide sampling efforts. **npj Biodiversity**, v. 5, n. 1, 2026. DOI: 10.1038/s44185-026-00122-z. Disponível em: <https://doi.org/10.1038/s44185-026-00122-z>. Acesso em: 20 jan. 2026.

GONÇALVES, L. C. **Análise socioeconômica de um viveiro florestal para produção de mudas de espécies nativas no assentamento Índio Galdino**. 2019. 60 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Florestal) – Universidade Federal de Santa Catarina, Campus de Curitibanos, Curitibanos, 2019. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/197595>. Acesso em: 21 dez. 2025.

GUIMARÃES, D. P. **Instruções para a produção de mudas de eucalipto na propriedade rural**. Planaltina: Embrapa Cerrados, 1997. (Comunicado Técnico, 72). Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/553061/1/comtec72.pdf>. Acesso em: 14 jan. 2026.

HOFMANN, G. S. *et al.* Mudanças climáticas no Cerrado brasileiro: uma ameaça iminente à biodiversidade terrestre. **Wiley Interdisciplinary Reviews: Climate Change**, v. 16, 2025. DOI: 10.1002/wcc.70022. Disponível em: <https://doi.org/10.1002/wcc.70022>. Acesso em: 20 jan. 2026.

HOJI, M. **Administração financeira: uma abordagem prática**. 11. ed. São Paulo: Atlas, 2018.

INSTITUTO DE PESQUISAS E ESTUDOS FLORESTAIS – IPEF. Recomendações para produção de mudas clonais de eucalipto em viveiros comerciais. **Boletim Técnico IPEF**, n. 21, p. 55-72, 2022. Disponível em: <https://www.ipef.br/publicacoes/bt/bt21.asp>. Acesso em: 2 jul. 2025.

IPA – INFRASTRUCTURE AND PROJECT AUTHORITY. **Infrastructure Business Case: international guidance**. London: HM Treasury, 2020. Disponível em: https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/attachment_data/file/1062669/Infrastructure_Business_Case_International_Guidance.pdf. Acesso em: 22 dez. 2025.

LAUDARES, S. S. de A.; SILVA, K. G. da; BORGES, L. A. C. Cadastro Ambiental Rural: uma análise da nova ferramenta para regularização ambiental no Brasil. **Desenvolvimento e Meio Ambiente**, v. 31, p. 111-122, 2014. DOI: 10.5380/DMA.V31I0.33743. Disponível em: <https://doi.org/10.5380/dma.v31i0.33743>. Acesso em: 20 jan. 2026.

LAWSON, A. E. Hypothetico-deductive method. *In*: **ENCYCLOPEDIA of Science Education**. Dordrecht: Springer, 2015. Disponível em: https://link.springer.com/referenceworkentry/10.1007/978-94-007-2150-0_260. Acesso em: 22 dez. 2025.

LUCHIAN, V. Cash flow analysis = Analiza fluxurilor de numerar. *In*: **SIMPOZIONUL ȘTIINȚIFIC CU PARTICIPARE INTERNAȚIONALĂ AL TINERILOR CERCETĂTORI**, 23., 2025, Chișinău. **Lucrări științifice**[...]. Chișinău: SEP ASEM, 2025. v. 1, p. 382-386.

DOI: 10.53486/sstc2025.v1.90. Disponível em: <https://doi.org/10.53486/sstc2025.v1.90>. Acesso em: 11 jan. 2026.

MARIANI, A. de A. Inclusão das áreas de preservação permanente (APP) no cômputo da área da reserva legal florestal (RL): retrocesso ou progresso ecológico? **Revista JurisFIB**, v. 8, n. 8, 2018. DOI: 10.59237/jurisfib.v8i8.261. Disponível em: <https://doi.org/10.59237/jurisfib.v8i8.261>. Acesso em: 20 jan. 2026.

MELLO, A. M. de. What is applied research anyway? **Revista de Gestão**, v. 26, n. 4, p. 338-339, 2019. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/337780309_What_is_applied_research_anyway. Acesso em: 22 dez. 2025.

NORTH CENTRAL COLLEGE. **Important Research Methods in Sociology**. 13 jan. 2023. Disponível em: <https://www.northcentralcollege.edu/news/2023/01/13/important-research-methods-sociology>. Acesso em: 26 maio 2025.

NUNES, Y. R. F. *et al.* Vegetation structure and edaphic factors in veredas reflect different conservation status in these threatened areas. **Forest Ecosystems**, v. 9, 100036, 2022. DOI: 10.1016/j.fecs.2022.100036. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.fecs.2022.100036>. Acesso em: 20 jan. 2026.

OCDE – ORGANIZAÇÃO PARA A COOPERAÇÃO E DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO. **Recommendation of the Council on the Governance of Infrastructure**. OECD Legal Instruments 0460, 16 jul. 2020. Disponível em: <https://legalinstruments.oecd.org/en/instruments/OECD-LEGAL-0460>. Acesso em: 22 dez. 2025.

OLIVEIRA, M. C. *et al.* **Manual de viveiro e produção de mudas: espécies arbóreas nativas do Cerrado**. 1. ed. rev. e ampl. Brasília, DF: Universidade de Brasília: Rede de Sementes do Cerrado, 2016. 124 p. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1042301/manual-de-viveiro-e-producao-de-mudas-especies-arboreas-nativas-do-cerrado>. Acesso em: 19 jan. 2026.

PADOVAN, M. P. *et al.* Arranjos de sistemas agroflorestais para diversificação da produção agrícola e melhoria ambiental com viabilidade econômica. **Observatorio de La Economía Latinoamericana**, v. 21, n. 8, p. 8096-8127, 2023. DOI: 10.55905/oelv21n8-018. Disponível em: <https://doi.org/10.55905/oelv21n8-018>. Acesso em: 20 jan. 2026.

PAES, M. F. *et al.* Viabilidade financeira para a implantação de um viveiro de mudas de Teca em Mogi das Cruzes/SP. **Brazilian Journal of Development**, Curitiba, v. 8, n. 3, p. 21828-21851, mar. 2022. Disponível em: <https://ojs.brazilianjournals.com.br/ojs/index.php/BRJD/article/view/45788>. Acesso em: 20 fev. 2026.

REZENDE, J. L. P.; OLIVEIRA, A. D. de. **Análise econômica e social de projetos florestais**. 3. ed. rev. e ampl. Viçosa, MG: Editora UFV, 2013. 385 p.

RODRIGUES, E. R.; MOSCOGLIATO, A. V.; NOGUEIRA, A. C. Viveiros agroflorestais em assentamentos de reforma agrária como instrumentos de recuperação ambiental: um

estudo de caso no Pontal do Paranapanema. **Caderno da Biodiversidade**, v. 4, n. 2, p. 5-12, 2004. Disponível em: https://www.iat.pr.gov.br/sites/agua-terra/arquivos_restritos/files/documento/2020-09/capa_cadernos8.pdf. Acesso em: 21 dez. 2025.

SANTOS, E. de O. *et al.* Análise econômica de produção de mudas do cerrado em Bom Jesus (PI). **Revista Agrogeoambiental**, Pouso Alegre, v. 5, n. 3, p. 29-34, dez. 2013. Disponível em: <https://agrogeoambiental.ifsuldeminas.edu.br/index.php/Agrogeoambiental/article/view/509>. Acesso em: 22 set. 2025.

SEPLAN – SECRETARIA DO PLANEJAMENTO E DA MODERNIZAÇÃO DA GESTÃO PÚBLICA. **Atlas do Tocantins: subsídios ao planejamento da gestão territorial**. 6. ed. Palmas: Seplan, 2017. Disponível em: <https://central.to.gov.br/download/214169>. Acesso em: 20 dez. 2025.

SHIELDS, P.; RANGARAJAN, N. **A playbook for research methods: integrating conceptual frameworks and project management**. Stillwater: New Forums Press, 2013. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/261736705_A_Playbook_for_Research_Methods_Integrating_Conceptual_Frameworks_and_Project_Management. Acesso em: 22 dez. 2025.

SHOU, T. A literature review on the net present value (NPV) valuation method. *In*: INTERNATIONAL CONFERENCE ON ENTERPRISE MANAGEMENT AND ECONOMIC DEVELOPMENT, 2., 2022. **Proceedings [...]**. [S. l.]: Atlantis Press, 2022. p. 826-830. Disponível em: <https://www.atlantis-press.com/proceedings/icemed-22/125975449>. Acesso em: 21 out. 2025.

SILVA, C. A. T. Discounted cash flow: theoretical and practical aspects of its use. **Advances in Scientific and Applied Accounting**, v. 16, n. 3, p. 199-209, 2023. DOI: 10.14392/asaa.2023160309. Disponível em: <https://doi.org/10.14392/asaa.2023160309>. Acesso em: 1 fev. 2026.

SILVA, S. A. B. *et al.* Desempenho morfofisiológico de mudas de *Handroanthus impetiginosus* produzidas em substratos orgânicos. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 39, e14351, 2026. Disponível em: <https://periodicos.ufersa.edu.br/index.php/caatinga/article/view/14351>. Acesso em: 21 fev. 2026.

TOCANTINS. Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Recursos Hídricos. **Governo do Tocantins inicia a execução do maior programa de recuperação de nascentes do estado**. Palmas: Semarh, 12 dez. 2024. Disponível em: <https://www.to.gov.br/secom/noticias/governo-do-tocantins-inicia-a-execucao-do-maior-programa-de-recuperacao-de-nascentes-do-estado/13z3z89wasiw>. Acesso em: 14 jan. 2026.

TOCANTINS. Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Recursos Hídricos. **Governo do Tocantins preserva a biodiversidade no Estado**. Palmas: Semarh, 21 maio 2021. Disponível em: <https://www.to.gov.br/secom/noticias/governo-do-tocantins-preserva-a-biodiversidade-no-estado/432bwni1f42y>. Acesso em: 14 jan. 2026.

TOCANTINS. Secretaria do Planejamento e da Modernização da Gestão Pública. **Atlas do Tocantins: subsídios ao planejamento da gestão territorial**. 6. ed. rev. e atual. Palmas: Seplan, 2012. 1 atlas (80 p.): il. Disponível em: https://zoneamento.sefaz.to.gov.br/TO_AtlasTocantins2012_1/Atlas_do_Tocantins_2012.pdf. Acesso em: 22 jan. 2026.

UESUGI, G. **Desenvolvimento e viabilidade econômica de mudas de espécies florestais nativas com o uso de fertirrigação em substratos à base de biossólido compostado**. 2014. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2014. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/entities/publication/ed2dd264-7a71-4632-b4eb-7f47d9b25f64>. Acesso em: 8 jan. 2025.

UESUGI, G. *et al.* Economic and financial analysis of tree seedling production using composted biosolids substrate. **Floresta e Ambiente**, v. 26, n. 2, e20170740, 2019. DOI: 10.1590/2179-8087.074017. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/2179-8087.074017>. Acesso em: 8 jan. 2025.

UNIVERSITY OF OKLAHOMA. **Inductive or Deductive? Two Different Approaches**. 6 jun. 2018. Disponível em: https://www.ou.edu/limclass/5043/reading/mod02/inductive_deductive.pdf. Acesso em: 22 dez. 2025.

URZEDO, D. I. de *et al.* Seed networks for upscaling forest landscape restoration: is it possible to expand native plant sources in Brazil? **Forests**, v. 11, n. 3, 259, 2020. DOI: 10.3390/f11030259. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/f11030259>. Acesso em: 20 jan. 2026.

VASCONCELOS, Y. L. *et al.* Métodos de custeio aplicáveis em viveiros florestais. **Custos e @gronegocio online**, v. 8, n. 2, p. 158-175, abr./jun. 2012. Disponível em: <http://www.custoseagronegocioonline.com.br/numero2v8/viveiros.pdf>. Acesso em: 22 jan. 2026.