

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

PAULO CEZAR GOMES PEREIRA

MANUTENÇÃO DA COBERTURA FLORESTAL NA AMAZÔNIA: ANÁLISE
ECONÔMICA E FINANCEIRA EM PROJETO DE MANEJO NA FLORESTA
NACIONAL DE CAXIUANÃ - PARÁ

CURITIBA

2025

PAULO CEZAR GOMES PEREIRA

MANUTENÇÃO DA COBERTURA FLORESTAL NA AMAZÔNIA: ANÁLISE
ECONÔMICA E FINANCEIRA EM PROJETO DE MANEJO NA FLORESTA
NACIONAL DE CAXIUANÃ - PARÁ

Tese apresentada ao curso de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, como requisito parcial à obtenção do título de Doutor em Engenharia Florestal.

Orientador: Prof. Dr. Vitor Afonso Hoeflich

Coorientadores: Prof. Dr. Ailson Augusto Loper e Prof. Dr. Alexandre Behling

CURITIBA

2025

DADOS INTERNACIONAIS DE CATALOGAÇÃO NA PUBLICAÇÃO (CIP)
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ / SISTEMA DE BIBLIOTECAS
BIBLIOTECA DE CIÊNCIAS FLORESTAIS E DA MADEIRA

Pereira, Paulo Cezar Gomes

Manutenção da cobertura florestal na Amazônia: análise econômica e financeira em projeto de manejo na Floresta Nacional de Caxiuanã - Pará / Paulo Cezar Gomes Pereira. - Curitiba, 2025.

1 recurso on-line : PDF

Tese (Doutorado) - Universidade Federal do Paraná, Setor de Ciências Agrárias. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal. Defesa: Curitiba, 14/08/2025.

Orientador: Prof. Dr. Vitor Afonso Hoeflich

Coorientadores: Prof. Dr. Ailson Augusto Loper

Prof. Dr. Alexandre Behling

1. Florestas - Amazônia - Conservação. 2. Florestas - Manejo - Aspectos econômicos. 3. Florestas - Manejo - Legislação. 4. Madeira - Exploração - Aspectos econômicos. 5. Madeira - Exploração - Pará. 6. Estudos de viabilidade. 7. Floresta Nacional de Caxiuanã (Melgaço, PA). I. Hoeflich, Vitor Afonso. II. Loper, Ailson Augusto. III. Behling, Alexandre. IV. Universidade Federal do Paraná, Setor de Ciências Agrárias. V. Título.

CDD - 634.92

CDU - 630*6

GFDC - 634.0.62



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SETOR DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO ENGENHARIA
FLORESTAL - 40001016015P0

TERMO DE APROVAÇÃO

Os membros da Banca Examinadora designada pelo Colegiado do Programa de Pós-Graduação ENGENHARIA FLORESTAL da Universidade Federal do Paraná foram convocados para realizar a arguição da tese de Doutorado de **PAULO CEZAR GOMES PEREIRA**, intitulada: **MANUTENÇÃO DA COBERTURA FLORESTAL NA AMAZÔNIA: ANÁLISE ECONÔMICA E FINANCEIRA EM PROJETO DE MANEJO NA FLORESTA NACIONAL DE CAXIUANÃ - PARÁ**, que após terem inquirido o aluno e realizada a avaliação do trabalho, são de parecer pela sua APROVAÇÃO no rito de defesa.

A outorga do título de doutor está sujeita à homologação pelo colegiado, ao atendimento de todas as indicações e correções solicitadas pela banca e ao pleno atendimento das demandas regimentais do Programa de Pós-Graduação.

CURITIBA, 14 de Agosto de 2025.

Assinatura Eletrônica
15/08/2025 20:03:01.0
VITOR AFONSO HOEFELICH
Presidente da Banca Examinadora

Assinatura Eletrônica
15/08/2025 08:39:03.0
EVALDO MUÑOZ BRAZ
Avaliador Externo (EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA
AGROPECUÁRIA)

Assinatura Eletrônica
15/08/2025 09:14:17.0
JOSÉ ROBERTO FREGA
Avaliador Externo (UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
(PPGOLD/UFPR))

Assinatura Eletrônica
14/08/2025 21:51:06.0
DAVID ALEXANDRE BURATTO
Avaliador Externo (UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ - UFPR)

Assinatura Eletrônica
15/08/2025 21:02:02.0
PEDRO JOSÉ STEINER NETO
Avaliador Externo (UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ)

Dedico aos meus pais, Cezarina Gomes Pereira (in memoriam) e Paulo Sérgio Pereira, à minha esposa, Alessandra, e aos meus filhos, Yohan e Heitor, fontes constantes de amor, inspiração e apoio.

AGRADECIMENTOS

A Deus, fonte de força e sabedoria, agradeço por me sustentar em todos os momentos desta jornada. Minha gratidão profunda à Nossa Senhora de Nazaré, pela intercessão, proteção e conforto nos dias mais difíceis.

Agradeço à Universidade Federal do Paraná e ao Programa de Pós-graduação em Engenharia Florestal, pela excelência na formação, o aprendizado e as oportunidades. Fazer parte deste programa foi uma conquista marcante e transformadora em minha trajetória.

Ao professor Vitor Afonso Hoeflich, por sua orientação comprometida, pela confiança depositada, pelos ensinamentos compartilhados e pelo acolhimento constante. Agradeço também pela amizade e pela paciência ao longo de todo este processo. Sou profundamente grato.

Aos meus coorientadores, professores Ailson Loper e Alexandre Behling, agradeço pela dedicação, pelo incentivo, pelas valiosas contribuições técnicas e orientações ao longo do desenvolvimento deste trabalho. Sou também grato pela amizade e pelo apoio durante essa trajetória.

À banca examinadora, profs. Drs. Romano Timofeiczky Junior, José Roberto Frega, Pedro José Steiner Neto, David Alexandre Buratto, Afonso de Figueiredo Filho e ao pesquisador Dr. Evaldo Muñoz Braz, agradeço o tempo dedicado e as valiosas contribuições.

Agradeço à Universidade Federal Rural da Amazônia, pelo apoio institucional para minha qualificação profissional.

Sou também grato à empresa Benevides Madeiras pela parceria, em especial ao diretor financeiro Lucio Blans pelo apoio.

Aos membros do projeto de extensão Sustentabilidade Agroflorestal para o Desenvolvimento Rural, aos colegas de pós, aos professores e equipe da secretaria, agradeço a convivência.

A todos que contribuíram direta e indiretamente, meu sincero agradecimento.

*A expansão da liberdade humana é tanto o principal fim
como o principal meio do desenvolvimento.*

Amartya Sen

RESUMO

A adoção de critérios únicos aplicados no manejo florestal na Amazônia previstos nas normas limitam o potencial econômico, comprometem a rentabilidade e a viabilidade dos investimentos na atividade, levando ao uso inadequado desse recurso. Este trabalho investiga a questão de pesquisa sobre como a produção volumétrica de madeira em florestas naturais influenciam a viabilidade econômica de projetos de manejo florestal na Amazônia. A hipótese é que a viabilidade econômica desses projetos pode ser alcançada com a produção volumétrica de madeira por hectare maiores e menores do que as definidas na legislação vigente. O objetivo da pesquisa foi analisar economicamente um projeto de manejo florestal madeireiro em diferentes cenários de produção volumétrica de madeira por hectare. Para a análise, foram calculados o Valor Presente Líquido (VPL) e a Taxa Interna de Retorno (TIR) do projeto implantado sob concessão na Floresta Nacional de Caxiuanã, estado do Pará. Ademais, uma análise com diferentes cenários (pessimista: 6,0 m³ha⁻¹, legislação: 25,8 m³ha⁻¹ e otimista: 60,0 m³ha⁻¹) foi conduzida para investigar como variações na produção de madeira impactam o VPL do manejo florestal. Foram avaliados, em cada cenário, oscilações percentuais no preço da madeira ($\pm 5\%$ e $\pm 10\%$), além de simulação de medidas proibitivas na colheita das espécies *M. huberi* e *C. guianensis*. Os resultados indicaram a viabilidade do projeto com a produção volumétrica de 11,63 m³ha⁻¹, volume abaixo do máximo permitido na legislação, contudo, apenas seis espécies, de 30 manejadas, representaram 60% da receita gerada. O cenário pessimista foi inviável economicamente e as variações positivas no preço da madeira não alteraram essa condição, evidenciando que mesmo com cenários favoráveis a não viabilidade econômica persiste diante da baixa produção de madeira. Os cenários Legislação e Otimista foram economicamente viáveis, frente aos cenários adversos de preço e imposição de restrições de colheita de espécies, ainda que essas representem impactos na rentabilidade do manejo. Conclui-se que a viabilidade pode ser alcançada com taxas menores do que a definida na legislação, desde que haja a predominância no volume de madeira de um reduzido número de espécies de alto valor comercial e mais demandadas. Embora haja oscilações positivas no preço da madeira, a baixa produção impõe dificuldades para reverter a inviabilidade dos projetos. Uma alta produção volumétrica de madeira garante a viabilidade econômica frente às reduções no preço da madeira e às restrições impostas na colheita de espécies importantes comercialmente, entretanto, pelo impacto econômico gerado, recomenda-se a não adoção de medidas restritivas, deixando que a decisão de colher ou não determinada espécie seja pautada em aspectos técnicos. Recomenda-se desenvolver estudos sobre os fatores que interferem na produtividade da colheita, formular políticas de incentivo econômico, promover o uso de novas espécies, adequar a legislação que regulamenta os critérios técnicos do manejo florestal madeireiro considerando as características das espécies, bem como a diversidade de cada sítio, assim como a articulação entre órgãos regulamentadores, instituições de ensino e pesquisa, com vistas à viabilidade na produção contínua de madeira.

Palavras-chave: concessão florestal; análise de sensibilidade; análise financeira; produção florestal; legislação florestal.

ABSTRACT

The adoption of single criteria for forest management in the Amazon, as stipulated in regulations, limits economic potential, jeopardizes the profitability and viability of investments in the activity, and leads to the inappropriate use of this resource. This paper investigates the research question of how volumetric timber production in natural forests influences the economic viability of forest management projects in the Amazon. The hypothesis is that the economic viability of these projects can be achieved with higher and lower volumetric timber production per hectare than those defined in current legislation. The objective of this research was to economically analyze a timber forest management project under different volumetric timber production per hectare scenarios. A Minimum Attractiveness Rate of 6.53% was adopted for the analysis. The Net Present Value (NPV) and Internal Rate of Return (IRR) of the project implemented under concession in the Caxiuanã National Forest, Pará state, were determined. Furthermore, an analysis with different scenarios (pessimistic = 6.0 m³ha⁻¹, legislative = 25.8 m³ha⁻¹, and optimistic = 60.0 m³ha⁻¹) was conducted to investigate how variations in timber production impact the NPV of forest management. In each scenario, percentage fluctuations in timber prices ($\pm 5\%$ and $\pm 10\%$) were evaluated, in addition to a simulation of prohibitive measures on the harvesting of the species *M. huberi* and *C. guianensis*. The results indicated the viability of the project with a volumetric production of 11.63 m³ha⁻¹, below the maximum volume allowed by law. However, only six species, out of 30 managed, accounted for 60% of the revenue generated. The pessimistic scenario was economically unfeasible, and positive variations in timber prices did not change this situation, demonstrating that even with favorable scenarios, economic unfeasibility persists due to low timber production. The Legislation and Optimistic scenarios were economically viable, given the adverse price scenarios and the imposition of species harvesting restrictions, even though these impact management profitability. It is concluded that viability can be achieved with lower rates than those defined by legislation, as long as timber volume is predominantly from a small number of high-value, highly demanded species. Although there are positive fluctuations in timber prices, low production poses difficulties in reversing project feasibility. High volumetric timber production ensures economic viability in the face of reductions in timber prices and restrictions imposed on the harvesting of commercially important species. However, due to the economic impact generated, it is recommended not to adopt restrictive measures, leaving the decision to harvest a given species based on technical considerations. It is recommended to develop studies on the factors that interfere with harvest productivity, formulate economic incentive policies, promote the use of new species, adapt the legislation that regulates the technical criteria for timber forest management considering the characteristics of the species, as well as the diversity of each site, as well as the coordination between regulatory bodies, teaching and research institutions, with a view to the viability of continuous timber production.

Keywords: forest concession; sensitivity analysis; financial analysis; forest production; forest legislation.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 - ESTRUTURA DE CUSTOS DO PROJETO DE MANEJO FLORESTAL MADEIREIRO NA FLORESTA NACIONAL DE CAXIUANÃ	45
FIGURA 2 - PARTICIPAÇÃO PERCENTUAL DAS ESPÉCIES NO VOLUME E RECEITA DO PROJETO DE MANEJO FLORESTAL NA FLONA CAXIAUANÃ	48
FIGURA 3 - VALOR PRESENTE LÍQUIDO APÓS VARIAÇÕES DE $\pm 5\%$ E $\pm 10\%$ NO PREÇO DA MADEIRA NOS DIFERENTES CENÁRIOS DE VOLUME DE MADEIRA POR HECTARE ANALISADOS	55

LISTA DE QUADROS

QUADRO 1 - CRITÉRIOS TÉCNICOS ADOTADOS NAS NORMAS QUE REGULAMENTAM O MANEJO FLORESTAL PARA PRODUÇÃO DE MADEIRA NA AMAZÔNIA	23
QUADRO 2 - CUSTOS FIXOS E VARIÁVEIS ASSOCIADOS AO MANEJO DE FLORESTAS NATURAIS PARA A PRODUÇÃO DE MADEIRA.....	28

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 - LISTA DE ESPÉCIES COLHIDAS E VOLUME POR HECTARE NA UNIDADE DE PRODUÇÃO ANUAL 2023 DO PROJETO DE MANEJO FLORESTAL MADEIREIRO NA FLONA CAXIUANÃ.....	35
TABELA 2 - CENÁRIOS COM AS VARIAÇÕES NA PRODUÇÃO VOLUMÉTRICA POR HECTARE DA FLORESTA	39
TABELA 3 - VOLUME DE MADEIRA DAS CINCO ESPÉCIES FLORESTAIS MAIS COMERCIALIZADAS NO BRASIL DESTACADAS DO RELATÓRIO DOCUMENTO DE ORIGEM FLORESTAL – DOF	42
TABELA 4 - RELAÇÃO DAS CINCO ESPÉCIES COM MAIOR VOLUME DE MADEIRA COMERCIALIZADO NO BRASIL E MAIOR VOLUME COLHIDO NO PROJETO DE MANEJO FLORESTAL AVALIADO	42
TABELA 5 - INDICADORES CALCULADOS NA ANÁLISE ECONÔMICA DE PROJETO DE MANEJO FLORESTAL MADEIREIRO NA FLONA DE CAXIUANÃ.....	43
TABELA 6 - VALOR PRESENTE LÍQUIDO SOB DIFERENTES CENÁRIOS DE PRODUÇÃO DE VOLUME POR HECTARE ANALISADOS.....	51
TABELA 7 - VALOR PRESENTE LÍQUIDO APÓS A SIMULAÇÃO DE PROIBIÇÃO DE COLHEITA DAS ESPÉCIES <i>M. huberi</i> E <i>C. guianensis</i> NOS DIFERENTES CENÁRIOS DE PRODUÇÃO DE VOLUME POR HECTARE ANALISADOS	56

LISTA DE ABREVIATURAS OU SIGLAS

AUTEX	Autorização de Exploração Florestal
BEMAL	Benevides Madeiras
CMPC	Custo Médio Ponderado de Capital
CNI	Confederação Nacional da Indústria
CONAMA	Conselho Nacional de Meio Ambiente
CSLL	Contribuição Social sobre o Lucro Líquido
FAO	Food and Agriculture Organization of the United Nations
FGV	Fundação Getúlio Vargas
FLONA	Floresta Nacional
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
ICMBio	Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade
ITTO	International Tropical Timber Organization
MMA	Ministério do Meio Ambiente
ONU	Organização das Nações Unidas
PAOF	Plano Anual de Outorga Florestal
PIB	Produto Interno Bruto
PMFS	Plano de Manejo Florestal Sustentável
POA	Plano Operacional Anual
SFB	Serviço Florestal Brasileiro
TIR	Taxa Interna de Retorno
TMA	Taxa Mínima de Atratividade
UMF	Unidade de Manejo Florestal
UPA	Unidade de Produção Anual
UT	Unidade de Trabalho
VPL	Valor Presente Líquido

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	18
1.1 OBJETIVOS	20
1.1.1 Geral.....	20
1.1.2 Específicos	21
2 REFERENCIAL TEÓRICO-CONCEITUAL	22
2.1 MANEJO FLORESTAL.....	22
2.1.1 Produção volumétrica.....	24
2.2 AVALIAÇÃO ECONÔMICA DE MANEJO FLORESTAL	25
2.2.1 Fluxo de caixa	26
2.2.2 Valor Presente Líquido – VPL	26
2.2.3 Taxa Interna de Retorno – TIR.....	27
2.2.4 <i>Payback</i> Descontado	27
2.2.5 Custos e Receitas no Manejo Florestal	27
2.3. ANÁLISE DE SENSIBILIDADE	30
3 MATERIAL E MÉTODOS	32
3.1 MÉTODO DE PESQUISA	32
3.2 ÁREA DE ESTUDO.....	32
3.3 ANÁLISE ECONÔMICA	33
3.3.1 Taxa Mínima de Atratividade - TMA	33
3.3.2 Receitas e Custos	35
3.3.4 Fluxo de caixa	37
3.3.5 Coleta de dados	37
3.3 ANÁLISE DE SENSIBILIDADE	38
3.3.1 Variações na produção volumétrica por hectare	39
3.3.2 Variações no preço da madeira.....	41
3.3.3 Simulação de restrições de espécies comerciais	41
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	43

4.1 ANÁLISE ECONÔMICA	43
4.2 ANÁLISE DE SENSIBILIDADE	50
4.2.1 Variações na produção volumétrica por hectare	50
4.2.2 Variações no preço da madeira.....	54
4.2.3 Simulação de restrição de espécies comerciais	56
5 CONCLUSÕES	59
6 RECOMENDAÇÕES.....	61
REFERÊNCIAS.....	63
ANEXO 1 – AUTORIZAÇÃO DE EXPLORAÇÃO DA UNIDADE DE PRODUÇÃO ANUAL – UPA 2023, UNIDADE DE MANEJO FLORESTAL – UMF I DO PROJETO DE MANEJO NA FLORESTA NACIONAL DE CAXIUANÃ	82
ANEXO 2 – AUTORIZAÇÃO DE EXPLORAÇÃO DA UNIDADE DE PRODUÇÃO ANUAL – UPA 2023, UNIDADE DE MANEJO FLORESTAL – UMF II DO PROJETO DE MANEJO NA FLORESTA NACIONAL DE CAXIUANÃ	83
APÊNDICE 1 – ESTRUTURA DE CUSTOS DO PROJETO DE MANEJO FLORESTAL MADEIREIRO NA AMAZÔNIA PARA UM ANO DE OPERAÇÃO E CUSTO POR METRO CÚBICO	84
APÊNDICE 2 – ESPÉCIES COMERCIALIZADAS, VOLUME PLANEJADO, VOLUME PRODUZIDO E RECEITA DO PROJETO RESULTANTES DA UNIDADE DE PRODUÇÃO ANUAL – UPA DE REFERÊNCIA NO MANEJO FLORESTAL MADEIREIRO NA FLORESTA NACIONAL DE CAXIUANÃ	86
APÊNDICE 3 – RELAÇÃO DE MÁQUINAS, EQUIPAMENTOS, INFRAESTRUTURA E OUTROS CUSTOS INICIAIS DO PROJETO DE MANEJO FLORESTAL MADEIREIRO NA AMAZÔNIA	88
APÊNDICE 4 – FLUXO DE CAIXA DO PROJETO DE MANEJO FLORESTAL MADEIREIRO NA FLONA CAXIUANÃ	90

APÊNDICE 5 – FLUXO DE CAIXA DO MANEJO FLORESTAL MADEIREIRO PARA O CENÁRIO PESSIMISTA	91
APÊNDICE 6 – FLUXO DE CAIXA DO MANEJO FLORESTAL MADEIREIRO PARA O CENÁRIO LEGISLAÇÃO	92
APÊNDICE 7 – FLUXO DE CAIXA DO MANEJO FLORESTAL MADEIREIRO PARA O CENÁRIO OTIMISTA.....	93

1 INTRODUÇÃO

O manejo florestal é a única atividade econômica que garante a cobertura contínua de florestas, a conservação da biodiversidade e a geração de benefícios sociais (Condé *et al.*, 2022; Gouveia *et al.*, 2024). Ainda, é estratégico para a manutenção do estoque global de carbono florestal, além de contribuir para a mitigação e adaptação às mudanças climáticas (Food and Agriculture Organization of the United Nations – FAO, 2022).

Apesar de 54% das florestas no mundo estarem sob manejo florestal, a América do Sul é a região com o menor percentual de florestas sob regime de manejo, correspondendo a apenas 17% (FAO, 2020). Esses dados reforçam a necessidade de adotar práticas que promovam o fortalecimento e a ampliação dessa atividade na Região Amazônica (David; Macfarlane, 2025).

O Brasil tem um papel fundamental para mudar esse cenário, pois abriga a segunda maior extensão de florestas do mundo, estimada em 497 milhões de hectares (FAO, 2020). Desse total, 309,4 milhões de hectares são florestas públicas, e notavelmente, 91,8% destas áreas estão localizadas na Amazônia (Serviço Florestal Brasileiro - SFB, 2020). Parte delas, assim como as florestas localizadas em áreas privadas, podem ser acessadas através do manejo florestal (Brasil, 2012).

Além disso o manejo florestal tem o potencial de gerar impactos econômicos positivos. Ao ampliar a atividade em 20 milhões de hectares até 2030, projeta-se um aumento de até R\$ 3,3 bilhões no PIB brasileiro e a geração de 170 mil postos de trabalho diretos e indiretos (Fundação Getúlio Vargas - FGV, 2016). Esses números podem contribuir para a distribuição de renda, resultando em avanços significativos no âmbito socioeconômico local (Bomfim *et al.*, 2016; Ribeiro; Azevedo-Ramos; Santos, 2020).

A adoção do manejo florestal na Amazônia, com foco na regulamentação da produção madeireira, teve início na década de 1980. Nesse período, o reconhecimento da importância da conservação da floresta tropical, aliado ao desenvolvimento de técnicas de colheita de produtos florestais começou a ganhar maior destaque (Hummel, 2001).

Algumas iniciativas da época refletiam o compromisso global em promover a conservação das florestas tropicais e favorecer o uso responsável dos recursos naturais. Entre elas, destaca-se a meta ambiciosa de que, até o ano 2000, toda a

madeira de florestas nativas comercializada no mercado global deveria ser oriunda de manejo florestal (International Tropical Timber Organization – ITTO, 1999).

Entretanto, apesar dos esforços voltados ao fortalecimento do manejo florestal, os desafios para a produção de madeira na Amazônia persistem. Nas décadas iniciais do século XXI, o modelo de manejo começou a ser questionado quanto à real capacidade de recuperação dos volumes de madeira colhidos e à manutenção das espécies manejadas (Phillips *et al.*, 2004; Sist; Ferreira, 2007; Ruschel *et al.*, 2008; Peña-Claros *et al.*, 2008; Reis *et al.*, 2010; Putz *et al.*, 2012; Braz *et al.*, 2012; Fearnside, 2017; Ávila *et al.*, 2017; Sist *et al.*, 2021).

Ademais, os questionamentos sobre o modelo de manejo florestal também recaem sobre o pilar econômico, apontando para a inviabilidade financeira dos investimentos, especialmente em relação aos ciclos futuros (Timofeiczky Júnior *et al.*, 2008; Rodrigues *et al.*, 2019; Rodrigues *et al.*, 2022). Apesar disso, estudos recomendam a adoção de ciclos de colheita mais longos, combinados com menores intensidades de colheita (Sist *et al.*, 2021; Rodrigues *et al.*, 2022). Contudo, igualmente importantes, aspectos ambientais e sociais devem ser almejados para que o manejo florestal atinja seus objetivos de forma equilibrada (Porro *et al.*, 2018).

O manejo florestal enfrenta desafios complexos, decorrentes de diversos fatores. Entre eles estão o baixo rendimento da colheita em comparação ao volume de madeira planejado (Soares; Bezerra, 2022), a incerteza gerada por medidas restritivas impostas (Lentini *et al.*, 2021) e a variação na demanda e nos preços do mercado (Escolano, 2020). As medidas restritivas derivam, segundo Canetti *et al.* (2020), da não consideração de critérios técnicos e estruturais para cada espécie em questão. Por outro lado a norma abre espaço para mudanças técnicas.

Esses fatores combinados contribuem para a baixa rentabilidade ou inviabilidade econômica do manejo florestal. Isso dificulta o planejamento de longo prazo e a capacidade dos manejadores de garantirem retornos financeiros consistentes (Piketty *et al.*, 2015; Angelo *et al.*, 2016). Como consequência, esses desafios têm levado investidores a desistirem de projetos de manejo florestal (Soares; Bezerra, 2022).

Um dos principais fatores limitantes do manejo florestal é a adoção compulsória generalizada de critérios técnicos padronizados nas normas. Entre esses critérios destacam-se a intensidade máxima de corte, a taxa de crescimento volumétrico da floresta e o ciclo de corte. Esses critérios desconsideram as características locais e

específicas das espécies manejadas, resultando no uso inadequado dos recursos florestais e ocasionando impactos tanto ambientais quanto econômicos (Braz *et al.*, 2015; Capanema *et al.*, 2022).

Diversos estudos avaliaram como oscilações em alguns desses parâmetros influenciam a viabilidade financeira dos projetos de manejo. No entanto, as variações e os cenários analisados permanecem dentro dos limites estabelecidos pela legislação florestal (Ribeiro, 2021; Rodrigues *et al.*, 2022; Rocha, 2023). Essas limitações podem dificultar a obtenção de informações mais consistentes sobre a quantidade ótima de madeira a ser colhida, comprometendo o retorno do investimento em manejo florestal.

Tendo isso em vista, este trabalho investiga a contribuição da pesquisa sobre como a produção de volume de madeira por hectare em florestas naturais impacta a viabilidade econômica de projetos de manejo florestal na Amazônia, a partir de um estudo de caso na Floresta Nacional de Caxiuanã. A hipótese é que essa viabilidade pode ser alcançada com produção de volume de madeira por hectare maior ou menor do que as definidas na legislação vigente. O melhor plano de manejo, portanto, é aquele em que a produção alcançada mantém a maior rentabilidade.

Esta pesquisa busca ampliar o conhecimento sobre os fatores que influenciam a viabilidade econômica dos investimentos em manejo florestal para a produção madeireira na Amazônia. O presente trabalho contribui também para reforçar a necessidade de uma abordagem alternativa aos critérios únicos das normas, mostrando que essa viabilidade pode ser alcançada fora dos parâmetros estabelecidos na legislação, assim como evidenciar a importância da flexibilidade normativa para atender à diversidade das florestas amazônicas e os diferentes contextos econômicos. Com base nessas considerações, são apresentados a seguir os objetivos que nortearam o desenvolvimento deste estudo.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Geral

O objetivo geral desta pesquisa é analisar economicamente e financeiramente um plano de manejo florestal madeireiro aplicado à Floresta Nacional de Caxiuanã, em diferentes cenários da produção volumétrica por hectare da floresta.

1.1.2 Específicos

Como objetivos específicos, adota-se:

- Avaliar economicamente e financeiramente um projeto de manejo florestal madeireiro com base na produção volumétrica por hectare adotada na legislação vigente; e
- Realizar análise de sensibilidade em projeto de manejo florestal madeireiro em diferentes cenários da produção volumétrica por hectare da floresta.

2 REFERENCIAL TEÓRICO-CONCEITUAL

2.1 MANEJO FLORESTAL

O manejo florestal é um conceito dinâmico e em constante evolução, descrito como o processo de adoção de princípios e normas que orientam a utilização planejada de florestas naturais e plantadas, considerando aspectos administrativos, econômicos, jurídicos, sociais, técnicos e científicos (Higuchi, 1994; Silva, 1996; FAO, 2011; Gouveia *et al.* 2024). A prática baseia-se na premissa de geração de benefícios ambientais, econômicos e sociais tanto para as gerações atuais quanto para as futuras (Holmes *et al.* 2002; Kant, 2003; Dykstra 2001; de Graaf *et al.* 2003; Sabogal *et al.* 2009; Castro *et al.* 2021; Silva *et al.* 2020). No manejo florestal madeireiro em áreas naturais, o objetivo é ter uma floresta de produção por meio de técnicas de colheita planejada de madeira de espécies arbóreas comerciais (Cysneiros *et al.* 2017; Santos *et al.* 2020; Leão *et al.* 2021; Cardoso *et al.* 2024).

Em um contexto mais abrangente, voltado à valorização dos múltiplos produtos das florestas, a legislação florestal brasileira define o manejo florestal como:

...a administração da floresta para a obtenção de benefícios econômicos, sociais e ambientais, respeitando-se os mecanismos de sustentação do ecossistema objeto do manejo e considerando-se, cumulativa ou alternativamente, a utilização de múltiplas espécies madeireiras, de múltiplos produtos e subprodutos não madeireiros, bem como a utilização de outros bens e serviços de natureza florestal (Brasil, 2012).

A definição de manejo florestal está alinhada com as estratégias previstas na Declaração das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento para a conservação dos recursos naturais. Nesse contexto, as florestas nativas são vistas como fonte de bens e serviços e seu uso racional deve ser incentivado. Além disso, a declaração estabelece como meta a promoção do manejo florestal (Organização das Nações Unidas – ONU, 1992; FAO, 2006; ONU, 2015).

A partir da definição do conceito e das principais características do manejo florestal, deve-se tornar possível a formulação de políticas, estratégias, pesquisas e legislações em nível nacional e internacional. Convém destacar que foi desenvolvido um conjunto de critérios e indicadores que detalham os componentes do manejo florestal e como eles podem ser mensurados (Lindenmayer; Margules; Botkin, 2000; Pokorny; Bauch, 2000; Hummel, 2001; Wijewardana, 2008; Linser *et al.* 2018a; Linser

et al. 2018b). Esses critérios e indicadores possibilitam a aplicação prática do manejo florestal em áreas naturais, por meio de um conjunto de medidas específicas, normatizadas e detalhadas nos Planos de Manejo Florestal Sustentável (PMFS), visando à produção de madeira.

Esse documento, submetido à avaliação do órgão ambiental competente, estabelece as diretrizes técnicas e os parâmetros operacionais a serem adotados, fundamentando-se nos princípios do manejo florestal (MMA, 2006; CONAMA, 2009). As normas em vigência, entre outras disposições, estabelecem critérios técnicos específicos para a colheita de madeira. Tais critérios influenciam diretamente a produção, a composição das espécies manejadas e, conseqüentemente, os indicadores econômicos do projeto. (CONAMA, 2009; Capanema, *et al.* 2022).

Entre as diretrizes que regulamentam os procedimentos técnicos para elaboração, análise e execução de PMFS na Amazônia (Quadro 1), destacam-se a Instrução Normativa nº 5/2006, do Ministério do Meio Ambiente (MMA), e a Resolução nº 406/2009, do Conselho Nacional de Meio Ambiente (Confederação Nacional da Indústria - CNI, 2020).

QUADRO 1 – CRITÉRIOS TÉCNICOS ADOTADOS NAS NORMAS QUE REGULAMENTAM O MANEJO FLORESTAL PARA PRODUÇÃO DE MADEIRA NA AMAZÔNIA

Critérios	Valor definido
Ciclo de Corte	Mínimo 25 anos; Máximo 35 anos
Intensidade Máxima de Corte	21,5 a 30 m ³ ha ⁻¹
Incremento Médio Anual	0,86 m ³ ha ⁻¹ ano ⁻¹
Diâmetro Mínimo de Corte	≥ 50 cm

FONTE: MMA (2006); CONAMA (2009), adaptado pelo autor (2025).

Os critérios definidos apresentam inter-relações diretas: o ciclo de corte (em anos) é determinado pela razão entre a intensidade de colheita e a taxa anual de produtividade volumétrica da floresta. A intensidade de colheita, por sua vez, corresponde ao produto entre a taxa de crescimento e o ciclo de corte (Braz *et al.*, 2015; Oliveira; Jardim; Gomes, 2020). Essa relação demonstra a necessidade de manter o equilíbrio entre a intensidade de corte e o tempo exigido para a reposição do volume extraído, fundamental para a regulação da produção contínua de madeira, sem comprometer a estrutura e a funcionalidade da floresta (CONAMA, 2008).

Outro aspecto a ser considerado são os conceitos fundamentais relacionados ao planejamento para a execução do manejo florestal, visando o baixo impacto. Entre as definições está a de Unidade de Manejo Florestal – UMF, que é a área do imóvel rural ou floresta pública com perímetro definido a partir de critérios técnicos, socioculturais, econômicos e ambientais, objeto de projeto de manejo florestal, visando a obtenção de produtos florestais (Reis et al., 2013).

As UMF são subdivididas em unidades, colhidas de forma sequencial a cada ano, chamadas Unidade de Produção Anual (UPA). Idealmente, a quantidade de UPA deve ser igual ao número de anos do ciclo de corte (Reis et al., 2013). Para o Instituto Floresta Tropical – IFT (2004) a UPA deve ter um tamanho grande o suficiente para que cada unidade seja manejada a cada ano de forma que volte a ser manejada após completar o ciclo de corte.

Destaca-se ainda que a definição do tamanho da UPA influenciará a quantificação e definição dos recursos humanos. Estima-se que, de forma geral, emprega-se 90 trabalhadores para cada 5.000 hectares de floresta a ser manejada (IFT, 2004).

2.1.1 Produção volumétrica

A produção volumétrica dependerá da taxa de produtividade volumétrica, que corresponde ao volume de madeira produzido por unidade de área em determinado período. No manejo florestal, o equilíbrio entre o volume colhido e a taxa de produtividade volumétrica da floresta é essencial para garantir a produção contínua de madeira. Essa condição será alcançada quando a recuperação do volume for igual ou superior ao que foi extraído (Araújo, 2016).

A produtividade anual da floresta definida em $0,86 \text{ m}^3\text{ha}^{-1}\text{ano}^{-1}$ e um ciclo de 35 anos tem o objetivo de orientar a definição da produção volumétrica máxima em até $30 \text{ m}^3\text{ha}^{-1}$ no primeiro ciclo em projetos de manejo florestal na Amazônia. Contudo, os estudos que embasaram tal decisão registraram no período monitorado crescimentos entre $0,1$ e $2,0 \text{ m}^3\text{ha}^{-1}\text{ano}^{-1}$ em diferentes sítios e intensidades das intervenções silviculturais na Amazônia (Silva *et al.* 1995; Higuchi *et al.* 1997; Silva *et al.* 1999; Alder; Silva 2001; Oliveira 2005; Reis *et al.*, 2010). Assim, caso fosse considerado um ciclo de 35 anos (CONAMA, 2008) e as taxas de produtividade observadas nas diferentes áreas, o volume de colheita poderia variar de $3,5$ a $70 \text{ m}^3\text{ha}^{-1}$. Entretanto

áreas de baixa produtividade podem refletir o planejamento ineficiente do talhão (Braz; Mattos; Figueiredo, 2014).

Variações na produtividade de volume da floresta ocorrem em função de diferentes sítios e da dinâmica de crescimento das espécies arbóreas. Essas diferenças levam a ciclos de corte distintos, exigindo manejos específicos e aplicação de tratos silviculturais que acelerem o crescimento das espécies. A adoção de uma taxa de produtividade única para toda a Amazônia, desconsiderando essas características, pode comprometer a produção do manejo florestal (Braz *et al.* 2012; Braz *et al.*, 2014; Siviero *et al.* 2020a; Capanema *et al.* 2022).

Estudos apontam as variações nas taxas de crescimento entre espécies e diferentes sítios (Schöngart, 2008, Schöngart *et al.* 2017). Essas variações resultam em cenários distintos de produtividade que, quando subestimadas, deixam de maximizar a produção, acarretando prejuízos ao setor produtivo. Por outro lado, quando superestimada, compromete a capacidade de recuperação e produção da floresta (Braz; Mattos, 2015; Capanema *et al.*, 2022).

2.2 AVALIAÇÃO ECONÔMICA DE MANEJO FLORESTAL

Examinar cuidadosamente os fatores que podem afetar o êxito de um investimento é parte integrante de qualquer projeto (Settembre-Blundo *et al.*, 2021). Nesse sentido, torna-se fundamental avaliar sua viabilidade econômica, identificar potenciais riscos e oportunidades, e garantir uma tomada de decisão fundamentada e eficaz. Nos empreendimentos florestais o objetivo é a maximização do desempenho econômico das florestas manejadas frente aos diferentes cenários (Rocha, 2023).

O uso de métodos determinísticos é comumente adotado na avaliação econômica pela área acadêmica e empresarial nos diversos segmentos (Choi; Heo; Lee, 2018; Cristea *et al.* 2020; Islam *et al.* 2021). Para Zinkhan e Cubbage (2003), as técnicas de orçamento de capital têm sido o principal meio de análise dos investimentos em floresta. Na pesquisa florestal, esses métodos são amplamente adotados na análise da viabilidade econômica (por exemplo, Ruslandi; Romero; Putz, 2017; Schwartz *et al.* 2017; Siviero *et al.* 2020b; Rodrigues, 2020; Ribeiro, 2021; Cuong *et al.* 2020; Rodrigues *et al.* 2022).

2.2.1 Fluxo de caixa

De acordo com Cubbage *et al.* (2013), o fluxo de caixa corresponde ao registro de todas as entradas e saídas da entidade ou organização envolvida em um projeto, descrevendo quando cada atividade ocorrerá em termos da quantidade de entradas necessárias ou da saída produzida. Para os autores, um fluxo de caixa clássico deve apresentar os conteúdos relacionados aos custos, retornos e retornos líquidos anuais, nos anos em que cada atividade ocorre.

Quando usado nas avaliações de viabilidade de um investimento, adota-se o método do fluxo de caixa descontado. Esse método incorpora três elementos principais: o período considerado, os fluxos de caixa futuros previstos e a taxa de desconto aplicada a esses fluxos de caixa (Kte'pi, 2021).

2.2.2 Valor Presente Líquido – VPL

O Valor Presente Líquido (VPL) é considerado uma técnica robusta e amplamente usada nas análises de investimentos (Souza; Clemente, 2006; Agung; Zuhri, 2023). O método se caracteriza pela transferência para o instante presente de todas as variações de caixa esperadas a partir de uma taxa determinada. Trata-se de levar para a data zero do diagrama de fluxo de caixa todos os recebimentos e desembolsos esperados, com desconto da taxa de juros (Fonseca, 2009).

O VPL é utilizado na mensuração da eficiência econômica de um investimento, com o valor calculado mediante a soma algébrica dos fluxos de caixa descontados até o início do investimento, seguindo uma Taxa Mínima de Atratividade (TMA) (Berger *et al.* 2011). Gitman (2002) demonstra que o VPL é obtido ao subtrair o investimento inicial do valor presente das entradas de caixa, descontadas a uma taxa considerada atrativa, conforme a Equação 1:

$$VPL = \sum_{j=0}^n [R_j(1+i)^{-j} - \sum_{j=0}^n C_j(1+i)^{-j}] \quad (1)$$

em que R_j representa as receitas no período j , C_j indica os custos no período j , i denota a taxa de juros, j o período em que a receita e/ou custo ocorre ($j= 0... n$) e n o número de períodos do horizonte de planejamento.

Para Pilão e Hummel (2002), são considerados interessantes as alternativas de ação cujos resultados sejam positivos ou nulos, sendo que quanto maior o VPL mais interessante, visto que esse valor representará a quantidade de dinheiro ganho, em dinheiro de hoje além da expectativa.

2.2.3 Taxa Interna de Retorno – TIR

A Taxa Interna de Retorno (TIR) é a métrica na literatura de finanças aplicadas na discussão sobre investimentos (Chudy *et al.*, 2020). Essa taxa faz com que a somatória dos fluxos de caixa descontados para o início do período seja igual a zero (Rezende; Oliveira, 2013). O método pode ser definido como a taxa que, se utilizada para desconto dos fluxos de caixa, iguala o VPL a zero, ou seja, equipara o valor presente das entradas ao investimento inicial (Casarotto Filho; Kopittke, 2019), como apresentado na equação 2:

$$VPL = \sum_{j=0}^n \left[R_j (1+i)^{-j} - \sum_{j=0}^n C_j (1+i)^{-j} \right] = 0 = TIR \quad (2)$$

onde, R_j representa as receitas no período j , C_j indica os custos no período j , i denota a taxa de juros, j o período em que a receita e/ou custo ocorre ($j= 0... n$) e n o número de períodos do horizonte de planejamento.

Esse critério permite encontrar a remuneração do investimento em termos percentuais (Pilão; Hummel, 2002), sendo comumente comparada com uma determinada TMA ou com outros investimentos potenciais (Zinkhan; Cabbage, 2003).

2.2.4 Payback Descontado

De acordo com Casarotto Filho e Kopittke (2019, p. 116), o *Payback* descontado ou Tempo de Recuperação do Capital Investido “mede o tempo necessário para que a soma das parcelas descontadas seja, no mínimo, igual ao investimento inicial”.

2.2.5 Custos e Receitas no Manejo Florestal

O sistema de produção é a conversão de um grupo de insumos em bens e serviços. A forma de combinação de insumos para gerar ou fornecer um ou mais bens ou serviços descreve o sistema de produção. Seu completo entendimento é necessário para a viabilidade do investimento e a maximização do lucro (Wagner, 2011).

Ao analisar como os custos se relacionam com a quantidade produzida, é viável segmentar o custo total de produção em duas categorias principais: custos fixos e custos variáveis (Pokorny; Palheta; Steinbrenner, 2011). Em um sistema de produção florestal, é possível identificar essas duas categorias de custos (Berger; Padilha, 2008). No manejo florestal madeireiro, destacam-se custos relacionados ao planejamento, à abertura e logística de estradas, à colheita, ao transporte e aos tratos silviculturais (Braz, 1997; Timofeiczky Júnior, 2005).

Configuram-se como custos fixos todos aqueles que permanecem constantes independentemente do nível de produção ou da área delimitada. Dessa forma, ao ponderar o custo total, esses custos não se alteram conforme o volume produzido (Berger; Padilha, 2008; Pokorny; Palheta; Steinbrenner, 2011). De acordo com Timofeiczky Junior (2005, p. 91), “os custos fixos incluem todas as formas de remuneração decorrentes da manutenção dos recursos fixos”. No manejo florestal, englobam atividades de apoio (alojamento na floresta, veículos de suporte, entre outros) e custos gerais (administração, comunicação e atividades de escritório (Holmes *et al.*, 2002).

Os custos variáveis, por sua vez, referem-se a despesas que, ao serem contabilizadas no custo total, flutuam consoante ao volume de produção, ou seja, estão diretamente relacionadas à quantidade produzida (Berger; Padilha, 2008; Wagner, 2011). À medida que a produção aumenta, os custos variáveis também se elevam proporcionalmente (Pokorny; Palheta; Steinbrenner, 2011). No manejo florestal, os custos variáveis estão relacionados às operações de pré-colheita, colheita e pós-colheita (Quadro 2).

QUADRO 2 – CUSTOS FIXOS E VARIÁVEIS ASSOCIADOS AO MANEJO DE FLORESTAS NATURAIS PARA A PRODUÇÃO DE MADEIRA

(continua)

Custos	Atividades
Fixos	Custos Administrativos - Salários e encargos (administrativo); - Manutenção da sede do projeto;

QUADRO 2 – CUSTOS FIXOS E VARIÁVEIS ASSOCIADOS AO MANEJO DE FLORESTAS NATURAIS PARA A PRODUÇÃO DE MADEIRA

(conclusão)

	- Manutenção de caminhões e máquinas; - Manutenção de veículos de apoio;
Fixos	- Manutenção de estradas principais; - Manutenção de pontes; - Despesas administrativas; - Seguro.
	Depreciação;
	Juros sobre o Capital Próprio
Variáveis	Pré-Colheita
	Elaboração do PMFS e POA;
	Delimitação permanente da Unidade de Produção Anual (UPA);
	- Subdivisão da UPA em Unidades de Trabalho (UT);
	Inventário 100%; - Corte de cipós; - Aberturas de picadas; - Mensuração, avaliação e mapeamento das árvores; - Microzoneamento
	Instalação e medição de parcelas permanentes.
	Colheita
	Operações de colheita; - Demarcação de estradas; - Abertura de estradas secundárias; - Demarcação de pátios de estocagem; - Abertura de pátios de estocagem; - Operações de pátio; - Corte; - Arraste; - Traçamento; - Cubagem; - Operações de controle e origem da madeira; - Transporte.
	Pós-colheita
	Tratos silviculturais; - Corte de cipós; - Favorecimento das espécies remanescentes;
	Proteção florestal;
	Monitoramento da floresta

FONTE: Holmes *et al.* (2002); Timofeiczky Junior (2005); Pokorny; Palheta e Steinbrenner (2011); Ribeiro (2021); Rodrigues *et al.* (2022); Rocha (2023), adaptado pelo autor (2025).

Ainda sobre o conceito de custos, para efeitos tributários, é importante distinguir custos de despesas. De forma simplificada, os gastos relativos ao processo de

produção são considerados custos, enquanto aqueles ligados à administração, às vendas e aos financiamentos são classificados como despesas (Martins, 2003). Os custos são dedutíveis no Lucro Real, e as despesas também podem ser, desde que sejam normais e necessárias, conforme previsto na legislação tributária (Brasil, 1964; Brasil, 2018).

A receita total é determinada por dois indicadores econômicos: preço (P) e quantidade (Q). O preço reflete o valor por unidade e a escassez relativa, influenciado pelas condições de mercado e competição. A quantidade representa tudo o que é adquirido pelo comprador, produzido ou fornecido em um sistema de produção. Assim, $P \cdot Q$ indica o valor para o comprador do bem ou serviço (Wagner, 2011).

No manejo florestal, a receita é obtida a partir da comercialização de diferentes produtos, em consonância com a finalidade do projeto. Na produção de madeira, essa receita é definida pela produção anual de madeira em tora, a partir de um diâmetro mínimo de corte, em determinada área autorizada. Dessa forma, dependerá diretamente da relação entre a produtividade anual da floresta e o ciclo de corte adotado (Timofeiczky Junior, 2005; Rodrigues *et al.*, 2022; Rocha, 2023).

2.3. ANÁLISE DE SENSIBILIDADE

A análise de sensibilidade, em um contexto geral, investiga a incerteza de como as “saídas” de um sistema se relacionam e são influenciadas pelas suas “entradas” (Tarantola *et al.*, 2002; Razavi *et al.*, 2021). Na análise de incerteza, avalia-se a variabilidade da produção; já na análise de sensibilidade, busca-se compreender como essa variabilidade é atribuída às diferentes fontes de entrada (Saltelli, 2002; Saltelli *et al.*, 2019).

A análise de sensibilidade é uma ferramenta eficaz para elucidar diversas questões. Entre elas estão a validação de modelos, a redução da complexidade, a priorização de esforços de pesquisa e a identificação de áreas críticas dentro do domínio de incerteza em análise. Ainda, apoia a tomada de decisões ao quantificar como as variações nas entradas afetam a incerteza dos resultados (Tarantola *et al.*, 2024).

Os produtos da análise de sensibilidade podem incluir quaisquer funções de respostas do modelo. Podem ser mencionadas aquelas que variam num domínio espaço-temporal, como uma função de produção ou de custo na análise de custo-

benefício (Razavi, 2021). Para Schweier *et al.* (2019), recomenda-se a adoção dessa análise na comparação de diferentes cenários econômicos associados às operações florestais. Em florestas naturais, ela é utilizada como ferramenta em pesquisas relacionadas à viabilidade financeira do investimento em manejo florestal (Fischer; Cullen; Ettl, 2017; Schwartz *et al.*, 2017; Ribeiro, 2021).

Por meio da construção de cenários de produtividade, preço da madeira e taxa de desconto, é possível inferir sobre a sensibilidade do VPL e suas alterações no retorno dos investimentos. Essas análises fornecem subsídios importantes para a tomada de decisão em manejo florestal na Amazônia (Rodrigues *et al.*, 2022; Rocha, 2023).

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 MÉTODO DE PESQUISA

Com base nos objetivos, o método de pesquisa adotado é classificado como descritivo. Para Gil (2002, p. 42), esse método tem por objetivo “a descrição das características de determinada população ou fenômeno, ou então, o estabelecimento de relações entre variáveis”. Essas pesquisas medem, avaliam ou coletam dados sobre diversos aspectos, dimensões ou componentes do fenômeno a ser pesquisado (Sampieri; Collado; Lucio 2006).

3.2 ÁREA DE ESTUDO

A área da pesquisa está localizada na Floresta Nacional de Caxiuanã (01° 42' 30" S e 51° 31' 45" W), que abrange parte dos municípios de Portel e Melgaço, estado do Pará (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE, 2017). Com uma área total de 322.400 hectares, compõe o grupo das Unidades de Conservação de Uso Sustentável (Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade - ICMBIO, 2012).

O estudo de caso foi conduzido nas Unidades de Manejo Florestal – UMF I e II, destinadas à concessão florestal para produção de madeira e conduzida pela empresa vencedora da licitação.

A empresa concessionária adota um modelo de gestão unificado dessas duas UMF, sem a segmentação de custos e receitas por unidade manejada. A área total do projeto corresponde a 107.945,15 hectares de efetivo manejo (Benevides Madeiras – BEMAL, 2016a; 2016b). De acordo com o Plano Anual de Outorga Florestal, a área do projeto se enquadra no conceito de UMF grande (acima de 80.000 ha) (Brasil, 2014).

Foram utilizadas como referência duas UPA, uma de cada UMF, colhidas no ano de 2023, totalizando uma área de efetivo manejo de 5.700 ha. O uso das UPA de 2023 como base para as projeções de custos e receitas se justifica por representarem uma fase de maturidade operacional do projeto, momento em que os processos administrativos e operacionais estavam consolidados, refletindo condições mais

estáveis e realistas da produção volumétrica de madeira por hectare, custos e receitas.

3.3 ANÁLISE ECONÔMICA

Para a avaliação econômica, foram utilizadas técnicas para a análise da viabilidade e rentabilidade do projeto de manejo. Para isso, foram adotados métodos determinísticos, tradicionais em análise de investimentos (Rezende; Oliveira, 2013), sendo eles: VPL e TIR.

O VPL foi usado para avaliar os retornos financeiros do investimento, sendo considerado viável o VPL positivo. Para a TIR, o projeto será considerado aceitável se esse indicador for maior quando comparado à taxa de desconto (Cubbage *et al.*, 2015). O uso desses indicadores permite avaliar de forma robusta a viabilidade e a rentabilidade do projeto de manejo florestal madeireiro, mostrando retornos distribuídos ao longo de 30 anos (Rodrigues *et al.*, 2023).

3.3.1 Taxa Mínima de Atratividade - TMA

A TMA correspondeu, neste estudo, ao fator i explicitado na equação 2. Adotou-se o Custo Médio Ponderado de Capital (CMPC) como a TMA do projeto, que simboliza a taxa de retorno mínima exigida pelos financiadores de capital (Kánová *et al.*, 2024). Isso proporcionou uma visão ampla do custo de capital do projeto de manejo florestal que comumente utiliza fontes de financiamento. O uso do CMPC assegura que a taxa de desconto seja representativa em projetos de manejo florestal (Tribunal de Contas da União – TCU, 2021; TCU, 2023; Rocha, 2023).

O CMPC correspondeu à média ponderada dos custos de capital próprio e dos custos de capital de terceiros, considerando as proporções relativas de utilização de cada fonte de capital (Bueno; Paulillo; Meirelles, 2020; Charisma; Amir, 2020). O CMPC foi calculado por meio da Equação 3, adaptada de Kukharenko, Stern e Gorsky (2018), que agrega o modelo de precificação de ativos de capital (Capital Asset Pricing Model – CAPM) para a determinação do custo do capital próprio.

$$CMPC = (r_f + \beta \cdot ERP + c_r) \cdot \frac{E}{V} + \frac{I}{D} \cdot \frac{D}{V} \cdot (1 - \tau) \quad (3)$$

em que: $CMPC$ é o Custo Médio Ponderado de Capital que reflete a taxa de desconto do projeto; r_f é a taxa de juros livre de risco; β é o indicador de volatilidade da rentabilidade do capital financeiro de empresas do setor florestal em relação à mudança na rentabilidade do mercado financeiro; ERP corresponde ao retorno que o mercado de ações oferece superior ao retorno de um ativo financeiro livre de risco; c_r prêmio de risco-país; E é o valor de mercado da empresa; V é o custo do capital total; Ir os pagamentos de juros sobre obrigações de curto e longo prazo da empresa; D é o custo das responsabilidades da empresa no final do exercício; τ é a taxa de imposto de renda.

A taxa de juros livre de risco (r_f) estabelecida para esse estudo foi de 3,71% a.a., com base na média geométrica da taxa de títulos do Tesouro Americano 10-Year Rate on Treasury Bonds (Kánová *et al.*, 2024), referente ao período de 02/01/1990 a 12/10/2024 (United States Department of the Treasury, 2024). O valor de β foi de 1,94 para empresas do setor florestal e papel em Damodaran (2024), refletindo a sensibilidade do setor às flutuações do mercado (Guaita-Pradas; Blasco-Ruiz, 2020). No ano de 2025, o valor de β foi alterado para 1,07 na fonte citada, no entanto, a baixa influência no resultado e o valor adotado aumentam o custo ponderado de capital, o que leva o seu cálculo para a margem de segurança, por isso manteve-se na análise 1,94.

O ERP, como prêmio de risco de mercado, foi de 0,15%, definido pelo retorno projetado do portfólio de mercado de 3,86%, baseado no S&P Global Timber & Forestry Index - 10 Year, da Dow Jones, do dia 11/12/2024, menos a taxa livre de risco (r_f) (Rocha *et al.*, 2024). Para o cálculo do Prêmio de Risco País (PRP) foi adotada a média geométrica da série histórica do *Emerging Markets Bond Index Plus* (EMBI) + Risco Brasil no período de 29/04/1994 a 30/07/2024 (Ipeadata, 2024), definida em 3,80% a.a. A participação do capital próprio (E/V) foi de 66,08%. O custo do capital próprio foi calculado em 7,80%.

Por não dispor de informações sobre os pagamentos de juros sobre obrigações de curto e longo prazo (Ir), substituiu-se a razão Ir/D na equação 3. Assim, para determinar o custo de capital de terceiros, foi considerada a taxa livre de risco acrescida de um *spread* de 2,42%, conforme os estudos de Rocha *et al.* (2024) e Ghazaryan, Asoyan e Melik-Parsadanyan (2024), resultando em 6,13%. O *spread* adicionado levou em conta a classificação Ba1 para o Brasil, que indica um grau

especulativo moderado. A participação do capital de terceiros (D/V) foi de 33,92%. A alíquota do imposto de renda foi de 34%, sendo 25% da alíquota para regime de Lucro Real, mais 9% da Contribuição Social sobre o Lucro Líquido (CSLL).

O uso do CMPC permitiu estimar uma taxa nominal em 6,53% ao ano. Para aplicação da taxa de desconto ao fluxo expresso em preços constantes, a taxa nominal foi transformada em taxa real por meio da Equação (4), apresentada por Fisher (1930).

$$r = \frac{1+i}{1+\pi} - 1 \quad (4)$$

em que: i representa a taxa nominal, π a taxa de inflação, e r a taxa real.

Foi considerada uma inflação futura de 3,0%, por ser a meta definida pelo Banco Central do Brasil - BCB (2025) vigente à época da elaboração do estudo. O uso da meta está alinhado aos estudos do setor, como em Moreira et al. (2022) e Banco Mundial (2010), adotando em projeções de longo prazo. Dessa forma, a taxa real de desconto aplicada à análise foi de 3,42%.

3.3.2 Receitas e Custos

A receita bruta foi calculada com base no volume de madeira em tora produzido e comercializado, multiplicado pelo preço unitário da madeira (R\$/m³), tendo em vista as diferentes espécies colhidas listadas na Tabela 1. Foi adotado o preço da madeira de cada espécie praticado pela empresa. As espécies e volume foram resultantes da colheita das UPA executadas em 2023 e foram projetadas para as UPA futuras.

TABELA 1 - LISTA DE ESPÉCIES COLHIDAS E VOLUME POR HECTARE NA UNIDADE DE PRODUÇÃO ANUAL 2023 DO PROJETO DE MANEJO FLORESTAL MADEIREIRO NA FLONA CAXIUANÃ

(continua)

Nome científico	Nome popular	Volume (m ³ ha ⁻¹)
<i>Astronium lecointei</i>	Muiracatiara	0,59
<i>Bagassa guianensis</i>	Tatajuba	0,03
<i>Bowdichia nitida</i>	Sucupira	0,09
<i>Carapa guianensis</i>	Andiroba	0,02

TABELA 1 - LISTA DE ESPÉCIES COLHIDAS E VOLUME POR HECTARE NA UNIDADE DE PRODUÇÃO ANUAL 2023 DO PROJETO DE MANEJO FLORESTAL MADEIREIRO NA FLONA CAXIUANÃ

		(conclusão)
<i>Caryocar gracile</i>	Pequiá	0,14
<i>Chrysophyllum venezuelanense</i>	Guajará	0,00
<i>Couratari guianensis</i>	Tauari	1,04
<i>Dinizia excelsa</i>	Angelim-vermelho	0,77
<i>Dipteryx odorata</i>	Cumarú	0,37
<i>Endopleura uchi</i>	Uxi	0,11
<i>Enterolobium contortisiliquum</i>	Orelha-de-macaco	0,13
<i>Erismia uncinatum</i>	Quarubarana	1,39
<i>Goupia glabra</i>	Cupiúba	0,43
<i>Hymenaea coubaril</i>	Jatobá	0,39
<i>Hymenolobium petraeum</i>	Angelim-pedra	0,41
<i>Manilkara huberi</i>	Massaranduba	2,06
<i>Manilkara paraensis</i>	Maparajuba	1,07
<i>Mezilaurus itauba</i>	Itaúba	0,02
<i>Ocotea pubescens</i>	Louro	0,09
<i>Ocotea rubra</i>	Louro-vermelho	0,01
<i>Piptadenia suaveolens</i>	Timborana	0,17
<i>Pouteria caimito</i>	Abiurana	0,36
<i>Pouteria oppositifolia</i>	Guajará Bolacha	0,82
<i>Qualea paraensis</i>	Mandioqueiro	0,12
<i>Roupala montana</i>	Louro-faia	0,03
<i>Sextonia rubra</i>	Louro-vermelho	0,03
<i>Terminalia tanibouca</i>	Tanibuca	0,15
<i>Vatairea guianensis</i>	Fava-amargosa	0,51
<i>Vochysia guianensis</i>	Quarubatinga	0,18
<i>Licaria cannella</i>	Louro-canela	0,08
Total		11,63

FONTE: Benevides Madeiras – BEMAL (2024), adaptado pelo autor (2025).

Os custos de produção foram categorizados em fixos e variáveis. Os custos fixos englobaram despesas recorrentes e independentes do volume de produção, como taxas e impostos, salários e encargos, custos administrativos, depreciação e não remuneração do capital investido, conforme informações detalhadas no Quadro 2. A manutenção foi segmentada em manutenção preventiva (custo fixo) e manutenção corretiva (custo variável).

Os custos variáveis foram determinados a partir do volume de madeira em tora produzido e segmentados, considerando as diferentes etapas do manejo florestal madeireiro (pré-colheita, colheita e pós-colheita) (Holmes *et al.*, 2002).

O valor dos *royalties* pagos ao poder concedente pelo direito de manejar a área foi concebido como custo variável. O valor é calculado com base na produção de

madeira no ano, multiplicando-se pelo valor por metro cúbico, definido em contrato firmado entre a empresa e o Serviço Florestal Brasileiro (Rodrigues *et al.*, 2022).

Os impostos foram classificados tanto como custos fixos quanto como custos variáveis, a depender da natureza do tributo (Mendes; Hildebrand, 1997). Como custos variáveis, foram ponderados o Imposto de Renda (IR) e a Contribuição Social sobre o Lucro Líquido (CSLL). Em relação ao aspecto tributário, foi realizada a distinção entre custos e despesas, pois impactam diretamente na apuração do Lucro Real e a base de cálculo do Imposto de Renda e da Contribuição Social sobre o Lucro Líquido (CSLL).

Após o levantamento dos custos de produção, foi realizada a quantificação monetária para um metro cúbico de madeira e o percentual dos custos fixos e variáveis e seus componentes.

3.3.4 Fluxo de caixa

O fluxo de caixa descontado foi projetado para um horizonte de planejamento de 30 anos, expresso a preço constantes, correspondente ao ciclo de corte adotado no projeto de manejo. As alternâncias entre entradas e saídas de caixa, com mais de uma inversão ao longo desse período, caracterizam o fluxo de caixa como não convencional (Pietrunti; Signoretti, 2020).

Para a elaboração do fluxo de caixa, foram considerados os dados de custos e receitas das UPA do ano de 2023, projetados para os períodos futuros. A área restante, ainda não manejada, foi igualmente dividida entre os períodos futuros, em conformidade com o ciclo de produção de 30 anos do projeto.

3.3.5 Coleta de dados

Os dados referentes aos parâmetros técnicos adotados para a produção de madeira foram obtidos no Plano de Manejo Florestal e no Plano Operacional Anual (POA) do ano de 2023, ambos aprovados pelo órgão ambiental. Esses documentos técnicos descrevem o conjunto de atividades correspondentes ao zoneamento, ao planejamento, à implantação e à execução do projeto (CONAMA, 2009).

As informações relativas ao volume de madeira produzido em um ano na área de manejo e às espécies que compuseram a colheita, foram obtidas por meio das

Autorizações de Exploração Florestal (Anexos 1 e 2), emitidas pelo órgão ambiental, bem como por meio dos relatórios de transporte e comercialização referentes à safra de 2023, fornecidos pela empresa detentora do projeto de manejo florestal.

A base de dados primários utilizada nos estudos financeiros foi obtida a partir de um levantamento detalhado, realizado para um ano de operação, abrangendo todos os custos e receitas associados à produção de madeira em tora e ao seu transporte até o pátio principal do projeto, localizado dentro da UMF.

Os dados utilizados neste estudo foram organizados e processados em planilhas eletrônicas no *software* Microsoft Excel®. As representações gráficas foram elaboradas empregando a linguagem R.

3.3 ANÁLISE DE SENSIBILIDADE

A análise de sensibilidade foi adotada com o objetivo de avaliar os efeitos no resultado a partir de modificações pré-definidas das variáveis (Saltelli *et al.*, 2004). Essas variáveis foram escolhidas pelo *stakeholder* e inseridas no modelo para estudar o impacto correspondente. Considerou-se a capacidade desse método de fornecer informações para otimizar processos e subsidiar a tomada de decisão (Brainard; Lovett; Bateman, 2006; Navarrete; Bustos, 2013).

Foi adotada a simulação de cenários, avaliando variações na produtividade anual de volume da floresta ($\text{m}^3\text{ha}^{-1}\text{ano}^{-1}$) e no preço da madeira ($\text{R}\$/\text{m}^3$). Ao se estabelecer uma modificação pré-definida nas variáveis, esse método pode ser caracterizado como um tipo particular de análise de sensibilidade (Accastello *et al.*, 2018).

Foram testados cenários simulando a exclusão de espécies da colheita como medida proibitiva, alterando a composição de espécies e, consequentemente, a receita do projeto. A análise desses cenários possibilita identificar, entre um grupo de alternativas, qual é a mais adequada, apoiando o processo de tomada de decisão (Hoogstra-Klein; Hengeveld; Jong, 2017).

A estimativa do volume de produção para cada cenário foi obtida dividindo-se a área total de efetivo manejo do projeto (107.945,15 ha) pelo ciclo de corte estabelecido (30 anos) (Benevides Madeiras – BEMAL, 2016a; 2016b), resultando em trinta UPA de 3.598,17 ha cada. Essa área foi multiplicada pela intensidade máxima

de corte referente a cada taxa de produtividade, chegando ao volume produzido anualmente.

Os fluxos de caixa foram construídos adotando os custos e receitas estimados no estudo de caso para cada metro cúbico de madeira e um horizonte de trinta anos. A receita foi calculada multiplicando o preço médio da madeira identificado no projeto pelo volume estimado de cada espécie proporcionalmente nos diferentes cenários. Os custos fixos foram mantidos constantes, enquanto os custos variáveis foram ajustados proporcionalmente ao volume de produção previsto em cada cenário.

3.3.1 Variações na produção volumétrica por hectare

A partir da identificação dos parâmetros técnicos caracterizados no manejo florestal, foram testadas variações na taxa de produtividade de volume da floresta. Esse fator é fundamental na regulação da produção florestal, pois está associada ao ciclo de corte e define a máxima produção volumétrica por hectare da colheita de madeira a ser aplicada na floresta no primeiro ciclo (Reis *et al.*, 2017; Oliveira; Jardim; Gomes, 2020). Foram testados três cenários: Pessimista, Legislação e Otimista (Tabela 2).

TABELA 2 - CENÁRIOS COM AS VARIAÇÕES NA PRODUÇÃO VOLUMÉTRICA POR HECTARE DA FLORESTA

Variável	Pessimista	Legislação	Otimista
Taxas de produtividade ($\text{m}^3\text{ha}^{-1}\text{ano}^{-1}$)	0,2	0,86	2,0
Ciclo de corte (anos)	30	30	30
Intensidade máxima de corte (m^3ha^{-1})	6,0	25,8	60,0

FONTE: Silva *et al.* (1995); Higuchi *et al.* (1997); Silva *et al.* (1999); Alder; Silva (2001); Oliveira (2005); CONAMA (2009); Reis *et al.* (2010); Souza *et al.* (2017), adaptado pelo autor (2025).

Os valores informados como intervalo mínimo e máximo da taxa de produtividade de volume seguiram estudos de monitoramento do crescimento volumétrico realizados em diferentes sítios na Amazônia. As pesquisas indicam uma variação de 0,1 a 2,0 $\text{m}^3\text{ha}^{-1}\text{ano}^{-1}$ (Silva *et al.*, 1995; Higuchi *et al.*, 1997; Silva *et al.*, 1999; Alder; Silva 2001; Oliveira 2005; Reis *et al.*, 2010; Souza *et al.*, 2017). Esses valores estabeleceram uma faixa que possibilitou a avaliação dos resultados do VPL

em cenários de produtividade extrema, tendo em vista as condições limites de operação.

O cenário Pessimista simulou condições adversas da produção volumétrica por hectare da floresta. Foi considerado $0,2 \text{ m}^3\text{ha}^{-1}\text{ano}^{-1}$, o que representou uma redução superior a 75% na produtividade em relação à taxa definida na legislação.

Essa taxa de crescimento proposta aproximou-se de outras verificadas em florestas naturais (Oliveira, 2005; van Gardingen; Valle; Thompson, 2006). Baixas taxas de crescimento em volume geralmente estão relacionadas às espécies comerciais de crescimento reduzido, segundo Araújo (2016) e Pinto (2020). Alguns exemplos para *Handroanthus* sp. (ipês), *Manilkara* sp. (maçaranduba), *Dipteryx* sp. (cumarú) e *Hymenaea courbaril* (jatobá) podem ser observados em Andrade, Costa e Carvalho (2024). Contudo, para Alder et al (2002) e Braz et al (2022) o incremento dessas espécies estão entre médio e alto.

O valor de $25,8 \text{ m}^3\text{ha}^{-1}$ para o cenário denominado Legislação adotou o volume máximo autorizado na norma vigente que regulamenta o manejo florestal na Amazônia. A norma define que a floresta cresce em média $0,86 \text{ m}^3\text{ha}^{-1}\text{ano}^{-1}$, portanto, em um ciclo de 30 anos a produção foi limitada a $25,8 \text{ m}^3\text{ha}^{-1}$ (CONAMA, 2009).

Utilizando uma produtividade de $2,0 \text{ m}^3\text{ha}^{-1}\text{ano}^{-1}$, o cenário Otimista refletiu uma alta produtividade volumétrica e condições favoráveis para alcançar o melhor desempenho econômico (Enríquez-de-Salamanca, 2021). O valor adotado representou mais que o dobro da taxa estabelecida pela norma.

Taxas iguais ou acima da proposta para o cenário otimista nesse estudo foram observadas em Silva *et al.* (1995; 1996), Oliveira (2005), Costa, Silva e Carvalho (2008) e Reis *et al.* (2010), após uma intensidade de colheita de $73 \text{ m}^3\text{ha}^{-1}$, assim como em Schwartz *et al.* (2017) e Carneiro *et al.* (2019), após a aplicação de tratamentos silviculturais pós-colheita, como o enriquecimento de clareiras e desbaste. Os estudos destacaram ainda que essas taxas incluem nas análises novas espécies comerciais e um diâmetro mínimo de 20 cm, em diferentes períodos posteriores à colheita.

Na análise realizada, foi possível identificar a magnitude do impacto causado pelas variações na produção volumétrica por hectare da floresta sobre os resultados financeiros do manejo florestal madeireiro. A análise de sensibilidade do VPL focalizou cada unidade de área, em função da variação desse parâmetro e a interferência da variável de entrada no retorno financeiro do investimento (Rodrigues, 2020). Essa

técnica permitiu avaliar como alterações nas premissas iniciais impactaram o desempenho econômico do projeto (Karim; Mohammad, 2023).

3.3.2 Variações no preço da madeira

Nessa análise, variou-se o preço cobrado pelo metro cúbico da madeira para cada cenário de produção volumétrica por hectare (Pessimista, Legislação e Otimista). As variações percentuais corresponderam a $\pm 5\%$ e $\pm 10\%$ no valor de referência. Esses percentuais foram definidos com base na variabilidade observada na série de preços do Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada - CEPEA para o estado do Pará. O preço da madeira geralmente apresenta variações por fatores, como condições de mercado, condições climáticas (Vaezin *et al.*, 2022) e sazonalidade institucionalizada por meio do calendário florestal, dividido em períodos de safra e embargo. Avaliar variações no preço da madeira torna-se importante, pois podem influenciar na decisão do investimento e no desenvolvimento da lucratividade (Rocha, 2023).

3.3.3 Simulação de restrições de espécies comerciais

Foram criados cenários simulando a proibição de corte de espécies do projeto por inclusão em listas de espécies ameaçadas de extinção, avaliando o impacto na viabilidade econômica da atividade. Os critérios de inclusão em listas de espécies sob risco de extinção estão relacionados com o tamanho e a taxa de declínio da população, a área de distribuição e o impacto da exploração humana (International Union for Conservation of Nature - IUCN, 2000). Dessa forma, a comercialização considerada excessiva de algumas espécies com alto valor no mercado internacional é tida como ameaça à essas populações.

Entre as 30 espécies manejadas no projeto (Tabela 1), foram selecionadas as cinco espécies com maior representatividade de volume comercializado. O resultado foi comparado à lista das cinco espécies florestais nativas com maior volume comercializado nos mercados interno e externo pelo Brasil (Tabela 3).

TABELA 3 - VOLUME DE MADEIRA DAS CINCO ESPÉCIES FLORESTAIS MAIS COMERCIALIZADAS NO BRASIL DESTACADAS DO RELATÓRIO DOCUMENTO DE ORIGEM FLORESTAL – DOF

Espécie	Volume (m³)
<i>Manilkara huberi</i>	725.053,58
<i>Goupia glabra</i>	633.705,86
<i>Couratari guianensis</i>	552.793,07
<i>Dinizia excelsa</i>	550.160,57
<i>Araucaria angustifolia</i>	415.183,96

FONTE: IBAMA (2017), adaptado pelo autor (2025).

A lista com as espécies mais comercializadas foi obtida a partir do relatório de 2017 do Sistema DOF (Documento de Origem Florestal) do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA). O relatório, que é o mais recente disponibilizado para consulta, mostra o volume da madeira em tora, além de produtos e subprodutos comercializados no ano. As espécies ocorrentes nas duas listas foram *M. huberi* e *C. guianensis* (Tabela 4).

TABELA 4 - RELAÇÃO DAS CINCO ESPÉCIES COM MAIOR VOLUME DE MADEIRA COMERCIALIZADO NO BRASIL E MAIOR VOLUME COLHIDO NO PROJETO DE MANEJO FLORESTAL AVALIADO

Posição	Relatório Documento de Origem Florestal	Projeto de Manejo – FLONA Caxiuanã
1ª	<i>Manilkara huberi</i>	<i>Manilkara huberi</i>
2ª	<i>Goupia glabra</i>	<i>Erismia uncinatum</i>
3ª	<i>Couratari guianensis</i>	<i>Manilkara paraenses</i>
4ª	<i>Dinizia excelsa</i>	<i>Couratari guianensis</i>
5ª	<i>Araucaria angustifolia</i> ¹	<i>Pouteria oppositifolia</i>

FONTE: IBAMA (2017); Benevides Madeiras – BEMAL (2024), adaptado pelo autor (2025).

As duas espécies foram excluídas da colheita, simulando o impacto econômico de medidas restritivas no manejo florestal. Foi avaliado o impacto na viabilidade econômica por meio do VPL obtido para os diferentes cenários de taxa de produtividade de volume, Pessimista, Legislação e Otimista.

¹ *Araucaria angustifolia* está na Lista Oficial da Flora Ameaçada (Portaria MMA nº 443/2014, atualizada pela 148/2022). Como espécie ameaçada, seu corte/exploração é restrito. Na Mata Atlântica, o CONAMA 278/2001 veda o corte/exploração de espécies ameaçadas, salvo hipóteses excepcionais e com autorização específica. Contudo, a espécie figura entre as mais comercializadas no Brasil, na lista consultada.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 ANÁLISE ECONÔMICA

Os resultados alcançados por meio dos métodos determinísticos indicaram a viabilidade econômica do projeto de manejo florestal madeireiro analisado. A produção média foi de $11,63 \text{ m}^3\text{ha}^{-1}$, para um total de 30 espécies comercializadas e um ciclo de corte de 30 anos.

O VPL positivo mostrou que, após descontar o fluxo de caixa à taxa utilizada, o valor presente dos retornos é superior ao investimento inicial (Tabela 5). A TIR calculada (9,949%) supera a TMA (3,42%) exigida para justificar o investimento, evidenciando um resultado financeiramente atrativo. O tempo necessário para que o somatório das parcelas descontadas seja, no mínimo igual ao investimento inicial foi de 8 anos.

TABELA 5 - INDICADORES CALCULADOS NA ANÁLISE ECONÔMICA DE PROJETO DE MANEJO FLORESTAL MADEIREIRO NA FLONA DE CAXIUANÃ

Indicador	Valor
VPL (R\$ ha ⁻¹)	316,15
TIR (%)	9,94
<i>Payback</i> (anos)	8

FONTE: O autor (2025).

As pesquisas sobre a viabilidade econômica de projetos de manejo florestal na Amazônia indicam resultados divergentes. Essas diferenças podem estar associadas a fatores, como produtividade, escala, modelo operacional (comunitário, concessão ou privado) (Humphries *et al.*, 2012; Rodrigues *et al.*, 2022) e aos sistemas de manejo adotado (de Graaf; Filius; Santos, 2003; Sales *et al.*, 2021; Gama *et al.*, 2022).

Assim como no projeto avaliado, outros projetos de manejo florestal madeireiro sob concessão demonstraram viabilidade econômica. Ribeiro (2021) encontrou um VPL de R\$ 231,37 ha⁻¹ com aproximadamente metade da área manejada em relação ao projeto objeto deste estudo, o que pode ser explicado pela maior produção ($14,38 \text{ m}^3\text{ha}^{-1}$), menor valor de *royalties* pagos e menor investimento inicial. Para alcançar indicadores positivos ou maior rentabilidade, os projetos dependem de maiores taxas

de produtividade da floresta e baixos valores dos *royalties* pagos (Rocha *et al.*; 2024; Lima *et al.*, 2024a). Ao avaliar a concessão da FLONA do Jamari, Rodrigues *et al.* (2019) indicaram que a produção volumétrica mínima necessária para garantir a viabilidade econômica do manejo deve ser de 17,75 m³ha⁻¹.

Outras pesquisas afirmam que o manejo florestal tem sua viabilidade comprometida na modalidade de concessão. Ao comparar diferentes modalidades de manejo na Amazônia, Rodrigues *et al.* (2022) identificaram VPL de -R\$ 14,51 ha⁻¹ para concessão estadual e -R\$ 79,63 ha⁻¹ para concessão federal, demonstrando que as receitas não superam os custos. Os autores reforçam que a modalidade de manejo comunitário foi a única que apresentou VPL positivo, resultado atribuído à isenção no pagamento de *royalties* e subsídios iniciais, confirmando o alto impacto desses custos na viabilidade do manejo florestal.

As limitações e os desafios financeiros, como o alto custo do investimento inicial, sobretudo com a aquisição de máquinas e equipamentos, representam um dos principais obstáculos enfrentados pelos investidores em manejo florestal (Angelo *et al.*, 2016; Rodrigues *et al.*, 2023). O tempo necessário para recuperar o investimento é excessivamente longo (Morkovina *et al.*, 2024), além de limitar a participação de pequenos e médios produtores na atividade (Frey *et al.*, 2021).

No caso avaliado esse tempo foi calculado em 8 anos. Entretanto, deve-se ter cautela na análise desse resultado, pois o longo ciclo do manejo florestal leva a reinvestimentos, impactando negativamente o fluxo de caixa nos anos posteriores, levando a variações no valor presente acumulado.

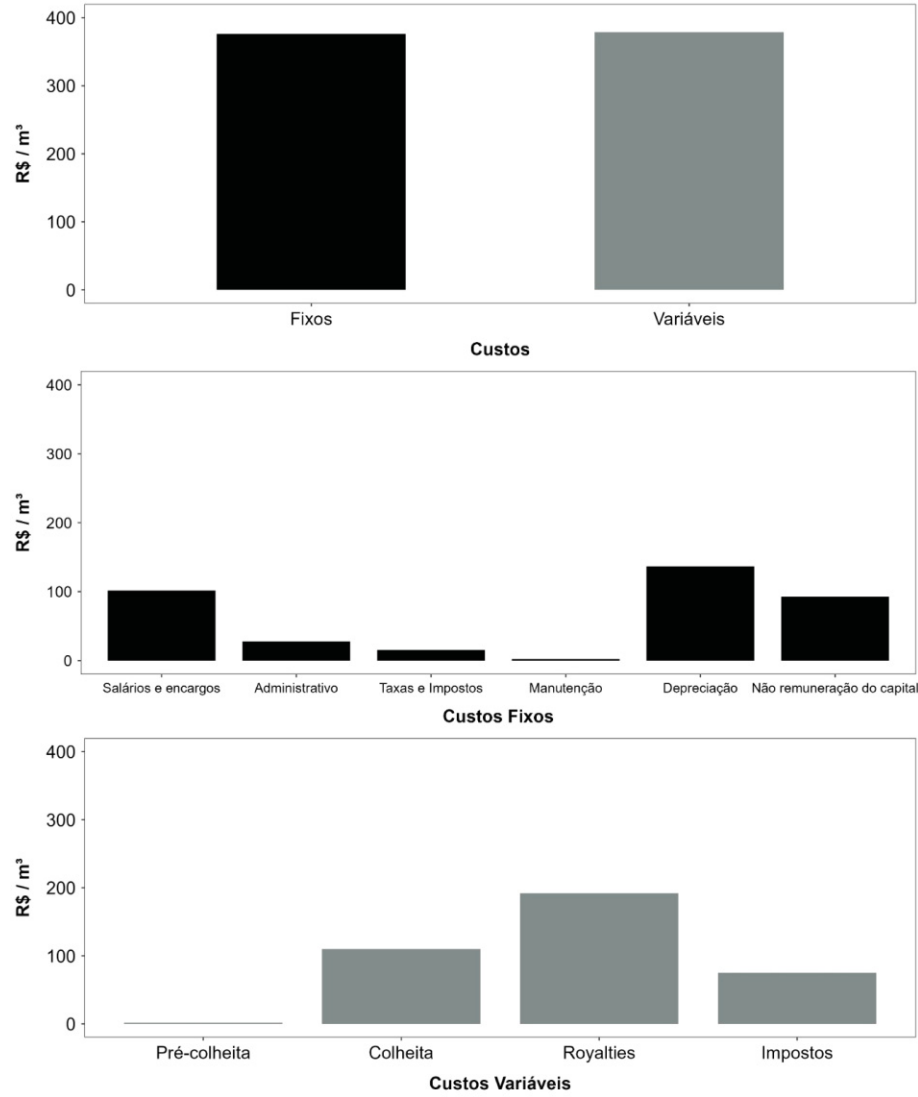
O custo de produção do projeto analisado foi estimado em R\$ 755,00/m³, sendo 50,17% correspondente aos custos variáveis e 49,83% aos custos fixos (Figura 1). Esse resultado corrobora a tendência de os custos variáveis representarem a maior parcela nos projetos de manejo florestal na Amazônia. Ademais, eles também representaram maior percentual no manejo florestal madeireiro em área privada, como relatado por Timofeiczky Junior *et al.* (2005) (63,6%) e por Ribeiro (2021) (77,83%), em área de concessão florestal.

A combinação de alguns fatores explica a disposição dos custos variáveis representarem a maior parte do custo operacional. Incluída nos custos variáveis, a etapa de colheita é a mais onerosa do manejo florestal (Holmes *et al.*, 2002), porque envolve a abertura de estradas e pátios, a derruba, o corte, o arraste e o transporte da madeira, operações que enfrentam dificuldades de logística e alto consumo de

combustível (Medjibe; Putz, 2012; Dulsalam *et al.*, 2021). Somados a isso, no caso das concessões, os custos dos *royalties* pagos pela madeira são considerados como variáveis.

Os *royalties* pagos pela matéria-prima representaram mais da metade do custo variável (50,68%) e o maior custo do projeto (25,42%). O valor pago ao poder concedente foi de R\$ 191,94/m³. O custo relacionado aos *royalties* no fluxo de caixa foi estimado por Rodrigues *et al.* (2023) em 24,45%. O impacto considerável desse custo corrobora também os resultados de Lima *et al.* (2024a) e Rocha *et al.* (2024), que avaliaram investimentos nessa modalidade de manejo.

FIGURA 1 – ESTRUTURA DE CUSTOS DO PROJETO DE MANEJO FLORESTAL MADEIREIRO NA FLORESTA NACIONAL DE CAXIUANÃ



FONTE: Benevides Madeiras – BEMAL (2024), adaptado pelo autor (2025).

As empresas concessionárias na FLONA Caxiuanã pagam ao Serviço Florestal Brasileiro (SFB) o maior valor de *royalties* entre as concessões florestais (Ribeiro, 2021), ainda assim o projeto avaliado foi viável economicamente. Isso pode ser justificado pelo preço da madeira em tora praticado pela empresa que foi, em média, R\$ 850,19/m³, preço superior aos observados nos estudos de Ribeiro (2021), com valor médio de R\$ 635,20/m³ e em Rodrigues *et al.* (2022), comercializada a R\$ 391,20/m³, o que inviabilizaria o projeto avaliado.

O custo com as operações de colheita foi de R\$ 110,00/m³, o segundo maior entre os custos variáveis. O combustível foi o principal componente no custo da colheita (R\$ 74,49/m³) (Apêndice 1), seguido pelo transporte da madeira (R\$ 17,50/m³). Os impostos impactaram os custos variáveis em R\$ 75,15/m³ (19,84%). As atividades de pré-colheita tiveram o menor custo variável: R\$ 1,66/m³.

Não foram identificados custos de atividades pós-colheita no projeto, associadas à aplicação de tratamentos silviculturais e monitoramento da floresta, fundamentais para a produção contínua de madeira. A aplicação dos tratos silviculturais promove o aumento da produtividade e da qualidade da floresta após o primeiro ciclo. O monitoramento acompanha o crescimento das árvores remanescentes e da regeneração natural, auxiliando no processo de tomada de decisão sobre quais espécies devem ser priorizadas e as técnicas a serem utilizadas.

Entre os custos fixos, a depreciação foi responsável pelo maior percentual, 36,34%. Essa categoria reflete a perda de valor dos ativos (máquinas, equipamentos e infraestrutura) ao longo do tempo e o resultado destacou o alto capital imobilizado necessário para a operação do projeto.

A depreciação é um elemento importante nas análises econômicas do manejo florestal, caracterizado pelo alto valor de aquisição de máquinas e equipamentos, pois permite a incorporação progressiva do valor dos ativos fixos nos custos correntes. Isso se justifica pela perda de capacidade operacional de ativos fixos e, consequentemente, a redução do seu valor ao longo do tempo (Skornyakova, 2020).

A categoria de salários e encargos correspondeu a 27,00%, sendo o segundo maior custo fixo do projeto, seguido dos custos com a não remuneração do capital (24,63%). Os outros custos correspondem a administrativo (7,31%), taxas e impostos (4,09%) e manutenção preventiva (0,62%). A categoria de salários e encargos comumente figura entre os mais representativos nos custos fixos (Timofeiczky Junior *et al.*, 2005; Humphries *et al.*, 2020; Ribeiro, 2021).

A diferença entre o volume planejado para colheita e o volume de madeira efetivamente colhido foi considerável. Apesar da norma autorizar a colheita de até $25,8 \text{ m}^3\text{ha}^{-1}$ para o projeto avaliado (CONAMA, 2009), o volume planejado foi de $21,3 \text{ m}^3\text{ha}^{-1}$ (Apêndice 2), sendo que apenas $11,6 \text{ m}^3\text{ha}^{-1}$ foi efetivamente colhido, o que elevou o custo unitário da madeira. O aproveitamento de apenas 54,6% indica que, apesar da viabilidade econômica do projeto, um maior rendimento na colheita resultaria em melhores resultados, aumentando essa viabilidade.

O volume colhido foi metade do recomendado para garantir a viabilidade de projetos em concessão (Lima *et al.*, 2024a), mas, ainda assim, o projeto demonstrou viabilidade financeira. No entanto, a incerteza quanto à produtividade nos diferentes anos de execução em projetos de manejo torna essa atividade de elevado risco, podendo também comprometer a viabilidade financeira de ciclos futuros (Piponiot *et al.*, 2019; Rodrigues *et al.*, 2022; Romero *et al.*, 2024). Não foi possível identificar, nesse estudo, os fatores responsáveis pelo baixo rendimento da colheita.

Alguns fatores estão associados ao baixo aproveitamento da colheita, afetando a produtividade e a viabilidade econômica em áreas manejadas e que podem ter influenciado os resultados da área analisada. Entre elas estão a falta de mão de obra qualificada (Lima *et al.*, 2020) e estimativas com baixa acuidade do volume de madeira antes da colheita (Cardoso *et al.*, 2024). Além disso, contribuem para a baixa produtividade a falta de planejamento eficiente para implantação da infraestrutura (Moraes *et al.*, 2023) e a alta ocorrência de árvores ocas (Almeida; Silva; Steinbrenner, 2022).

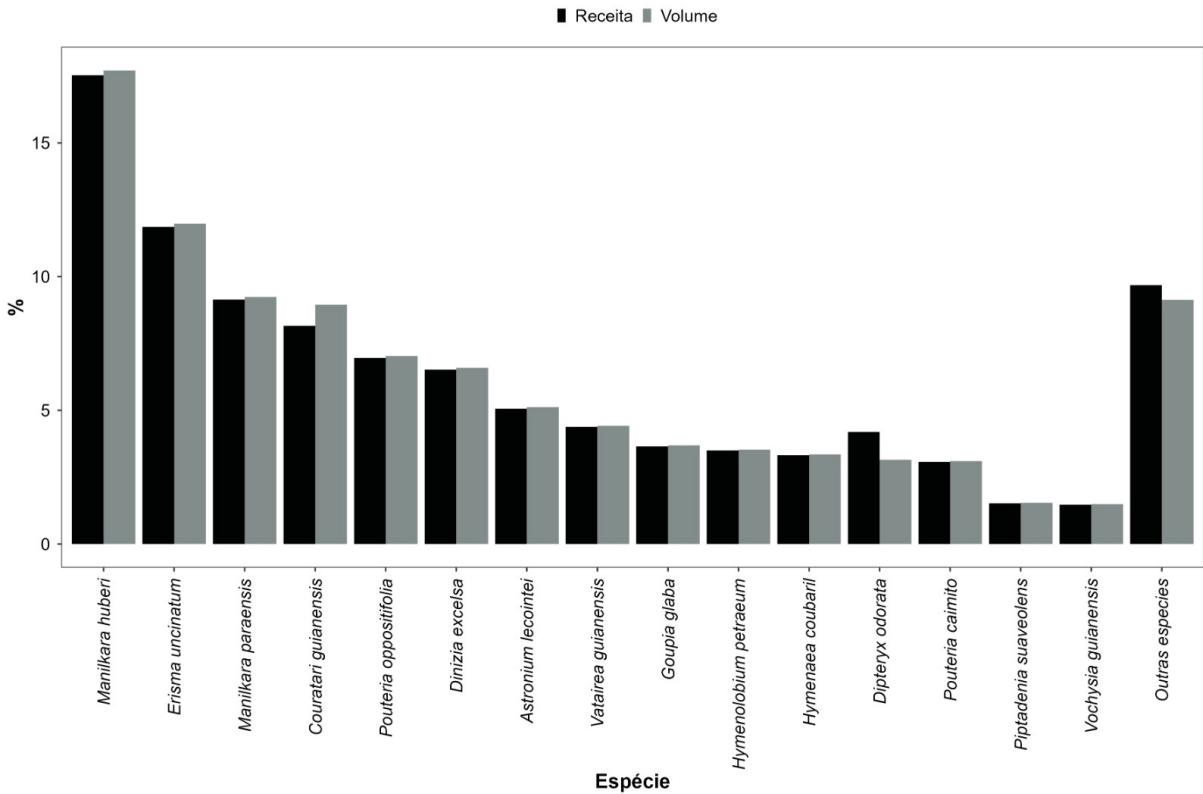
A colheita das árvores selecionadas envolveu 30 espécies comercializadas a um preço médio de R\$ 850,19/m³ (Apêndice 2), com valores extremos numa variação entre R\$ 736,38/m³ e R\$ 1.100,00/m³. Apenas seis espécies acumulam 61,49% do volume comercializado, com destaque para *Manilkara huberi* que representou 17,71%. As outras espécies são: *Erisma uncinatum* (11,98%), *Manilkara paraensis* (9,24%) *Couratari guianensis* (8,95%), *Pouteria oppositifolia* (7,03%) e *Dinizia excelsa* (6,59%) (Figura 2).

Essas espécies estão entre as madeiras brasileiras mais comercializadas, voltadas ao mercado interno e externo (IBAMA, 2017). No estado do Pará, espécies do gênero *Manilkara*, representaram 15% do volume comercializado no período de 2009 a 2015. No mesmo período, espécies do gênero *Dinizia*, *Couratari* e *Pouteria* também se destacaram entre as mais comercializadas (Andrade *et al.*, 2022).

Essa predominância no volume do projeto claramente refletiu nos resultados da receita, enfatizando a importância econômica dessas espécies para o equilíbrio financeiro do projeto. As seis espécies com maior volume colhido representaram 60,16% da receita gerada, com 17,53% para *M. huberi*.

A espécie *M. huberi*, comercializada como Massaranduba, está entre as mais relevantes para a economia do segmento de madeira nativa. No ano de 2017 a espécie movimentou mais de R\$ 725 milhões no comércio de toras e madeira serrada (IBAMA, 2017). O gênero *Manilkara* representou 16% do valor do comércio de toras no Pará de 2009 a 2015, entre 640 grupos de espécies (Andrade *et al.*, 2022).

FIGURA 2 – PARTICIPAÇÃO PERCENTUAL DAS ESPÉCIES NO VOLUME E RECEITA DO PROJETO DE MANEJO FLORESTAL NA FLONA CAXIAUANÃ



FONTE: Benevides Madeiras – BEMAL (2024), adaptado pelo autor (2025).

O manejo de florestas naturais na Amazônia é caracterizado pelo predomínio de poucas espécies de reconhecido valor comercial, que representam a maior parte do volume. Essa prática reflete a demanda do mercado (Moraes *et al.*, 2024), que tem preferências por madeiras de alta densidade, alta durabilidade, elevada resistência e com mercado consolidado (Andrade; Costa; Carvalho, 2024).

O reduzido número de espécies colhidas também pode estar associado ao padrão das florestas amazônicas que possuem um elevado número de indivíduos que possuem a dominância de poucas espécies, em proporção às demais (Draper *et al.*, 2021). Além disso, existem dificuldades para introduzir novas espécies no mercado. A baixa aceitação por parte do mercado e a baixa densidade populacional inviabilizam economicamente a inclusão de espécies menos conhecidas no manejo florestal (Lima *et al.*, 2024b).

O valor econômico, a preferência por poucas espécies e eventuais riscos de impacto nas populações aumentam a possibilidade de inclusão em listas restritivas sob a justificativa de estarem ameaçadas de extinção. Essa inclusão resulta em critérios adicionais ou até mesmo a proibição do manejo e comercialização das espécies (Brandes *et al.*, 2020; López-Tobar *et al.*, 2024). Isso reforça a necessidade de maior equilíbrio entre os aspectos ambientais e econômicos nos projetos de manejo, visto que ações nesse sentido terão efeito na receita dos projetos.

A inclusão das espécies *Handronthus* sp. (Ipê) e *Dipteryx* sp. (Cumarú), no anexo II da Convenção sobre o Comércio Internacional das Espécies Silvestres Ameaçadas de Extinção (CITES), é um exemplo de controle adicional em espécies economicamente importantes para a viabilidade do manejo florestal madeireiro. Essas medidas aumentam os riscos de se investir na atividade, comprometendo a viabilidade de projetos de manejo (Pereira *et al.*, 2023).

As espécies florestais apresentam comportamentos distintos em termos de dinâmica de crescimento. Esse fator afeta diretamente o tempo necessário para a recuperação do estoque, influenciando diretamente na definição do ciclo de corte (Capanema *et al.*, 2022). A formulação de normas que incorporem essas características e especificidades de cada região deve ser adotada, visando equilibrar a função produtiva e econômica com a manutenção da população das espécies.

No caso da espécie mais representativa, *M. huberi* tem o tempo de recuperação do estoque superior a cem anos (Castro *et al.*, 2014). Entretanto, Braz *et al.* (2015) indicam que o aumento indiscriminado do ciclo só produzirá incremento bruto e não líquido. Para *H. serratifolius*, espécie com maior valor de mercado, esse tempo é de mais de 60 anos (Andrade, 2015). Ao propor a otimização do ciclo de corte de *E. uncinatum*, Braz *et al.* (2017) recomendam que a espécie seja colhida com diâmetros acima do que a legislação estabelece, contudo, em ciclos menores.

Estudos sobre *H. courbaril* (Jatobá) em diferentes regiões da Amazônia mostram ciclos de corte de 22,6 e 24,0 anos para diâmetros mínimos de corte acima de 50 cm (Andrade, 2015; Guimarães, 2019). Ciclos de corte abaixo do que a legislação indica também foram observados para *Tachigali vulgaris* (Guimarães, 2019) e espécies do gênero *Cecropia* (Pereira, 2015). Com exceção do Jatobá, as outras espécies citadas não são incluídas em colheitas por raramente atenderem ao critério de diâmetro mínimo de corte de 50 cm. Oliveira (2014) identificou para *Qualea albiflora* no estado do Mato Grosso, o diâmetro mínimo de corte ideal de 40 cm, pois, acima desse valor poucas árvores atingem o diâmetro estabelecido pela legislação, tornando-o inviável economicamente e ambientalmente.

Essas diferenças destacadas indicam a inadequação da norma para garantir a produção contínua de madeira dessas espécies e a necessidade de manejos específicos de acordo com a dinâmica e estrutura de cada espécie. Para Braz et al (2021) e Embrapa (2020), a adequação das características de cada espécie ao manejo florestal na Amazônia é uma inovação que garante retorno financeiro em menor tempo ao produtor. Mudanças drásticas, como o aumento excessivo do ciclo e a diminuição da intensidade de corte ou restrições adicionadas às espécies, podem ser equivocadas, comprometendo a viabilidade econômica dos projetos e a continuidade da atividade.

4.2 ANÁLISE DE SENSIBILIDADE

4.2.1 Variações na produção volumétrica por hectare

A análise dos cenários de produção volumétrica por hectare mostrou que alterações extremas nessa variável impactaram diretamente a viabilidade econômica do projeto. Para o cenário pessimista, numa produtividade de $0,2 \text{ m}^3\text{ha}^{-1}\text{ano}^{-1}$ e produção volumétrica de $6,0 \text{ m}^3\text{ha}^{-1}$, observou-se um VPL negativo ($-\text{R\$ } 1.193,18 \text{ ha}^{-1}$) (Tabela 6), indicando que sob essas condições o projeto de manejo florestal madeireiro foi economicamente inviável.

TABELA 6 - VALOR PRESENTE LÍQUIDO SOB DIFERENTES CENÁRIOS DE PRODUÇÃO DE VOLUME POR HECTARE ANALISADOS

Cenário	Produtividade ($\text{m}^3\text{ha}^{-1}\text{ano}^{-1}$)	Intensidade de corte (m^3ha^{-1})	VPL (R\$ ha^{-1})
Pessimista	0,2	6,0	-1.193,18
Legislação	0,86	25,8	3.644,47
Otimista	2,0	60,0	11.282,03

FONTE: O autor (2025).

A colheita nesse nível de produtividade anual e intensidade de corte não foi suficiente para cobrir os custos operacionais e de investimento no manejo florestal. Observando resultados semelhantes, Rodrigues *et al.* (2023) destacaram que uma taxa de produtividade de volume abaixo de $0,5 \text{ m}^3\text{ha}^{-1}\text{ano}^{-1}$ resulta na inviabilidade econômica em função dos altos custos fixos associados à extração de um reduzido volume de madeira.

Resultados negativos nos indicadores financeiros são comuns para investimentos de longo prazo em florestas naturais com crescimento lento (Cubbage *et al.*, 2013). Dessa forma, reduzir a intensidade de corte no manejo de florestas naturais, como sugerido em alguns estudos (Sist *et al.*, 2021; Rodrigues *et al.*, 2022), pode comprometer a viabilidade econômica da atividade, tornando-as menos atrativas a investidores e prejudiciais ao setor.

No cenário Legislação, a produtividade considerada foi de $0,86 \text{ m}^3\text{ha}^{-1}\text{ano}^{-1}$, em conformidade à norma que rege o manejo florestal. Com isso, a produção volumétrica por hectare adotada para o primeiro ciclo foi de $25,8 \text{ m}^3\text{ha}^{-1}$, resultando em um VPL positivo de R\$ 3.644,47 ha^{-1} .

Os resultados, nesse cenário, foram ao encontro dos estudos de Rodrigues *et al.* (2023) que, ao avaliarem diferentes modalidades no manejo florestal, destacaram que, caso operassem na intensidade máxima ($25,8 \text{ m}^3\text{ha}^{-1}$), todos os projetos analisados teriam viabilidade econômica. Conclusões semelhantes foram relatadas por Lima *et al.* (2024a) que indicaram um volume acima de $22 \text{ m}^3\text{ha}^{-1}$ anuais para que projetos de manejo em concessão sejam economicamente viáveis.

Embora as normas permitam essa intensidade de colheita, observou-se a dificuldade em atingir volumes próximos ao indicado, assim como em outros projetos na Amazônia (Lima *et al.*, 2024a). O obstáculo dos baixos volumes colhidos sempre

foi um fator limitante no manejo florestal, registrado em diversos projetos analisados (Pokorny; Johnson, 2008; Schwartz; Falkowski; Peña-Claros, 2017). Estratégias que incluam melhorias no planejamento da colheita, minimização de desperdícios e inclusão de novas espécies na colheita podem contribuir para obter melhores resultados econômicos (Reategui-Betancourt *et al.*, 2024).

Outro aspecto a ser considerado é o fato de a intensidade de colheita ser pautada no volume da árvore em pé, o que comumente resulta em diferença em relação ao volume efetivamente colhido. Desta forma, é necessária a busca por modelos com maior acurácia, capazes de prever essas diferenças entre o volume planejado e o volume colhido (Lima *et al.*, 2020). Isso diminuiria inconsistências no planejamento do manejo florestal e aumentaria a eficiência econômica dos projetos.

Ao elevar a taxa de produtividade volumétrica anual a $2,0 \text{ m}^3\text{ha}^{-1}\text{ano}^{-1}$ e uma colheita de madeira de $60,0 \text{ m}^3\text{ha}^{-1}$ no primeiro ciclo, sendo este o cenário Otimista, o VPL foi de R\$ 11.282,03 ha^{-1} . Esse dado demonstra que a intensificação da colheita pode resultar em um aumento considerável na rentabilidade do manejo florestal. Contudo, a produtividade deve ser criteriosamente avaliada considerando o padrão de crescimento em diâmetro, aumento de ocos e mortalidade, garantindo critérios técnicos corretos, com a determinação do diâmetro ótimo de corte (Oliveira; Braz; Mattos, 2024).

Altas taxas de colheitas em florestas naturais na Amazônia são desencorajadas. Ao completar o ciclo de corte, o volume comercial colhido não se recupera, como detectado por Castro *et al.* (2021), após a retirada de $90 \text{ m}^3\text{ha}^{-1}$ em área de manejo na FLONA Tapajós, e por Reategui-Betancourt *et al.* (2024), depois de 33 anos de monitoramento na mesma região. Ambos os estudos afirmam que, para a produção contínua de madeira, as espécies não colhidas devem ser incluídas no segundo ciclo.

A recuperação do volume total da floresta foi constatada por Reis *et al.* (2010) e Barros (2018) após uma intensidade de colheita de $72,5 \text{ m}^3\text{ha}^{-1}$. Apesar de concordar com essa recuperação, Pinheiro *et al.* (2019) relataram que algumas espécies colhidas não recuperaram o volume inicial. O volume recuperado contabilizou as espécies não retiradas na primeira colheita; por isso, elas participarão da colheita futura. A necessidade da recuperação total do volume de madeira extraído é questionada por Braz e Mattos (2015).

Com base nos estudos, a elevação da produtividade da floresta visando melhores resultados econômicos não deve implicar um aumento no volume colhido das espécies já intensamente comercializadas. Nesse sentido, deve ser acatada a inclusão de novas espécies no mercado, como sugerido nas pesquisas de Angelo *et al.* (2003), Oliveira *et al.* (2017) e Medeiros *et al.* (2021).

A adoção de uma alta produção volumétrica por hectare deve ser acompanhada pela intensificação da silvicultura de pós-colheita que, por sua vez, é fundamentada nos resultados do monitoramento da dinâmica da floresta. A aplicação de tratos silviculturais pós-colheita promove o crescimento e a qualidade das florestas que sofrem intervenções, possibilitando melhores resultados econômicos (Schwartz *et al.*, 2017; Ávila *et al.*, 2017).

Com base nas premissas adotadas para construção dos cenários nessa análise, o volume mínimo calculado para que o manejo seja economicamente viável foi de $9,45 \text{ m}^3\text{ha}^{-1}$. A determinação do ponto de equilíbrio contribui para a identificação e mitigação dos riscos de se investir na atividade.

Diante das incertezas sobre a produtividade de volume de madeira nas colheitas, operar acima, contudo, próximo do limite mínimo, representa um risco ao investidor. Da mesma forma, colher abaixo desse limite por um tempo prolongado pode comprometer a viabilidade econômica do projeto. Desse modo, estratégias para alcançar uma produção de volume por hectare maior e mais estável devem ser priorizadas no manejo florestal madeireiro.

O limite mínimo de produtividade para manter a viabilidade foi inferior aos reportados nos estudos de Rodrigues *et al.* (2023) e Lima *et al.* (2024a), que indicaram valores de $17,75 \text{ m}^3\text{ha}^{-1}$ e $22,00 \text{ m}^3\text{ha}^{-1}$, respectivamente. Esses dados demonstram a variabilidade existente nos projetos que levam a uma maior complexidade do manejo florestal na Amazônia.

Essas divergências mostram a influência de outros fatores associados à viabilidade do manejo florestal, como o preço da madeira, a região em que o projeto está inserido e a logística e infraestrutura necessária. Além disso, podem influenciar a qualidade do sítio e as espécies comerciais de interesse disponíveis na área (Lima *et al.*, 2024a). Isso reforça a importância de se considerar as particularidades de cada área no manejo florestal para a produção madeireira.

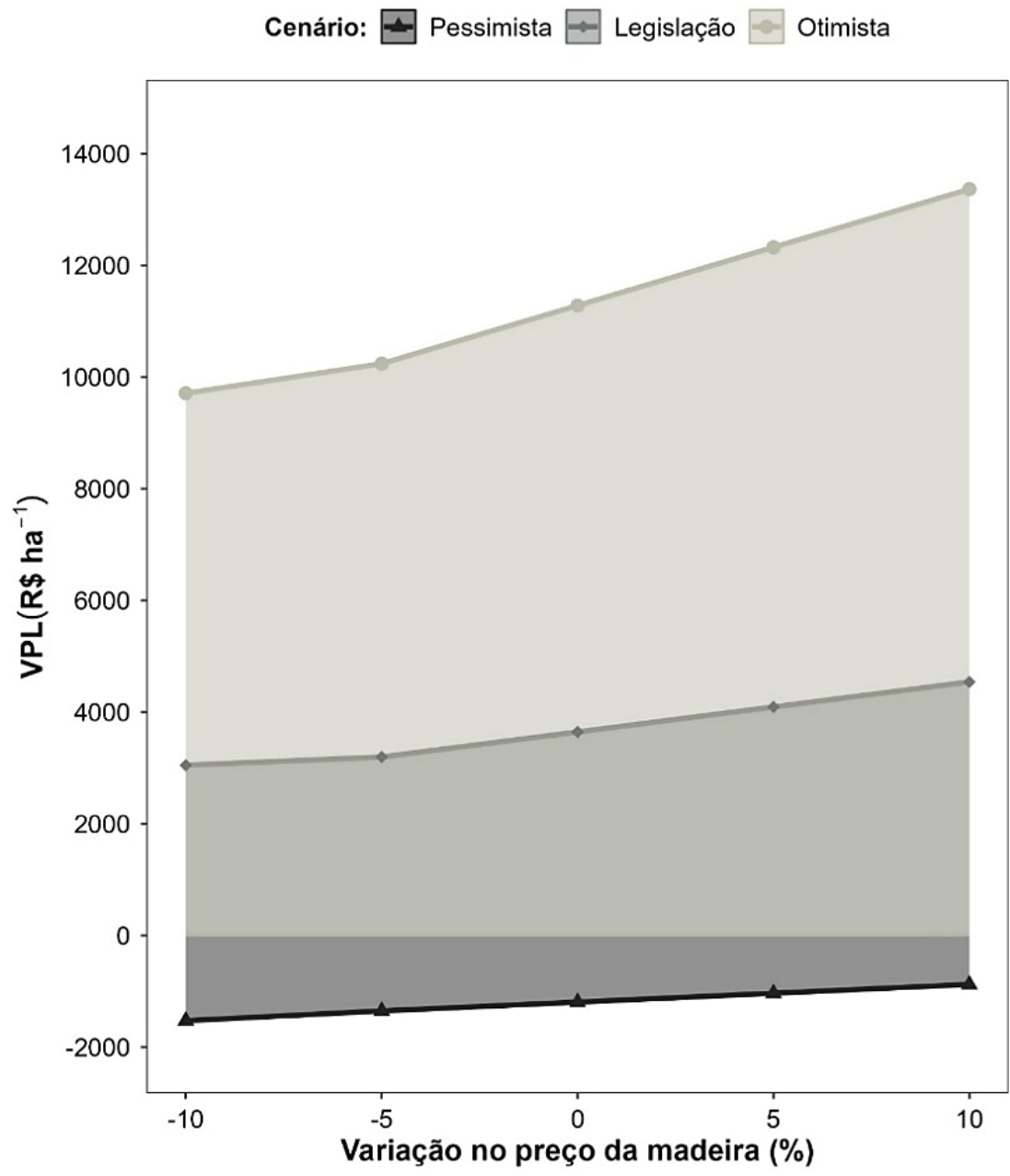
4.2.2 Variações no preço da madeira

Em relação às variações percentuais positivas e negativas no preço da madeira, as condições de viabilidade ou inviabilidade econômica identificadas nas três perspectivas de produção volumétrica por hectare permaneceram inalteradas. A produção nos cenários Legislação e Otimista garantiram estabilidade econômica diante das flutuações testadas, enquanto no Pessimista persistiu a não viabilidade.

No cenário Pessimista, as elevações de 5% e 10% no preço da madeira não foram suficientes para alterar o resultado de inviabilidade econômica antes observada. O aumento de 10% no preço reduziu o prejuízo em 26,48%, contudo, o VPL se manteve negativo em -R\$ 877,36 ha⁻¹ (Figura 3). Esse resultado destacou a dificuldade de as receitas superarem os custos em situações de baixa produção do volume de madeira colhida.

Para o cenário Legislação que considerou a intensidade máxima de corte autorizada pelas normas, a redução no preço da madeira resultou na diminuição do VPL para R\$ 3.196,31 ha⁻¹ (-5%) e R\$ 3.048,43 ha⁻¹ (-10%), mantendo a viabilidade econômica. Situação semelhante foi notada no cenário Otimista, que levou em conta uma alta produção de madeira da floresta. Ao levar em conta uma variação de -10% no preço da madeira, o VPL foi reduzido para R\$ 9.710,35 ha⁻¹.

FIGURA 3 – VALOR PRESENTE LÍQUIDO APÓS VARIAÇÕES DE ± 5% E ±10% NO PREÇO DA MADEIRA NOS DIFERENTES CENÁRIOS DE VOLUME DE MADEIRA POR HECTARE ANALISADOS



FONTE: O autor (2025).

Embora tenham ocorrido reduções no VPL dos cenários Legislação e Otimista, ambos permaneceram estáveis e viáveis economicamente. Isso indicou que, a partir da produção máxima de volume por hectare estabelecida nas normas, o projeto possuiu pouca sensibilidade às oscilações no preço da madeira. Esse resultado é particularmente relevante, uma vez que o preço da madeira é um dos principais parâmetros que impactam na viabilidade dos projetos, podendo torná-los inviáveis (Ribeiro, 2021).

Ademais, esses resultados reiteram que as estratégias para alcançar maior produção no volume de madeira devem ser amplamente discutidas e implementadas no manejo. Ações, nesse sentido, tornariam os projetos de manejo florestal madeireiro mais estáveis, mesmo diante de variações no preço da madeira, influenciadas pela instabilidade do mercado (Rocha, 2023). Por conseguinte, a redução desse risco resultaria em maior previsibilidade, tornando a atividade mais atrativa aos investidores e financiadores.

4.2.3 Simulação de restrição de espécies comerciais

Em relação à simulação de medidas restritivas, ao não considerar a espécie *M. huberi* na colheita, o prejuízo no cenário Pessimista passou de -R\$ 1.193,18 ha⁻¹ para -R\$1.547,59 ha⁻¹, enquanto o impacto negativo na receita com a exclusão de *C. guianensis* levou a um VPL de -R\$ 1.369,19 ha⁻¹ (Tabela 7). Somadas, as ausências das espécies impactaram negativamente o projeto, aumentando o prejuízo em 44,96% em relação ao cenário base (-R\$ 1.369,19 ha⁻¹), o que acarretou um VPL de -R\$ 1.729,77 ha⁻¹.

TABELA 7 - VALOR PRESENTE LÍQUIDO APÓS A SIMULAÇÃO DE PROIBIÇÃO DE COLHEITA DAS ESPÉCIES *M. huberi* E *C. guianensis* NOS DIFERENTES CENÁRIOS DE PRODUÇÃO DE VOLUME POR HECTARE ANALISADOS

Espécie excluída	Cenários - VPL (R\$ ha ⁻¹)		
	Pessimista	Legislação	Otimista
<i>M. huberi</i>	-1.547,59	2.638,64	8.942,90
<i>C. guianensis</i>	-1.369,19	3.144,94	10.120,34
<i>M. huberi</i> e <i>C. guianensis</i>	-1.729,77	1.557,84	7.740,51

FONTE: O autor (2025).

No cenário Legislação, a restrição da colheita de *C. guianensis* reduziu o VPL para R\$ 3.144,94 ha⁻¹ e de *M. huberi* para R\$ 2.638,64 ha⁻¹, o que representou uma

diferença de 13,71% e 27,61%, respectivamente, em comparação ao VPL de R\$ 3.644,47 ha⁻¹. A exclusão conjunta das espécies provocou uma redução de 57,27% no VPL, chegando a R\$ 1.557,84 ha⁻¹.

A redução dos VPL no cenário Otimista correspondeu a 14,6% (R\$ 10.120,34 ha⁻¹) com a retirada de *C. guianensis*, e de 21,39% (R\$ 8.942,90 ha⁻¹) com a exclusão de *M. huberi*, quando comparada ao valor de R\$ 11.282,03 ha⁻¹ observado para o cenário sem restrições. A exclusão simultânea das espécies levou a um VPL de R\$ 7.740,51 ha⁻¹, representando uma redução de 31,39%.

Apesar da situação de viabilidade não ter sido alterada nos cenários Legislação e Otimista, sabe-se que alcançar as altas taxas de produtividade dos cenários testados é um desafio a ser superado no manejo. Projetos que operam próximos ao limite mínimo de viabilidade ficam sujeitos a se tornarem economicamente inviáveis caso sejam impostas restrições de colheita a determinadas espécies.

Esses resultados corroboram a forte dependência do manejo florestal em um conjunto limitado de espécies, de modo que restrições impostas a uma delas podem ocasionar impactos significativos nos indicadores econômicos da atividade. No geral, as espécies mais representativas têm elevado valor comercial. Um exemplo é *M. huberi* (Massaranduba) que alcançou um valor de US\$ 154,00/m³ para madeira em tora e US\$ 1.277,00 na forma serrada, destinada à exportação (ITTO, 2025). A espécie está entre as mais valiosas no mercado interno e externo, ficando atrás apenas da espécie *Handroanthus* sp. (Ipê) e *Hymenaea courbaril* (Jatobá) (ITTO, 2025).

Em concessões federais, o SFB autorizou 314 espécies, de 153 diferentes gêneros, para serem manejadas. No entanto, no máximo 70 espécies foram colhidas (Richardson; Peres, 2016). Diante do cenário, o indicador de classificação “diversidade de produtos explorados e espécies em plano de manejo” não foi atendido nas propostas recebidas para os editais lançados pelo órgão (Scoti *et al.*, 2023).

A restrição por meio da inclusão em listas de espécies ameaçadas tem se intensificado na última década, influenciando a composição da colheita no manejo florestal. Essas restrições também podem ser de caráter internacional, no âmbito da CITES. Já no Brasil, a Portaria nº 443/2014 do MMA reconhece como espécies da flora brasileira ameaçadas de extinção aquelas constantes da “Lista Nacional Oficial de Espécies da Flora Ameaçadas de Extinção”. Com isso, foram criadas camadas

adicionais nos processos burocráticos para que tais espécies possam ser manejadas, levando à desistência por parte dos produtores ou empresas florestais.

Espécies como *Vouacapoua americana* (Acapú) e *Euxylophora paraensis* (Pau-amarelo) estão, conforme a legislação, proibidas de serem coletadas, cortadas, transportadas, armazenadas, manejadas, beneficiadas e comercializadas. Já *Hymenolobium excelsum* (Angelim-da-mata), *Virola surinamensis* (Virola), *Mezilaurus itauba* (Itaúba) e *Swietenia macrophylla* (Mogno) podem ser manejadas seguindo critérios restritivos específicos. A característica comum entre essas espécies é o elevado valor comercial, o que resultou na intensa exploração ilegal ao longo do tempo.

A simples recomendação de introduzir novas espécies em substituição às que sofrem restrições pode não garantir a viabilidade da atividade e devem ser cuidadosamente avaliadas. Isso ocorre pela dificuldade de o mercado aceitar a madeira de espécies alternativas (Vidal *et al.*, 2020) e pelo alto custo e longo tempo para se introduzir uma espécie no mercado, sobretudo o internacional. Além da incerteza de que espécies potencialmente substitutas ocorrerão em abundância na floresta, suficientes para atender a demanda de madeira dos mercados interno e externo (Scotti *et al.*, 2023).

É necessário destacar a importância ambiental, social e econômica da manutenção desse recurso florestal e a busca pela produção racional e contínua de madeira dessas espécies. Para isso, inovações no manejo devem ser desenvolvidas, sem, contudo, negligenciar o aspecto econômico envolvido na questão, sob o risco de inviabilizar a atividade. Estudos voltados aos aspectos ambientais e sociais inerentes ao manejo florestal madeireiro, sobretudo em áreas de concessão florestal devem ser aprofundados.

Devem ser evitados instrumentos que imponham restrições adicionais à colheita de espécies, permitindo que a definição de quais espécies manejar seja baseada em critérios técnicos alinhados às características específicas de cada projeto. Além disso, é importante avaliar a real eficácia dessas medidas no combate ao mercado ilegal, visto que o impacto direto recai sobre o manejo florestal responsável pela oferta legal de madeira ao mercado.

5 CONCLUSÕES

O projeto avaliado, em um ciclo de corte de 30 anos, foi economicamente viável com uma produção volumétrica de $11,63 \text{ m}^3\text{ha}^{-1}$ ou 45,07% do limite determinado pela norma ($25,8 \text{ m}^3\text{ha}^{-1}$). Essa viabilidade é alcançada desde que esteja focada em reduzido número de espécies de alto valor comercial e altamente demandadas pelo mercado. Apenas quatro espécies foram responsáveis por aproximadamente 50% do volume de madeira colhido.

Verificou-se também que o baixo rendimento volumétrico da colheita em relação ao volume autorizado compromete a capacidade do projeto obter melhores resultados econômicos.

Ainda, percebeu-se que o valor dos *royalties* pagos pela madeira ao órgão concedente é o principal custo do projeto de manejo em concessão florestal. Por se tratar de um valor fixo por metro cúbico de madeira definido em contrato, pode se tornar um fator determinante para inviabilidade econômica em situações de baixa produtividade de volume e variações negativas no preço da madeira.

Os resultados permitem concluir que o investimento em maquinários e infraestrutura necessário para o início das operações do projeto é expressivo. Esse investimento pode se tornar uma barreira para a ampliação das áreas de florestas manejadas para a produção madeireira. Além disso, pode limitar a participação de pequenos e médios produtores e empresas de pequeno e médio porte na atividade.

Em relação à produtividade de volume da floresta, conclui-se que uma baixa taxa (provavelmente devido ao planejamento inadequado), como a adotada neste estudo ($0,2 \text{ m}^3\text{ha}^{-1}\text{ano}^{-1}$), torna o projeto de manejo florestal madeireiro inviável economicamente. Constata-se também que uma baixa produção volumétrica por hectare atribui dificuldades para reverter a inviabilidade mesmo com oscilações positivas no preço da madeira. O mesmo cenário ocorre ao impor restrições de colheita em espécies comercialmente importantes, agravando o déficit econômico.

Alcançar a produtividade de volume máxima determinada na legislação ($25,8 \text{ m}^3\text{ha}^{-1}$), em um ciclo de 30 anos, favorece a viabilidade econômica do manejo florestal. Essa perspectiva de viabilidade é mantida nos cenários adversos com oscilações negativas no preço da madeira e com restrições proibitivas de determinadas espécies, ainda que tais medidas possam limitar o potencial econômico dos investimentos em manejo florestal.

Apesar da viabilidade econômica ser alcançada dentro limite da legislação, o uso de um parâmetro único de produtividade de volume da floresta na legislação fomenta a seletividade das espécies a serem colhidas. São priorizadas as espécies mais aceitas comercialmente e que podem alcançar maior valor no mercado.

No decorrer da análise, evidenciou-se que operar com uma alta taxa de produtividade, acima do estabelecido pela legislação, como utilizado nesta pesquisa ($2,0 \text{ m}^3\text{ha}^{-1}\text{ano}^{-1}$), garante a viabilidade econômica e maior estabilidade frente às oscilações negativas. Os resultados permitem inferir que a flexibilização das normas em relação à taxa de produtividade de volume pode incentivar a inclusão de novas espécies ou aumentar a participação de outras já manejadas com menor intensidade.

Constata-se também que a elevação da produção volumétrica acima do que a norma define, requer uma análise técnica mais aprofundada em relação às espécies intensamente manejadas, em vez de medidas puramente restritivas. As características da dinâmica de crescimento de cada espécie não são consideradas pela legislação para a definição dos parâmetros. Além disso, não consideram a diversidade das florestas do bioma Amazônia e os diferentes contextos econômicos existentes.

Uma conclusão importante é a de que a viabilidade econômica do manejo florestal madeireiro é fortemente dependente de um conjunto de poucas espécies com alta aceitação comercial. Com isso, registra-se um risco considerável para os projetos que operam próximo ao limite da produção de volume necessário para a viabilidade econômica. Esse risco é ampliado diante da incerteza em relação a medidas proibitivas de espécies intensamente manejadas e variações negativas no preço da madeira.

Foi observado que a espécie *M. huberi*, comercialmente conhecida como Massaranduba, é a espécie de maior importância econômica para o projeto. Restrições impostas à sua colheita impactam consideravelmente a receita, comprometendo a viabilidade e reduzindo a rentabilidade. Portanto, impor medidas restritivas de colheita às espécies manejadas não é uma solução viável, pois tendem a gerar impactos negativos sob o aspecto econômico.

6 RECOMENDAÇÕES

Com base nos resultados e conclusões relacionados à produção volumétrica, recomenda-se o desenvolvimento de estratégias para maximizar o rendimento das colheitas. Essas ações devem ser iniciadas pela identificação e pelo aprofundamento de estudos fatoriais que contribuem para um baixo rendimento do volume colhido em relação ao volume planejado.

Sugere-se que, no caso de projetos de concessões florestais, sejam adotadas estratégias para a aplicação de descontos percentuais por meio da bonificação sobre o preço da madeira contratado. Esse instrumento está previsto nos contratos e deve ser acionado por meio da melhoria de indicadores sobre o impacto ambiental, benefícios sociais diretos, o desempenho técnico e a parceria com instituições para o desenvolvimento de pesquisas voltadas às melhorias do manejo florestal.

Diante do alto investimento inicial necessário, recomenda-se o estímulo aos produtores e às empresas florestais, sobretudo pequenas e médias. Esses incentivos podem ser materializados através de instrumentos de política, recorrendo a linhas de créditos específicas e subsidiadas, além de incentivos fiscais.

Recomenda-se a busca pela adequação da legislação que regulamenta os critérios técnicos do manejo florestal madeireiro na Amazônia. Sugere-se que sejam consideradas as características ecológicas e estruturais das populações das espécies ao se definir as taxas de produtividade de volume da floresta. De modo específico, não limitar a produção volumétrica por hectare a um valor único, mas sim que esse parâmetro seja resultado do monitoramento e dos resultados do inventário das diferentes áreas a serem manejadas.

Ademais, propõe-se que as normas considerem a diversidade dos diferentes sítios, adotando flexibilidades nos critérios de acordo com os resultados do inventário florestal, associando ganhos econômicos à conservação das espécies. De igual importância, medidas restritivas às espécies manejadas não devem ser impostas, uma vez que o manejo florestal não elimina área de ocorrências de espécies. Devem ser considerados aspectos técnicos e envolver discussões amplas entre as instituições públicas e privadas atuantes na atividade.

Em relação às adequações necessárias na legislação, aconselha-se a interação entre os órgãos responsáveis pelo estabelecimento dos parâmetros adotados com as instituições de pesquisa e desenvolvimento de tecnologias, bem

como universidades públicas e privadas. Essa articulação torna-se de extrema importância para que os projetos sejam economicamente viáveis e para a produção de madeira de forma contínua por meio do manejo florestal, garantindo a otimização da capacidade de produção da floresta, sem comprometer sua recuperação.

A constatação da dependência do manejo florestal de um conjunto de poucas espécies para garantir a viabilidade leva à sugestão de incluir novas espécies nas colheitas. A inclusão dessas espécies deve ser precedida de pesquisas ligadas às suas características tecnológicas e ecológicas, além de estudos econômicos e de marketing. Do mesmo modo, deve-se incentivar a ampliação da participação do volume de madeira de espécies já manejadas em menores intensidades.

A determinação de diâmetros ótimos de corte e a inclusão de novas espécies manejadas contribuirão para maior produção volumétrica e resultados econômicos mais consistentes. Essa estratégia favorece a estabilidade econômica dos projetos, tornando-os menos suscetíveis às variações no preço da madeira e a eventuais medidas de comando e controle que possam afetar sua receita. Mais do que uma questão econômico-financeira, o manejo florestal tecnicamente correto contribuirá para a manutenção das florestas naturais.

Recomenda-se ainda o aprofundamento de estudos capazes de modelar diferentes cenários político-econômicos, contemplando as incertezas e variabilidades inerentes ao longo do tempo no manejo florestal.

Por fim, destaca-se que as informações geradas neste estudo refletem as condições específicas do projeto e do período em que os dados foram coletados e analisados, assim como a influência das premissas estabelecidas para o desenvolvimento do trabalho.

REFERÊNCIAS

- ACCASTELLO, C.; BLANC, S.; MOSSO, A.; BRUN, F. Assessing the timber value: a case study in the Italian Alps. **Forest Policy and Economics**, v. 93, p. 36-44, 2018. DOI: 10.1016/j.forpol.2018.05.010.
- ALDER, D. et al. Comparison of species growth rates from four moist tropical forest regions using increment-size ordination. **International Forestry Review**, v. 4, n. 3, p. 196-205, set. 2002. Disponível em: <https://www.jstor.org/stable/43739407>. Acesso em: 24 ago. 2025.
- ALDER, D.; SILVA, J. N. M. Sustentabilidade da produção volumétrica: um estudo de caso na floresta Nacional do Tapajós com o auxílio do modelo de crescimento cafogron. In: SILVA, J. N. M.; CARVALHO, J. O. P. de; YARED, J. A. G. (Org.) **A silvicultura na Amazônia Oriental: Contribuições do projeto Embrapa-DFID**. Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental: DFID, 2001. p. 325-337.
- ALMEIDA, V. B.; SILVA, J. N. M.; STEINBRENNER, M. K. A. Impacto da ocorrência de árvores ocas no rendimento da colheita de madeira na Floresta Nacional de Saracá-Taquera, Pará. **Pesquisa Florestal Brasileira**, v. 42, 2022. DOI: 10.4336/2022.pfb.42e201902058.
- AGUNG, T. S.; ZUHRI, B. S. S. Analysis of the financial feasibility of potential post-pandemic businesses using the net present value (NPV), internal rate of return (IRR), and payback period (PP) methods (case study: MSME environmentally friendly bioplastic products). **Jurnal Multidisiplin Madani (MUDIMA)**, v. 3, n. 7, p. 1432-1441, 2023. DOI: 10.55927/mudima. v3i7.4663.
- ANDRADE, F. W. C.; PINTO, T. I.; MOREIRA, L. S.; PONTE, M. J. M.; LOBATO, T. C.; SOUSA, J. T. R.; MOUTINHO, V. H. P. The legal roundwood market in the Amazon and its impact on deforestation in the region between 2009–2015. **Forests**, v. 13, p. 558, 2022. DOI: 10.3390/f13040558
- ANDRADE, M. B. T.; COSTA, J. N.; CARVALHO, T. O papel dos mercados internacionais madeireiros da Amazônia no cumprimento dos requerimentos de legalidade e de desempenho socioambiental. **Imaflora; TimberFlow**, n. 15, 2024.
- ANDRADE, V. H. F. et al. Growth models for two commercial tree species in upland forests of the Southern Brazilian Amazon. **Forest Ecology and Management**, v. 438, p. 215-223, 2019. DOI: 10.1016/j.foreco.2019.02.030.
- ANDRADE, V. H. F. **Modelos de crescimento para *Hymenaea courbaril* L. e *Handroanthus serratifolius* (Vahl) S. O. Grose em floresta de terra firme utilizando análise de anéis de crescimento**. 2015. 73 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2015.
- ANGELO, H. et al. Rentabilidade das exportações brasileiras de madeira tropical. **Floresta**, v. 33, n. 1, p. 63-69, 2003.

ANGELO, H. et al. Determinants of profit in sustainable forest management in the Brazilian Amazon. **African Journal of Agricultural Research**, v. 11, n. 44, p. 4498-4503, 2016. DOI: 10.5897/AJAR2016.11764.

ARAÚJO, H. J. B. Crescimento de espécies madeireiras em uma floresta acreana e compatibilidade com a legislação florestal. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 59, n. 2, p. 113-123, 2016. DOI: 10.4322/rca.2227.

AVILA, A. L. et al. Recruitment, growth and recovery of commercial tree species over 30 years following logging and thinning in a tropical rain forest. **Forest Ecology and Management**, v. 385, p. 225-235, 2017. DOI: 10.1016/j.foreco.2016.11.039.

BANCO CENTRAL DO BRASIL. **Metas para a inflação**. Disponível em: <https://www.bcb.gov.br/controleinflacao/metainflacao>. Acesso em: 14 set. 2025.

BANCO MUNDIAL. **Uso da terra, mudanças do uso da terra e florestas: estudo de baixo carbono para o Brasil – relatório de síntese técnica**. Washington, DC: Banco Mundial, 2010. Disponível em: <https://documents1.worldbank.org/curated/en/823991468015878663/pdf/698670ESW0P1050erra0BM0Portug0s0web.pdf>. Acesso em: 14 set. 2025.

BARBIER, E. B. The concept of sustainable economic development. **Environmental Conservation**, v. 14, n. 2, p. 101-110, 1987. DOI: 10.1017/S0376892900011449.

BARROS, H. C. C. **Status da comunidade arbórea remanescente 33 anos após a colheita florestal na Amazônia brasileira**. 2018. 87 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Universidade Federal Rural da Amazônia, Belém, 2018.

BENEVIDES MADEIRAS – BEMAL. **Plano de Manejo Florestal Sustentável: Floresta Nacional de Caxiuanã – Unidade de Manejo Florestal I. Concessão Florestal – Contrato nº 1/2016**. 2016. Disponível em: <https://benevidesmadeiras.com.br/download>. Acesso em: 14 set. 2025.

BENEVIDES MADEIRAS – BEMAL. **Plano de Manejo Florestal Sustentável: Floresta Nacional de Caxiuanã – Unidade de Manejo Florestal II. Concessão Florestal – Contrato nº 2/2016**. 2016. Disponível em: <https://benevidesmadeiras.com.br/download>. Acesso em: 14 set. 2025.

BENEVIDES MADEIRAS – BEMAL. **Relatório financeiro – Unidades de Produção Anual – 2023. 2024**. Disponível em: <https://benevidesmadeiras.com.br/download>. Acesso em: 14 set. 2025.

BERGER, R. et al. O efeito do custo da terra na rentabilidade florestal: um estudo de caso para Santa Catarina. **Floresta**, v. 41, n. 3, 2011. DOI: 10.5380/rf.v41i3.24053.

BERGER, R.; PADILHA, J. B. **Administração estratégica da produção**. Curitiba: Universidade Federal do Paraná, Setor de Ciências Agrárias, Departamento de Economia Rural e Extensão, 2008. 153 p.

BOMFIM, S. L.; D'AVIGNON, A. L. A.; SOUZA, Á. N.; FONTES, P. J. P.; JOAQUIM, M. S. O potencial da concessão de florestas públicas para o desenvolvimento

socioeconômico e geração de emprego na Amazônia Legal. **Revista do Serviço Público**, v. 67, n. 4, p. 649-670, 2016. DOI: 10.21874/rsp.v67i4.759.

BRAINARD, J.; LOVETT, A.; BATEMAN, I. Sensitivity analysis in calculating the social value of carbon sequestered in British grown Sitka spruce. **Journal of Forest Economics**, v. 12, n. 3, p. 201-228, 2006. DOI: 10.1016/j.jfe.2006.08.002.

BRANDES, A. F. N. et al. Endangered species account for 10% of Brazil's documented timber trade. **Journal for Nature Conservation**, v. 55, 2020. DOI: 10.1016/j.jnc.2020.125821.

BRASIL. Decreto nº 9.580, de 22 de novembro de 2018. Regulamenta a tributação, a fiscalização, a arrecadação e a administração do Imposto sobre a Renda e Proventos de Qualquer Natureza. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 23 nov. 2018. Seção 1, p. 1. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2018/decreto/d9580.htm#anexoart220. Acesso em: 14 out. 2025.

BRASIL. **Plano Anual de Outorga Florestal 2014**. Brasília, DF: Ministério do Meio Ambiente; Serviço Florestal Brasileiro, 2013. 116 p. ISSN 2176-6797.

BRASIL. Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis nº 6.938, de 31 de agosto de 1981, nº 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e nº 11.428, de 22 de dezembro de 2006; revoga as Leis nº 4.771, de 15 de setembro de 1965, e nº 7.754, de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória nº 2.166-67, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 28 maio 2012. Seção 1, p. 1. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/l12651.html. Acesso em: 31 out. 2023.

BRASIL. Lei nº 4.506, de 30 de novembro de 1964. Dispõe sobre o imposto que recai sobre as rendas e proventos de qualquer natureza. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 30 nov. 1964. Seção 1, p. 1. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L4506.htm. Acesso em: 14 out. 2025.

BRAZ, E. M.; CANETTI, A.; MATTOS, P. P.; OLIVEIRA, M. V. N.; THAINES, F.; OLIVEIRA, M. F.; GARRASTAZU, M. C. Ocorrência e crescimento de *Handroanthus* spp. na Amazônia, nos estados de Mato Grosso e Acre, como subsídio para a elaboração de normativas de manejo florestal e avaliação de risco de extinção. Colombo: Embrapa Florestas, 2022. 79 p. (Documentos, n. 370). Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1146613/1/EmbrapaFlorestas-2022-Documentos370.pdf>. Acesso em: 25 ago. 2025.

BRAZ, E. M. et al. Otimização do ciclo de corte na Floresta Amazônica sob o ponto de vista econômico. Colombo: Embrapa Florestas, 2017. (Comunicado Técnico, n. 402).

BRAZ, E. M.; MATTOS, P. P.; CANETTI, A.; THAINES, F.; CASTILLA, C.; MARTINS, L. P. R. Planejamento do segundo ciclo de *Manilkara huberi* (Ducke) Standl. no estado do Acre. In: SIMPÓSIO LATINO-AMERICANO SOBRE MANEJO FLORESTAL, 6., 2015, Santa Maria. **Anais [...]**. Santa Maria: UFSM, 2015. p. 453-462.

BRAZ, E. M.; MATTOS, P. P. Manejo de produção em florestas naturais da Amazônia: mitos e verdades. **Nativa**, v. 3, n. 4, p. 292-295, 2015. DOI: 10.31413/nativa.v3i4.3210.

BRAZ, E. M. et al. Criteria to be considered to achieve a sustainable second cycle in Amazon Forest. **Pesquisa Florestal Brasileira**, v. 35, n. 83, p. 209-225, 2015. DOI: 10.4336/2015.pfb.35.83.941.

BRAZ, E. M.; MATTOS, P. P.; FIGUEIREDO, E. O. Manejo de precisão em florestas naturais. In: BERNARDI, A. C. C.; NAIME, J. M.; RESENDE, A. V.; BASSOI, L. H.; INAMASU, R. Y. (Ed.). **Agricultura de precisão: resultados de um novo olhar**. Brasília, DF: Embrapa, 2014. p. 488-491. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/108754/1/2014-Evaldo-AgriculturaPrecisao-Manejo.pdf>. Acesso em: 25 ago. 2025.

BRAZ, E. M.; MATTOS, P. P.; OLIVEIRA, M. F.; BASSO, R. O. Strategies for achieving sustainable logging rate in the Brazilian Amazon Forest. **Open Journal of Forestry**, v. 4, n. 2, p. 100-105, 2014. DOI: 10.4236/ojf.2014.42015.

BRAZ, E. M. et al. Taxa de corte sustentável para manejo das florestas tropicais. **Ciência Florestal**, v. 22, n. 1, p. 137-145, 2012. DOI: 10.5902/198050985086.

BRAZ, E. M. **Planejamento operacional da produção em floresta tropical**. Rio Branco: Embrapa-CPAF/AC, 1997. (Documentos, n. 25).

BUENO, G.; DE ORIANI E PAULILLO, L. F.; MEIRELLES, J. L. F. Weighted average cost of capital and value creation of agribusiness companies listed on B3 between 2012 and 2019. **Custos e Agronegócio**, v. 16, p. 374-396, 2020.

CANETTI, A.; BRAZ, E. M.; MATTOS, P. P.; FIGUEIREDO FILHO, A.; BASSO, R. O. Estrutura diamétrica e padrão de crescimento de garapeira na microrregião de Sinop, MT. Colombo: Embrapa Florestas, out. 2020. 9 p. (Comunicado Técnico, n. 453). ISSN 1980-3982. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1125431/1/CT-453-1819-final-2.pdf>. Acesso em: 21 ago. 2025.

CAPANEMA, V. P. et al. Assessing logging legislation parameters and forest growth dissimilarities in the Brazilian Amazon. **Forest Ecology and Management**, v. 513, p. 120170, 2022. DOI: 10.1016/j.foreco.2022.120170.

CARDOSO, R. M. et al. Wood volume is overestimated in the Brazilian Amazon: why not use generic volume prediction methods in tropical forest management? **Journal of Environmental Management**, v. 350, 2024. DOI: 10.1016/j.jenvman.2023.119593.

CARNEIRO, F. S. et al. Resiliência do volume de madeira de espécies comerciais em diferentes áreas experimentais na Amazônia Oriental. **Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais**, v. 10, n. 6, p. 15-31, 2019. DOI: 10.6008/CBPC2179-6858.2019.006.0003.

CASAROTTO, Nelson Filho; KOPITTKE, Bruno. **Análise de investimentos: manual para solução de problemas e tomadas de decisão**. 12. ed. São Paulo: Atlas, 2019.

CASTRO, T. C. et al. The continuous timber production over cutting cycles in the Brazilian Amazon depends on volumes of species not harvested in previous cuts. **Forest Ecology and Management**, v. 490, p. 119124, 2021. DOI: 10.1016/j.foreco.2021.119124.

CASTRO, T. C.; CARVALHO, J. O. P. Dinâmica da população de *Manilkara huberi* (Ducke) A. Chev. durante 26 anos após a exploração florestal em uma área de terra firme na Amazônia brasileira. **Ciência Florestal**, v. 24, n. 1, p. 161-169, 2014. DOI: 10.5902/1980509813333.

CHARISMA, B.; AMIR, E. Economic value-added creation by optimizing capital structure in project finance. **International Journal of Applied Research in Management and Economics**, 2020. DOI: 10.33422/ijarme.v3i2.446.

CHOI, G.; HEO, E.; LEE, C.-Y. Dynamic economic analysis of subsidies for new and renewable energy in South Korea. **Sustainability**, v. 10, n. 6, p. 1832, 2018. DOI: 10.3390/su10061832.

CHUDY, R. P. et al. Profitability and risk sources in global timberland investments. **Forest Policy and Economics**, v. 111, p. 102037, 2020. DOI: 10.1016/j.forpol.2019.102037.

CONDÉ, T. M. et al. Effects of sustainable forest management on tree diversity, timber volumes, and carbon stocks in an ecotone forest in the northern Brazilian Amazon. **Land Use Policy**, v. 119, p. 106145, 2022. DOI: 10.1016/j.landusepol.2022.106145.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA (CNI). **Produção sustentável de florestas nativas: manejo florestal e industrialização da madeira: proposta de revisão do marco regulatório**. Brasília, DF: CNI, 2018.

CONSELHO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE (CONAMA). Resolução nº 406, de 2 de fevereiro de 2009. Estabelece parâmetros técnicos a serem adotados na elaboração, apresentação, avaliação técnica e execução de Plano de Manejo Florestal Sustentável - PMFS com fins madeireiros, para florestas nativas e suas formas de sucessão no bioma Amazônia. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 6 fev. 2009. Seção 1, p. 1. Disponível em: <https://www.ibama.gov.br/component/legislacao/?view=legislacao&legislacao=114762>. Acesso em: 31 out. 2023.

CONSELHO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE (CONAMA). **Regulamentação de parâmetros técnicos em PMFS no âmbito do CONAMA**. Nota técnica, 2008. Disponível em: https://conama.mma.gov.br/index.php?option=com_sisconama&task=documento.do_wload&id=17145. Acesso em: 10 abr. 2024.

COSTA, D. H. M.; SILVA, J. N. M.; CARVALHO, J. O. P. Crescimento de árvores em uma área de terra firme na Floresta Nacional do Tapajós após a colheita de madeira. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 50, n. 1, p. 63-76, 2008.

CRISTEA, C. et al. Economic assessment of grid-connected residential solar photovoltaic systems introduced under Romania's new regulation. **Renewable Energy**, v. 162, p. 13-29, 2020. DOI: 10.1016/j.renene.2020.07.130.

CYSNEIROS, V. C. et al. Modelos genéricos e específicos para estimativa do volume comercial em uma floresta sob concessão na Amazônia. **Scientia Forestalis**, v. 45, p. 295-304, 2017. DOI: 10.18671/scifor.v45n114.06.

CUBBAGE, F. et al. Financial and economic evaluation guidelines for international forestry projects. In: **Tropical forestry handbook**. Springer, Berlin, Heidelberg, 2015. p. 1-17. DOI: 10.1007/978-3-642-41554-8_68-1

CUBBAGE, F. et al. **Financial and economic evaluation guidelines for community forestry projects in Latin America**. Washington, DC: Program on Forests (PROFOR) and the World Bank, Latin America and the Caribbean region, 2013.

CUONG, T. et al. Economic performance of forest plantations in Vietnam: *Eucalyptus*, *Acacia mangium*, and *Manglietia conifera*. **Forests**, v. 11, n. 3, p. 284, 2020. DOI: 10.3390/f11030284.

DAMODARAN, A. **Betas by sector (US)**. 2024. Disponível em: https://pages.stern.nyu.edu/~adamodar/New_Home_Page/datafile/Betas.html. Acesso em: 11 dez. 2024.

DAVID, H. C.; MACFARLANE, D. W. Controls on deforestation in the Brazilian Amazon: Explaining past success actions, new challenges and recommendations. **Acta Amazonica**, v. 55, p. e55es24213, 2025. DOI: 10.1590/1809-4392202402132.

DE GRAAF, N. R.; FILIUS, A. M.; SANTOS, AR Huesca. Financial analysis of sustained forest management for timber: Perspectives for application of the CELOS management system in Brazilian Amazonia. **Forest Ecology and Management**, v. 177, n. 1-3, p. 287-299, 2003. DOI: 10.1016/S0378-1127(02)00323-7.

DRAPER, F. C. et al. Amazon tree dominance across forest strata. **Nature Ecology & Evolution**, v. 5, n. 6, p. 757-767, 2021.10. DOI: 1038/s41559-021-01418-y.

DULSALAM, S.; S. SUHARTANA; YUNIAWATI, S.; HERNININGRUM, M.; ANDINI, S. Reduced impact logging in the dried land natural production forests in Indonesia. **2IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science**, v. 914, 2021.

DYKSTRA, D. P. The old and the new of reduced impact logging. **Tropical forest update**, v. 11, n. 2, p. 3-4, 2001.

EMBRAPA. **Manejo florestal por espécies na Amazônia é mais rentável e sustentável**. 2020. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/->

/noticia/55862919/manejo-florestal-por-especies-na-amazonia-e-mais-rentavel-e-sustentavel. Acesso em: 14 mar. 2025.

ENRÍQUEZ-DE-SALAMANCA, Á.. Carbon versus timber economy in Mediterranean forests. **Atmosphere**, v. 12, n. 6, p. 746, 2021. DOI: 10.3390/atmos12060746.

ESCOLANO, A. J. M. **Análise da oferta e da demanda de produtos oriundos das florestas nativas dentro do Brasil - período de 1986 a 2016**. 2020. 112 f. Dissertação (Mestrado em Ciências). Universidade de São Paulo/Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz". Universidade de São Paulo, São Paulo, 2020.

FEARNSIDE, P. Deforestation of the Brazilian Amazon. **Oxford Research Encyclopedia of Environmental Science**. 2017. DOI: 10.1093/acrefore/9780199389414.013.102.

FISHER, I. **The Theory of Interest: As Determined by Impatience to Spend Income and Opportunity to Invest It**. New York: Macmillan, 1930.

FISCHER, P. W.; CULLEN, A. C.; Ettl, G. J. The effect of forest management strategy on carbon storage and revenue in western washington: a probabilistic simulation of tradeoffs. **Risk Analysis**, v. 37, n. 1, p. 173-192, 2017. DOI: 10.1111/risa.12611.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS (FAO). **The State of the World's Forests 2022: forest pathways for green recovery and building inclusive, resilient and sustainable economies**. Rome: FAO, 2022.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS (FAO). **Global Forest Resources Assessment 2020: main report**. Rome: FAO, 2020.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS (FAO). **Implementing the non-legally binding instrument on all types of forests: a capacity building module for the implementation of the forest instrument**. 2011. Disponível em: https://www.un.org/esa/forests/wp-content/uploads/2015/06/capacity_development_module.pdf. Acesso em: 24 out. 2023.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS (FAO). **Tendencias y perspectivas del sector forestal en América Latina y el Caribe**. Roma: FAO, 2006. Disponível em: <http://www.fao.org/3/a0470s/a0470s00.pdf>. Acesso em: 1 dez. 2023.

FONSECA, J. W. F. **Análise e decisão de investimentos**. Curitiba: IESDE Brasil S.A., 2009. 152 p.

FREY, G. E.; CHARNLEY, S.; MAKALA, J. Economic viability of community-based forest management for certified timber production in southeastern Tanzania. **World Development**, v. 144, p. 105491, 2021. DOI: 10.1016/j.worlddev.2021.105491.

FUNDAÇÃO GETÚLIO VARGAS (FGV). **Coalizão Brasil clima, floresta e agricultura: eixo II: contribuições para análise da viabilidade econômica das propostas referentes à duplicação da área de manejo florestal sustentável**:

resumo executivo. Rio de Janeiro: FGV, Centro de Estudos em Sustentabilidade, 2016. Disponível em: <https://repositorio.fgv.br/server/api/core/bitstreams/1ca828cb-edd9-4c0b-b7a4-ae1980bbfbb2/content>. Acesso em: 14 mar. 2024.

GAMA, J. R. V. et al. Financial viability of charcoal production in different forest management systems in Brazil. **Revista Forestal Mesoamericana Kurú**, v. 19, n. 44, p. 12-20, 2022. DOI: 10.18845/rfmk.v19i44.6096.

GHAZARYAN, A.; ASOYAN, S.; MELIK-PARSADANYAN, V. The credit spread: risk-free rate in the model. **Theoretical and Practical Research in Economic Fields**, v. 15, n. 3, p. 647-658, 2024. DOI: 10.14505/tpref.v15.3(31).11.

GIDDINGS, B.; HOPWOOD, B.; O'BRIEN, G. Environment, economy and society: fitting them together into sustainable development. **Sustainable Development**, v. 10, n. 4, p. 187-196, 2002. DOI: 10.1002/sd.199.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2002.

GITMAN, L. J. **Princípios de administração financeira**. 7. ed. São Paulo: Harbra, 2002.

GOUVEIA, D.M. et al. Optimization of storage yards in sustainable forest management in the amazon. **Journal of Environmental Management**, v. 372, p. 123280, 2024. DOI: 10.1016/j.jenvman.2024.123280.

GUAITA-PRADAS, I.; BLASCO-RUIZ, A. Analyzing profitability and discount rates for solar PV plants. A Spanish case. **Sustainability**, v. 12, n. 8, p. 3157, 2020. DOI: 10.3390/su12083157.

GUIMARÃES, K. S. **Dendrocronologia de *Hymenaea courbaril* L. (jatobá-da-mata) e *Tachigali vulgaris* L. G. Silva & H. C. Lima (carvoeiro) da transição Amazônia-Cerrado**. 2019. 75 f. Dissertação (Mestrado em Ecologia e Conservação) – Universidade do Estado de Mato Grosso, Nova Xavantina, 2019.

HIGUCHI, N. et al. Crescimento e incremento de uma floresta amazônica de terra-firme manejada experimentalmente. **Biomassa e Nutrientes Florestais**, v. 1, p. 89-132, 1997.

HIGUCHI, N. Utilização e manejo dos recursos madeireiros das florestas tropicais úmidas. **Acta Amazonica**, v. 24, n. 3-4, p. 275-288, 1994. DOI: 10.1590/1809-43921994243288.

HOLMES, T. P.; BLATE, G. M.; ZWEEDE, J. C.; PEREIRA JR., R.; BARRETO, P.; BOLTZ, F. **Custos e benefícios financeiros da exploração florestal de impacto reduzido em comparação à exploração florestal convencional na Amazônia Oriental**. Belém: Fundação Floresta Tropical, 2002. 66 p.

HOOGSTRA-KLEIN, M. A.; HENGVELD, G. M.; JONG, R. Analysing scenario approaches for forest management — One decade of experiences in Europe. **Forest Policy and Economics**, v. 85, n. 2, p. 222-234, 2017. DOI: 10.1016/j.forpol.2016.10.002.

HUMMEL, A. C. **Normas de acesso ao recurso florestal na Amazônia brasileira: o caso do manejo florestal madeireiro**. 2001. 101 f. Dissertação (Mestrado em Ciências de Florestas Tropicais) – Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Manaus, 2001.

HUMPHRIES, S. et al. Searching for win-win forest outcomes: learning-by-doing, financial viability, and income growth for a community-based forest management cooperative in the Brazilian Amazon. **World Development**, v. 125, p. 104336, 2020. DOI: 10.1016/j.worlddev.2018.06.005.

HUMPHRIES, S. et al. Are community-based forest enterprises in the tropics financially viable? Case studies from the Brazilian Amazon. **Ecological Economics**, v. 77, p. 62-73, 2012. DOI: 10.1016/j.ecolecon.2011.10.018.

INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS (IBAMA). **Autorização de Exploração Florestal – POA (Amazônia Legal Pleno, n. 1015.2.2023.10120, emitida em favor da empresa Benevides Madeiras LTDA.)**. Pará: IBAMA, 2023.

INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS (IBAMA). **Autorização de Exploração Florestal – POA (Amazônia Legal Pleno, n. 1015.2.2023.11774, emitida em favor da empresa Benevides Madeiras LTDA.)**. Pará: IBAMA, 2023.

INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS (IBAMA). **Relatórios DOF: relatórios consolidados**. Planilhas de informações de transporte. 2017. Disponível em: <https://www.gov.br/ibama/pt-br/assuntos/biodiversidade/flora-e-madeira/documento-de-origem-florestal-dof/relatorios-dof#relat-rios-consolidados>. Acesso em: 11 maio 2025.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Divisão regional do Brasil em regiões geográficas imediatas e regiões geográficas intermediárias**. Rio de Janeiro: IBGE, Coordenação de Geografia, 2017. 82 p.

INSTITUTO CHICO MENDES DE CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE (ICMBIO). **Plano de Manejo – Floresta Nacional de Caxiuanã. Volume I – Diagnóstico**. 2012. Disponível em: https://www.gov.br/icmbio/pt-br/assuntos/biodiversidade/unidade-de-conservacao/unidades-de-biomas/amazonia/lista-de-ucs/flona-de-caxiuana/arquivos/volumel_completo.pdf. Acesso em: 31 out. 2023.

INSTITUTO FLORESTA TROPICAL (IFT). **Informativo técnico: técnicas de exploração de impacto reduzido em operação de manejo florestal na Amazônia brasileira**. Belém: IFT, 2004. 20 p. (Informativo Técnico, 1). Disponível em: <https://ift.org.br/wp-content/uploads/2014/11/Informativo-T%C3%A9cnico-1.pdf>. Acesso em: 24 ago. 2025.

INTERNATIONAL UNION FOR CONSERVATION OF NATURE (IUCN). **Categorias e critérios para listas vermelhas**. Versão 3.1, 2. ed. 2000. Disponível em: <https://www.iucnredlist.org/resources/other-translations>. Acesso em: 14 mar. 2025.

INTERNATIONAL TROPICAL TIMBER ORGANIZATION (ITTO). **Tropical Timber Market Report (MIS 29:22) – 16th–30th November 2025**. Yokohama: ITTO, 2025.

INTERNATIONAL TROPICAL TIMBER ORGANIZATION (ITTO). **Decision 5 (XXVII): ITTO year 2000 objective and its promotion through public education and awareness**. Twenty-seventh session, Yokohama, Japan, 1999.

IPEADATA. **EMBI+ Risco-Brasil (JPM366_EMBI366)**. 2024. Disponível em: <http://www.ipeadata.gov.br/ExibeSerie.aspx?serid=40940&module=M>. Acesso em: 11 dez. 2024.

ISLAM, M. M. et al. Reliability and financial feasibility assessment of a community rainwater harvesting system considering precipitation variability due to climate change. **Journal of environmental management**, v. 289, p. 112507, 2021. DOI: 10.1016/j.jenvman.2021.112507

KÁNOVÁ, M. et al. Quantification of Expected Return of Investment in Wood Processing Sectors in Slovakia. **Forests**, v. 15, n. 1, p. 75, 2024. DOI: 10.3390/f15010075.

KANT, S. Extending the boundaries of forest economics. **Forest Policy and Economics**, v. 5, n. 1, p. 39-56, 2003. DOI: 10.1016/S1389-9341(02)00045-X

KARIM, A. R.A.; MOHAMMAD, R. Meta-study of sensitivity analysis in solar renewable energy application. **Progress in Energy and Environment**, p. 14-25, 2023. DOI: 10.37934/progee.23.1.1425.

KTE'PI, B. **Discounted cash flow (DCF)**. EBSCO, 2023. Disponível em: https://www.ebsco.com/research-starters/business-and-management/discounted-cash-flow-dcf?utm_source=chatgpt.com#bibliography. Acesso em: 13 jul. 2025.

KUKHARENKO, A. J.; STERN, A. A.; GORSKY, M. A. Aggregated calculation of the weighted average cost of capital of companies **Entrepreneur's Guide**, n. 39, 2018.

LEÃO, F. Mi. et al. How many trees are necessary to fit an accurate volume model for the Amazon forest? A site-dependent analysis. **Forest Ecology and Management**, v. 480, p. 118652, 2021. DOI: 10.1016/j.foreco.2020.118652.

LENTINI, M.; CARVALHO, T.; NUNES, F.; CERIGNONI, F. **A exploração do ipê (*Handroanthus* spp.) em florestas naturais da Amazônia brasileira: desafios e oportunidades para a conservação e o manejo responsável**. IMAFLORA, nº 4, 2021.

LIMA, R. B. de et al. Accurate estimation of commercial volume in tropical forests. **Forest Science**, v. 67, n. 1, p. 14-21, 2021. DOI: 10.1093/forsci/fxaa032.

LIMA, F. B. de et al. Determinants of Financial Viability of Forest Concession in Brazilian Amazon. **Forests**, v. 15, n. 10, p. 1808, 2024. DOI: 10.3390/f15101808.

LIMA, F. B. de et al. Alternative tree species for sustainable forest management in the Brazilian Amazon. **Forests**, v. 15, n. 10, p. 1763, DOI: 2024.10.3390/f15101763.

LIMA, K. S. et al. Wood-Logging Process Management in Eastern Amazonia (Brazil). **Sustainability**, v. 12, n. 18, p. 7571, 2020. DOI: 10.3390/su12187571.

LINDENMAYER, D. B.; MARGULES, C. R.; BOTKIN, D. B. Indicators of biodiversity for ecologically sustainable forest management. **Conservation biology**, v. 14, n. 4, p. 941-950, 2000. DOI: 10.1046/j.1523-1739.2000.98533.x.

LINSER, S. et al. 25 years of criteria and indicators for sustainable forest management: how intergovernmental C&I processes have made a difference. **Forests**, v. 9, n. 9, p. 578, 2018a. DOI: 10.3390/f9090578.

LINSER, S. et al. 25 years of criteria and indicators for sustainable forest management: why some intergovernmental C&I processes flourished while others faded. **Forests**, v. 9, n. 9, p. 515, 2018b. DOI: 10.3390/f9090515.

LÓPEZ-TOBAR, R et al. Timber harvesting and conservation status of forest species in the Ecuadorian Amazon. **Frontiers in Forests and Global Change**, v. 7, p. 1389852, 2024. DOI: 10.3389/ffgc.2024.1389852.

MARTINS, E. **Contabilidade de custos**. 9. ed. São Paulo: Atlas, 2003.

MEDEIROS, D. T de. et al. Caracterização da madeira de espécies da Amazônia. **Madera y bosques**, v. 27, n. 2, 2021. DOI: 10.21829/myb.2021.2722209.

MEDJIBE, V. P.; PUTZ, F. E. Cost comparisons of reduced-impact and conventional logging in the tropics. **Journal of Forest Economics**, v. 18, n. 3, p. 242-256, 2012. DOI: 10.1016/j.jfe.2012.05.001.

MENDES, J. B.; HILDEBRAND, E. **Procedimentos para a concepção de um sistema de custos florestais**. Curitiba: Fupef - Silviconsult Engenharia, 1997. p. 1-26.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE (MMA). Instrução Normativa nº 5 de 11 de dezembro de 2006. Dispõe sobre procedimentos técnicos para elaboração, apresentação, execução e avaliação técnica de Planos de Manejo Florestal Sustentável - PMFS nas florestas primitivas e suas formas de sucessão na Amazônia Legal, e dá outras providências. **Diário Oficial da União**. Seção 1, página 155 a 159.

MOODY'S. **Rating action: Moody's Ratings upgrades Brazil's ratings to Ba1 and maintains the positive outlook**. 2024. Disponível em: <https://ratings.moody's.com/ratings-news/429722>. Acesso em: 11 dez. 2024.

MORAES, R. A. et al. Sustainable Forest management for timber and non-timber resources in the Amazon forest under concession. **TreeDimensional Journal**, v. 13, e2024050, 2024. DOI: 10.55746/treed.2024.06.050.

MORAIS, P. do P. et al. Assessment of forest road models in concession areas in the Brazilian Amazon. **Forests**, v. 14, n. 7, p. 1388, 2023. DOI: 10.3390/f14071388.

MOREIRA, J. M. M. Á. P.; ZANCANARO, G. G.; VUADEN, E.; SIMIONI, F. J. **Análise da rentabilidade financeira de um plantio de *Eucalyptus urophylla* S. T.**

Blake **para energia com financiamento pelo Programa ABC**. Colombo: Embrapa Florestas, 2022. (Documentos, n. 368). Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1142959/1/EmbrapaFlorestas-2022-Documentos368.pdf>. Acesso em: 25 set. 2025.

MORGENSTERN, E. K. The origin and early application of the principle of sustainable forest management. **The Forestry Chronicle**, v. 83, n. 4, p. 485-489, 2007. DOI: 10.5558/tfc83485-4.

MORKOVINA, S. S. et al. Potential and Investment Attractiveness of Implementing Climate Projects on Disturbed Lands. **Sustainability**, v. 16, n. 19, p. 8562, 2024. DOI: 10.3390/su16198562.

NAVARRETE, E.; BUSTOS, J. Faustmann optimal pine stands stochastic rotation problem. **Forest policy and economics**, v. 30, p. 39-45, 2013. DOI: 10.1016/j.forpol.2013.02.007.

NODEHI, M.; ARANI, A. A.; TAGHVAAEE, V. M. Sustainability spillover effects and partnership between East Asia & Pacific versus North America: Interactions of social, environment and economy. **Letters in Spatial and Resource Sciences**, v. 15, n. 3, p. 311-339, 2022. DOI: 10.1007/s12076-021-00282-5.

OLIVEIRA, M. F.; BRAZ, E. M.; MATTOS, P. P. de. **Ocorrência, crescimento e manejo de *Dipteryx odorata* em floresta primária, em Mato Grosso**. Colombo: Embrapa Florestas, 2024. 9 p. (Comunicado Técnico, n. 510). ISSN 1517-5030. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1171947/1/EmbrapaFlorestas-2024-ComunicadoTecnico510.pdf>. Acesso em: 24 ago. 2025.

OLIVEIRA, G. et al. Mercado da madeira: estudo de caso sobre aplicação da ferramenta SWOT e desenvolvimento de estratégias. **Nativa**, v. 5, n. 7, 2017. DOI: 10.31413/nativa.v5i7.5412.

OLIVEIRA, M. F. de. **Critérios para o manejo sustentável de duas espécies madeireiras das florestas tropicais do Mato Grosso**. 2014. 114 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) — Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2014. Disponível em: <https://acervodigital.ufpr.br/xmlui/bitstream/handle/1884/36436/R%20-%20D%20-%20MARIANA%20FERRAZ%20DE%20OLIVEIRA.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 25 ago. 2025.

OLIVEIRA, L. C. **Efeito da exploração da madeira e de diferentes intensidades de desbaste sobre a dinâmica da vegetação de uma área de 136 ha na Floresta Nacional do Tapajós**. 2005. 183 f. Tese (Doutorado em Recursos Florestais) — Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2005.

OLIVEIRA, L. C. L. Q.; JARDIM, F. C. S.; GOMES, J. M. Predição do ciclo de corte de espécies arbóreas comerciais por grupos ecológicos em uma floresta na Amazônia brasileira. **Brazilian Journal of Biometrics**, v. 38, n. 1, p. 18-34, 2020. DOI: 10.28951/rbb.v38i1.412.

D'OLIVEIRA, M. V. N.; BRAZ, E. M. Estudo da dinâmica da floresta manejada no projeto de manejo florestal comunitário do PC Pedro Peixoto na Amazônia Ocidental. **Acta Amazonica**, v. 36, p. 177-182, 2006. DOI: 10.1590/S0044-59672006000200007.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS (ONU). **Non-legally binding authoritative statement of principles for a global consensus on the management, conservation and sustainable development of all types of forests**. Rio de Janeiro: Relatório da Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, Anexo III, 1992. Disponível em: <http://www.un-documents.net/for-prin.htm>. Acesso em: 5 nov. 2023.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS (ONU). **Transforming our world: the 2030 Agenda for Sustainable Development**. New York: United Nations, 2015. 35 p. Disponível em: https://www.un.org/en/development/desa/population/migration/generalassembly/docs/globalcompact/A_RES_70_1_E.pdf. Acesso em: 23 abr. 2023.

PEÑA-CLAROS, M. et al. Regeneration of commercial tree species following silvicultural treatments in a moist tropical forest. **Forest Ecology and Management**, v. 255, n. 3-4, p. 1283-1293, 2008. DOI: 10.1016/j.foreco.2007.10.033.

PEREIRA, P. C. G. et al. *Handroanthus* spp. (ipê) e *Dipteryx* spp. (cumarú) na lista da CITES: desafio para as concessões florestais no Brasil. In: CONFERÊNCIA IUFRO 2023 AMÉRICA LATINA, 1., 2023, Curitiba. **Anais [...]**. Curitiba, 2023. p. 120.

PEREIRA, P. C. G. **Determinação do potencial silvicultural de espécies do gênero *Cecropia* na Flona do Tapajós-PA**. 2015. 56 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Universidade Federal Rural da Amazônia, Belém, 2015.

PHILLIPS, P. D. et al. An individual-based spatially explicit simulation model for strategic forest management planning in the eastern Amazon. **Ecological Modelling**, v. 173, n. 4, p. 335-354, 2004. DOI: 10.1016/j.ecolmodel.2003.09.023.

PIETRUNTI, M.; SIGNORETTI, F. M. Unconventional monetary policy and household debt: the role of cash-flow effects. **Journal of Macroeconomics**, v. 64, p. 103201, 2020. DOI: 10.1016/j.jmacro.2020.103201.

PIKETTY, M. G.; DRIGO, I.; SABLAYROLLES, P.; AQUINO, E. A.; PENA, D.; SIST, P. Renda anual do manejo florestal comunitário na Amazônia Brasileira: desafios para o futuro. **Floresta**, v. 45, n. 11, p. 4228-4244, 2015. (*Ajustado: “v. 6” estava inconsistente.*)

PILÃO, N. E.; HUMMEL, P. R. V. **Matemática financeira e engenharia econômica: a teoria e a prática da análise de projetos de investimentos**. São Paulo: Cengage Learning, 2002.

PINHEIRO, K. A. O.; RUSCHEL, A. R.; OLIVEIRA, F. A.; CARNEIRO, F. S.; D'ARACE, L. M. B.; SILVA, F. L.; FRAZÃO, A. S. Tratamentos silviculturais e volume de madeira em uma área experimental de floresta nativa na Jari, Amapá. **Revista**

Ibero-Americana de Ciências Ambientais, v. 10, n. 6, p. 50-66, out./nov. 2019. DOI: 10.6008/CBPC2179-6858.2019.006.0006.

PINTO, L. A. de A. Forest management criteria for *Manilkara huberi* (Ducke) A. Chev. (Sapotaceae) in upland forests of Central Amazon based on dendrochronological study. **Environmental Sciences Proceedings**, v. 3, n. 1, p. 105, 2020. DOI: 10.3390/IECF2020-07870.

PIPONIOT, C. et al. Can timber provision from Amazonian production forests be sustainable? **Environmental Research Letters**, v. 14, 2019. DOI: 10.1088/1748-9326/ab195e.

POKORNY, B.; PALHETA, C.; STEINBRENNER, M. **Custos de operações florestais: noções e conceitos**. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 2011. 80 p. (Documentos).

POKORNY, B.; JOHNSON, J. Community forestry in the Amazon: the unsolved challenge of forests and the poor-ODI. **Resource Perspectives**, v. 112, 2008.

POKORNY, B.; BAUCH, R. **Critérios e indicadores para avaliação da sustentabilidade de empresa florestal em Tailândia, Pará, na Amazônia brasileira**. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 2000. 114 p. (Documentos, n. 34).

PORRO, R. et al. Implicações sociais, econômicas e ambientais de uma iniciativa de manejo florestal comunitário em assentamento na Amazônia Oriental. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v. 56, n. 4, p. 623-644, 2018. DOI: 10.1590/1234-56781806-94790560405.

PRINS, K.; KÖHL, M.; LINSER, S. Is the concept of sustainable forest management still fit for purpose? **Forest Policy and Economics**, v. 157, p. 103072, 2023. DOI: 10.1016/j.forpol.2023.103072.

PURVIS, B.; MAO, Y.; ROBINSON, D. Three pillars of sustainability: in search of conceptual origins. **Sustainability Science**, v. 14, n. 3, p. 681-695, 2019. DOI: 10.1007/s11625-018-0627-5.

PUTZ, F. E. et al. Sustaining conservation values in selectively logged tropical forests: the attained and the attainable. **Conservation Letters**, v. 5, n. 4, p. 296-303, 2012. DOI: 10.1111/j.1755-263X.2012.00242.x.

RAZAVI, S. et al. The future of sensitivity analysis: an essential discipline for systems modeling and policy support. **Environmental Modelling & Software**, v. 137, p. 104954, 2021. DOI: 10.1016/j.envsoft.2020.104954.

REATEGUI-BETANCOURT, J. L. et al. Timber yield of commercial tree species in the eastern Brazilian Amazon based on 33 years of inventory data. **Forestry: An International Journal of Forest Research**, v. 97, n. 1, p. 1-10, 2024. DOI: 10.1093/forestry/cpad043.

REIS, L. P. et al. Avaliação do potencial madeireiro na Floresta Nacional do Tapajós após 28 anos da exploração florestal. **Pesquisa Florestal Brasileira**, v. 30, n. 64, p. 265, 2010.

REIS, L. P. et al. Aplicação do método mexicano de ordenamento florestal (MMOF) para estimar ciclo e intensidade de corte em floresta na Amazônia oriental. **Scientia Forestalis**, v. 45, n. 113, p. 187-195, mar. 2017. DOI: 10.18671/scifor.v45n113.19.

REIS, S. L. et al. **Técnicas pré-exploratórias para o planejamento de exploração de impacto reduzido no manejo florestal comunitário e familiar**. Belém: Instituto Floresta Tropical (IFT), 2013.

REZENDE, J. L. P.; OLIVEIRA, A. D. **Análise econômica e social de projetos florestais**. 3. ed. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2013.

RIBEIRO, J. R.; AZEVEDO-RAMOS, C.; SANTOS, R. B. N. dos. Impact of forest concessions on local jobs in central Amazon. **Trees, Forests and People**, v. 2, p. 100021, 2020. DOI: 10.1016/j.tfp.2020.100021.

RIBEIRO, F. C. **Análise da viabilidade econômica do manejo florestal sustentável: um estudo de caso da Flona de Caxiuanã**. 2021. 74 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2021.

RICHARDSON, V. A.; PERES, C. A. Temporal decay in timber species composition and value in Amazonian logging concessions. **PLOS ONE**, v. 11, n. 7, e0159035, 2016. DOI: 10.1371/journal.pone.0159035.

ROCHA, S. J. S. S. et al. Machine learning: volume and biomass estimates of commercial trees in the Amazon forest. **Sustainability**, v. 15, n. 12, p. 9452, 2023. DOI: 10.3390/su15129452.

ROCHA, Q. S. **Viabilidade econômica do manejo sustentável na Amazônia: análise de diferentes cenários**. 2023. 136 f. Tese (Doutorado em Ciência Florestal) – Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista, São Paulo, 2023.

ROCHA, Q. S. et al. Assessing the economic impact of forest management in the Brazilian Amazon through real options analysis. **Forests**, v. 15, n. 12, p. 2069, 2024. DOI: 10.3390/f15122069.

RODRIGUES, M. I. **O manejo florestal na Amazônia e a viabilidade financeira dos ciclos de corte**. 2020. 125 f. Tese (Doutorado em Ciências Florestais) — Universidade de Brasília, Faculdade de Tecnologia, Departamento de Engenharia Florestal, Brasília, DF, 2020.

RODRIGUES, M. I. et al. Case study on the financial viability of forest management on public lands in the Brazilian Amazon. **Forests**, v. 14, n. 12, p. 2309, 2023. DOI: 10.3390/f14122309.

RODRIGUES, M. I. et al. Financial variability of the second cutting of forest management in Tapajós National Forest, Brazil. **Forest Policy and Economics**, v. 136, p. 102694, 2022. DOI: 10.1016/j.forpol.2022.102694.

RODRIGUES, M. I. et al. Financial analysis of investments in forest concession for Amazon Brazilian by deterministic and stochastic methods. **Cerne**, v. 25, n. 4, p. 482-490, 2019. DOI: 10.1590/01047760201925042627.

ROMERO, C. et al. Financial viability and carbon payment potential of large-scale silvicultural intensification in logged dipterocarp forests in Indonesia. **Forest policy and economics**, v. 85, p. 95-102, 2017. DOI: 10.1016/j.forpol.2017.09.005.

ROMERO, F. M. B. et al. Volume, biomass, and carbon estimates for commercial tree species in a managed forest: a case study in the Bolivian Amazon. **Forests**, v. 15, n. 4, p. 652, 2024. DOI: 10.3390/f15040652.

RUSLANDI; ROMERO, C.; PUTZ, F. E. Financial viability and carbon payment potential of large-scale silvicultural intensification in logged dipterocarp forests in Indonesia. **Forest Policy and Economics**, v. 85, p. 95-102, 2017. DOI: 10.1016/j.forpol.2017.09.005.

RUSCHEL, A. R. **Dinâmica da composição florística e do crescimento de uma floresta explorada há 18 anos na Flona Tapajós, PA**. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 2008. 57 p. il. (Documentos, n. 341).

SABOGAL, C.; POKORNY, B.; SILVA, J. M. N.; CARVALHO, J. O. P.; ZWEEDE, J.; PUERTA, R. **Diretrizes técnicas de manejo para produção madeireira mecanizada em florestas de terra firme na Amazônia brasileira**. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 2009.

SALES, A. et al. Silvicultural management system applied to logged forests in the Brazilian Amazon: a case study of adaptation of techniques to increase the yield and diversity of species forestry. **Diversity**, v. 13, n. 11, p. 509, 2021. DOI: 10.3390/d13110509.

SALTELLI, A. et al. Why so many published sensitivity analyses are false: a systematic review of sensitivity analysis practices. **Environmental Modelling & Software**, v. 114, p. 29-39, 2019. DOI: 10.1016/j.envsoft.2019.01.012.

SALTELLI, A. et al. **Sensitivity analysis in practice: a guide to assessing scientific models**. New York: Wiley, 2004.

SALTELLI, A. Making best use of model evaluations to compute sensitivity indices. **Computer Physics Communications**, v. 145, n. 2, p. 280-297, 2002. DOI: 10.1016/S0010-4655(02)00280-1.

SAMPIERI, R. H.; COLLADO, C. F.; LUCIO, P. B. **Metodologia de pesquisa**. 3. ed. São Paulo: McGraw-Hill, 2006.

SANTOS, M. F. dos et al. Species-specific equations: Greater precision in commercial volume estimation in managed forests in the Amazon. **Cerne**, v. 26, n. 3, p. 315-330, 2020. DOI: 10.1590/01047760202026032741.

SCHONGART, J. Growth-Oriented Logging (GOL): a new concept towards sustainable forest management in Central Amazonian floodplains. **Forest Ecology and Management**, v. 256, p. 46–58. 2008. DOI: 10.1016/j.foreco.2008.03.037.

SCHÖNGART, J. et al. Dendroecological studies in the neotropics: history, status and future challenges. In: **DENDROECOLOGY: tree-ring analyses applied to ecological studies**. Cham: Springer International Publishing, 2017. p. 35-73.

SCHWARTZ, G.; FALKOWSKI, V.; PEÑA-CLAROS, M. Natural regeneration of tree species in the Eastern Amazon: short-term responses after reduced-impact logging. **Forest Ecology and Management**, v. 385, p. 97-103, 2017. DOI: 10.1016/j.foreco.2016.11.036.

SCHWARTZ, G. et al. Enrichment planting in logging gaps with *Schizolobium parahyba* var. *amazonicum* (Huber ex Ducke) Barneby: A financially profitable alternative for degraded tropical forests in the Amazon. **Forest Ecology and management**, v. 390, p. 166-172, 2017. DOI: 10.1016/j.foreco.2017.01.031.

SCHWEIER, J. et al. Sustainability impact assessment of forest operations: A review. **Current Forestry Reports**, v. 5, n. 3, p. 101-113, 2019. DOI: 10.1007/s40725-019-00091-6.

SCCOTI, M. S. V. et al. Current practices of conducting forest management plans in the Amazon may risk the survival of timber species. **Environmental Science and Pollution Research**, v. 30, n. 34, p. 82589-82600, 2023. DOI: 10.1007/s11356-023-28311-4.

SETTEMBRE-BLUNDO, D. et al. Flexibility and resilience in corporate decision making: a new sustainability-based risk management system in uncertain times. **Global Journal of Flexible Systems Management**, v. 22, n. Suppl 2, p. 107-132, 2021. DOI: 10.1007/s40171-021-00277-7.

SERVIÇO FLORESTAL BRASILEIRO – SFB. **Cadastro Nacional de Florestas Públicas**. 2020. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/servico-florestal-brasileiro/cadastro-nacional-de-florestas-publicas>. Acesso em: 10 dez. 2022.

SILVA, E.F. da et al. Optimized forest planning: allocation of log storage yards in the Amazonian sustainable forest management area. **Forest Ecology and Management**, v. 472, p. DOI: 118231, 2020. 10.1016/j.foreco.2020.118231.

SILVA, J. N. M.; CARVALHO, J. O. P.; LOPES, J. C. A. Um sistema silvicultural policíclico para produção sustentada de madeira na Amazônia brasileira. In: SIMPÓSIO SILVICULTURA NA AMAZÔNIA ORIENTAL: CONTRIBUIÇÕES DO PROJETO EMBRAPA/DFID, 1999, Belém. **Anais [...]**. Belém: Embrapa/DFID, 1999. p. 180-185.

SILVA, J. N. M. **Manejo florestal**. 2. ed. Brasília, DF: Embrapa, 1996.

SILVA, J. N. M. et al. Growth and yield of a tropical rain forest in the Brazilian Amazon 13 years after logging. **Forest Ecology and Management**, v. 71, n. 3, p. 267-274, 1995. DOI: 10.1016/0378-1127(94)06106-S.

SIST, P. et al. Sustainability of Brazilian forest concessions. **Forest Ecology and Management**, v. 496, p. 119440, 2021. DOI: 10.1016/j.foreco.2021.119440.

SIST, P.; FERREIRA, F. N. Sustainability of reduced-impact logging in the Eastern Amazon. **Forest Ecology and Management**, v. 243, n. 2-3, p. 199-209, 2007. DOI: 10.1016/j.foreco.2007.02.014.

SIVIERO, M. A. et al. Manejo de florestas naturais degradadas na Amazônia: estudo de caso sobre critérios de colheita. **Ciência Florestal**, v. 30, n. 1, 2020. DOI: 10.5902/1980509825856.

SIVIERO, M. A. et al. Harvesting criteria application as a technical and financial alternative for management of degraded tropical forests: a case study from Brazilian Amazon. **Diversity**, v. 12, n. 10, p. 373, 2020. DOI: 10.3390/d12100373.

SKORNYAKOVA, Y. B. Depreciation costs of fixed assets: accounting and management aspect. **Economic Sciences**, v. 46, n. 2, 2020.

SOARES, C. da C.; BEZERRA, M. das G. F. A gestão da concessão florestal no estado do Pará. **Research, Society and Development**, v. 11, n. 1, 2022. DOI: 10.33448/rsd-v11i1.25101.

SORETZ, A. S.; NODEHIB, M.; TAGHVAEE, V. M. Sustainability and sustainable development concepts: defining the perspectives and pillars. **Reference Module in Social Sciences**. Amsterdam: Elsevier, 2023.

SOUZA, A.; CLEMENTE, A. **Decisões financeiras e análise de investimentos: fundamentos, técnicas e aplicações**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2006.

SOUZA, M. A. S. de et al. Dinâmica e produção de uma floresta sob regime de manejo sustentável na Amazônia Central. **Floresta**, v. 47, n. 1, p. 55-63, 2017. DOI: 10.5380/rf.v47i1.43312.

TARANTOLA, S; et al. An annotated timeline of sensitivity analysis. **Environmental Modelling & Software**, v. 174, p. 105977, 2024. DOI: 10.1016/j.envsoft.2024.105977.

TARANTOLA, S. et al. Can global sensitivity analysis steer the implementation of models for environmental assessments and decision-making?. **Stochastic Environmental Research and Risk Assessment**, v. 16, n. 1, p. 63-76, 2002. DOI: 10.1007/s00477-001-0085-x.

TIMOFEICZYK, R. J.; SILVA, V. S. M. da; BERGER, R. Rentabilidade econômica do manejo de baixo impacto em florestas tropicais: um estudo de caso. **Floresta**, v. 38, n. 4, p. 711-725, 2008.

TIMOFEICZYK, R. J.; GRAÇA, L. R.; BERGER, R. Estrutura de custos do manejo de baixo impacto em florestas tropicais: um estudo de caso. **Floresta**, v. 35, n. 1, 2005.

TRIBUNAL DE CONTAS DA UNIÃO (TCU). **Relatório**. 2021. Disponível em: <https://portal.tcu.gov.br/publicacoes-institucionais/relatorio-de-gestao/prestacao-de-contas-do-tcu-2021>. Acesso em: 5 dez. 2023.

TRIBUNAL DE CONTAS DA UNIÃO (TCU). **Relatório**. 2023. Disponível em: https://pesquisa.apps.tcu.gov.br/documento/acordao-completo/*/%2FNUMACORDAO%253A1052%2520ANOACORDAO%253A2021%2520COLEGIADO%253A%2522Plen%25C3%25A1rio%2522%2FDTRELEVANCIA%2520desc%252C%2520NUMACORDAOINT%2520desc%2F0. Acesso em: 5 dez. 2023.

UNITED STATES DEPARTMENT OF THE TREASURY. **Daily Treasury Par Yield Curve Rates**. 2024. Disponível em: https://home.treasury.gov/resource-center/data-chart-center/interest-rates/TextView?type=daily_treasury_yield_curve&field_tdr_date_value=all. Acesso em: 10 dez. 2024.

VAEZIN, S. M. H.; JUYBARI, M. M.; SADEGHI, S. M. M.; BANAŚ, J.; MARCU, M. V. The seasonal fluctuation of timber prices in Hyrcanian temperate forests, Northern Iran. **Forests**, v. 13, n. 5, e761, 2022. DOI: 10.3390/f13050761.

VAN GARDINGEN, P. R.; VALLE, D.; THOMPSON, I. Evaluation of yield regulation options for primary forest in Tapajos National Forest, Brazil. **Forest Ecology and Management**, v. 231, n. 1-3, p. 184-195, 2006. DOI: 10.1016/j.foreco.2006.05.047.

VIDAL, E. et al. Sustainable Forest management (SFM) of tropical moist forests: the case of the Brazilian Amazon. **Achieving Sustain Manage Tropical Forests**, v. 1, p. 1–31, 2020. DOI: 10.19103/AS.2020.0074.42.

WAGNER, J. E. **Forestry Economics: a managerial approach**. London: Routledge, 2011. 408 p.

WIJEWARDANA, D. Criteria and indicators for sustainable forest management: The road travelled and the way ahead. **Ecological indicators**, v. 8, n. 2, p. 115-122, 2008. DOI: 10.1016/j.ecolind.2006.11.003.

YIN, R. K. **Estudo de caso: planejamento e métodos**. Tradução de Daniel Grassi. 2. ed. Porto Alegre: Bookman, 2001.

ZINKHAN, F. C.; CUBBAGE, F. W. Financial analysis of timber investments. **Forests in a market economy**, p. 77-95, 2003. DOI: 10.1007/978-94-017-0219-5_6.

ANEXO 1 – AUTORIZAÇÃO DE EXPLORAÇÃO DA UNIDADE DE PRODUÇÃO ANUAL – UPA 2023, UNIDADE DE MANEJO FLORESTAL – UMF I DO PROJETO DE MANEJO NA FLORESTA NACIONAL DE CAXIUANÁ



Sistema Nacional de Controle da Origem dos Produtos Florestais
Superintendência do Ibama no Estado do Pará - PA



Autorização de Exploração - POA (Amazônia Legal) Pleno			
Número da Autorização	Registro Sinaflor	Área autorizada	Validade
1015.2.2023.10120	10118950	2.143,7547 Ha	15/05/2023 a 15/05/2024
Detentor da autorização		Autorização vinculada	CPF/CNPJ do Detentor
BENEVIDES MADEIRAS LTDA		1015.2.2020.22802	03.278.503/0002-00
Município de referência		Coordenadas de referência	
MELGACO / PA		-1,737838056 -51,712321111	
Outros municípios associados			
Não se aplica.			

Responsáveis Técnicos			
Nome	Atividade	Cons. Classe	ART
ANA LUCIA VILHENA MUNIZ	Elaborador/Executor	15679 D PA	20200480617

Dados dos imóveis rurais			
Não se aplica.			

Volumetria autorizada				
Produto	Indivíduos	Volume por Ha	Volume total	Unidade
Tora(m³)	8878	23,1229	49.569,6700	m³

Detalhamento da volumetria autorizada	
Tora(m³)	
Tora(m³) / Pouteria caimito / Abiurana / 2.225,4270 m³	Tora(m³) / Bowdichia nitida / Sucupira / 190,0940 m³
Tora(m³) / Endopleura uchi / Uxi / 498,7810 m³	Tora(m³) / Terminalia tanibouca / Tanibuca / 2.159,7470 m³
Tora(m³) / Ocotea rubra / Louro-vermelho / 72,0530 m³	Tora(m³) / Vochysia guianensis / Quarubatinga / 1.149,2200 m³
Tora(m³) / Hymenaea courbaril / Jatobá / 1.478,9180 m³	Tora(m³) / Manilkara paraensis / Maparajuba / 4.192,3290 m³
Tora(m³) / Roupala montana / Louro-faia / 66,4020 m³	Tora(m³) / Qualea paraensis / Mandioqueiro / 611,0360 m³
Tora(m³) / Erisma uncinatum / Quarubarana / 9.569,8470 m³	Tora(m³) / Dipteryx odorata / Cumaru / 2.457,5480 m³
Tora(m³) / Couratari guianensis / Tauari / 2.446,5960 m³	Tora(m³) / Hymenolobium petraeum / Angelim-pedra / 1.429,7250 m³
Tora(m³) / Chrysophyllum venezuelanense / Guajará / 48,4580 m³	Tora(m³) / Bagassa guianensis / Tatajuba / 62,2550 m³
Tora(m³) / Goupia glabra / Cupiúba / 3.211,6670 m³	Tora(m³) / Licaria cannella / Louro-canela / 889,0520 m³
Tora(m³) / Vatairea guianensis / Fava-amargosa / 1.642,5920 m³	Tora(m³) / Manilkara huberi / Maçaranduba / 5.816,5260 m³
Tora(m³) / Caryocar gracile / Pequiá / 1.341,5750 m³	Tora(m³) / Dinizia excelsa / Angelim-vermelho / 3.641,2430 m³
Tora(m³) / Handroanthus serratifolius / Ipê / 46,3830 m³	Tora(m³) / Pouteria oppositifolia / Guajara bolacha / 2.060,5060 m³
Tora(m³) / Enterolobium contortisiliquum / Orelha-de-macaco / 618,2400 m³	Tora(m³) / Mezilaurus itauba / Itaúba / 49,5640 m³
Tora(m³) / Astronium lecontei / Muiracatiara / 1.593,8860 m³	

Condicionantes	
Não se aplica.	

ANEXO 2 – AUTORIZAÇÃO DE EXPLORAÇÃO DA UNIDADE DE PRODUÇÃO ANUAL – UPA 2023, UNIDADE DE MANEJO FLORESTAL – UMF II DO PROJETO DE MANEJO NA FLORESTA NACIONAL DE CAXIUANÃ



Sistema Nacional de Controle da Origem dos Produtos Florestais
Superintendência do Ibama no Estado do Pará - PA



Autorização de Exploração - POA (Amazônia Legal) Pleno			
Número da Autorização	Registro Sinaflor	Área autorizada	Validade
1015.2.2023.11774	10118983	3.556,2416 Ha	28/06/2023 a 28/06/2024
Detentor da autorização		Autorização vinculada	CPF/CNPJ do Detentor
BENEVIDES MADEIRAS LTDA		1015.2.2020.34315	03.278.503/0002-00
Município de referência		Coordenadas de referência	
MELGACO / PA		-1,783469444 -51,805852778	
Outros municípios associados			
Não se aplica			

Responsáveis Técnicos			
Nome	Atividade	Cons. Classe	ART
ANA LUCIA VILHENA MUNIZ	Elaborador/Executor	15679 D PA	20200480619

Dados dos imóveis rurais			
Não se aplica.			

Volumetria autorizada				
Produto	Indivíduos	Volume por Ha	Volume total	Unidade
Tora(m³)	13368	20,2123	71.879,8620	m³

Detalhamento da volumetria autorizada	
Tora(m³)	
Tora(m³) / Piptadenia suaveolens / Timborana / 1.788,7480 m³	Tora(m³) / Qualea paraensis / Mandioqueiro / 899,1470 m³
Tora(m³) / Sextonia rubra / Louro-vermelho / 191,9670 m³	Tora(m³) / Terminalia tanibouca / Tanibouca / 626,5700 m³
Tora(m³) / Enterolobium contortisiliquum / Orelha-de-macaco / 840,1890 m³	Tora(m³) / Endopleura uchi / Uxi / 1.600,6990 m³
Tora(m³) / Astronium lecointei / Muiracatiara / 2.667,9180 m³	Tora(m³) / Dipteryx odorata / Cumaru / 2.689,0700 m³
Tora(m³) / Erisma uncinatum / Quarubarana / 6.637,7290 m³	Tora(m³) / Pouteria caimito / Abiurana / 3.958,2180 m³
Tora(m³) / Bowdichia nitida / Sucupira / 355,7200 m³	Tora(m³) / Couratari guianensis / Tauari / 6.282,6890 m³
Tora(m³) / Bagassa guianensis / Tatajuba / 161,8820 m³	Tora(m³) / Ocotea pubescens / Louro / 2.584,3530 m³
Tora(m³) / Chrysophyllum venezuelanense / Guajará / 527,9110 m³	Tora(m³) / Caryocar gracile / Pequiá / 844,0990 m³
Tora(m³) / Manilkara huberi / Maçaranduba / 8.781,5070 m³	Tora(m³) / Pouteria oppositifolia / Guajara bolacha / 7.248,1350 m³
Tora(m³) / Vochysia guianensis / Quarubatinga / 733,5660 m³	Tora(m³) / Dinizia excelsa / Angelim-vermelho / 5.147,9880 m³
Tora(m³) / Roupala montana / Louro-faia / 134,4330 m³	Tora(m³) / Mezilaurus itauba / Itaúba / 524,6790 m³
Tora(m³) / Hymenolobium petraeum / Angelim-pedra / 3.037,9420 m³	Tora(m³) / Hymenaea courbaril / Jatobá / 2.747,1290 m³
Tora(m³) / Goupia glabra / Cupiúba / 3.284,1040 m³	Tora(m³) / Cordia goeldiana / Freijó-cinza / 8,9700 m³
Tora(m³) / Carapa guianensis / Andiroba / 474,9410 m³	Tora(m³) / Vatairea guianensis / Fava-amargosa / 2.496,9530 m³
Tora(m³) / Manilkara paraensis / Maparajuba / 4.602,6060 m³	

Condicionantes
Não se aplica.

**APÊNDICE 1 – ESTRUTURA DE CUSTOS DO PROJETO DE MANEJO
FLORESTAL MADEIREIRO NA AMAZÔNIA PARA UM ANO DE OPERAÇÃO E
CUSTO POR METRO CÚBICO**

(continua)

Custo	Grupo	Componente	R\$/m³
Fixo	Administrativo	Alimentos	0,33
Fixo	Administrativo	Aluguel	0,18
Fixo	Administrativo	Assessoria	0,60
Fixo	Administrativo	Assessoria Jurídica	0,54
Fixo	Administrativo	Certificação	2,12
Fixo	Administrativo	Contabilidade	0,05
Fixo	Administrativo	Despesas Judiciais	0,21
Fixo	Administrativo	Despesas Médicas	1,08
Fixo	Administrativo	Doações	0,36
Fixo	Administrativo	Gás e Água	0,07
Fixo	Administrativo	Internet	0,49
Fixo	Administrativo	Material de Limpeza	0,03
Fixo	Administrativo	Medicamentos	0,06
Fixo	Administrativo	Multa de Trânsito	0,00
Fixo	Administrativo	Obras e Reformas	0,29
Fixo	Administrativo	Prestação de Serviço - Segurança	0,38
Fixo	Administrativo	Reembolso	0,01
Fixo	Administrativo	Rescisões Trabalhistas	5,03
Fixo	Administrativo	Seguro	14,09
Fixo	Administrativo	Software	0,73
Fixo	Administrativo	Treinamentos e Cursos	0,01
Fixo	Administrativo	Viagem de Trabalho	0,84
Subtotal Total			27,51
Fixo	Manutenção Preventiva	Despesa com Automóveis	0,21
Fixo	Manutenção Preventiva	Manutenção de Caminhões e Máquinas	0,16
Fixo	Manutenção Preventiva	Pneus	0,09
Fixo	Manutenção Preventiva	Prestação de Serviço - Geral	1,07
Fixo	Manutenção Preventiva	Prestação de Serviço - Manutenção	0,21
Fixo	Manutenção Preventiva	Veículos	0,60
Subtotal Total			2,35
Fixo	Salários e encargos	13º Salário	6,89
Fixo	Salários e encargos	Contribuições previdenciárias-folha	2,74
Fixo	Salários e encargos	Férias	1,46
Fixo	Salários e encargos	FGTS	3,88
Fixo	Salários e encargos	INSS	3,04
Fixo	Salários e encargos	IRRF	0,09
Fixo	Salários e encargos	Salário	81,88
Fixo	Salários e encargos	Vale Transporte	1,60
Subtotal Total			101,59
Fixo	Taxas e Impostos	Imposto Estadual	0,00
Fixo	Taxas e Impostos	Imposto Federal	10,98
Fixo	Taxas e Impostos	IPVA	0,15
Fixo	Taxas e Impostos	Licenciamento	0,01

**APÊNDICE 1 – ESTRUTURA DE CUSTOS DO PROJETO DE MANEJO
FLORESTAL MADEIREIRO NA AMAZÔNIA PARA UM ANO DE OPERAÇÃO E
CUSTO POR METRO CÚBICO**

			(conclusão)
Fixo	Taxas e Impostos	Simple Nacional	4,04
Fixo	Taxas e Impostos	Tarifas Bancárias	0,15
Fixo	Taxas e Impostos	Taxas Diversas	0,02
Fixo	Taxas e Impostos	Alvará	0,01
Fixo	Taxas e Impostos	Taxa Ibama Motosserra	0,02
Subtotal Total			15,38
Fixo	Depreciação		136,74
Fixo	Não Remuneração do capital		92,68
Subtotal Total			229,42
Fixo Total			376,25
Variável	Colheita	Combustível	74,49
Variável	Colheita	Comissão	0,45
Variável	Colheita	Diárias	0,28
Variável	Colheita	Frete	0,40
Variável	Colheita	Gratificação	10,06
Variável	Colheita	Hora Extra	1,52
Variável	Colheita	Prestação de Serviço - Colheita	0,40
Variável	Colheita	Manutenção corretiva	4,88
Variável	Colheita	Transporte da madeira	17,50
Subtotal Total			110,00
Variável	Pré-colheita	Prestação de Serviço - Pré-colheita	1,66
Variável	Royalties	Matéria-Prima	191,94
Variável	Imposto	IR e CSLL	75,15
Subtotal Total			268,75
Variável Total			378,75
Total Geral			755,00

FONTE: Benevides Madeiras – BEMAL (2024), adaptado pelo autor (2025).

APÊNDICE 2 – ESPÉCIES COMERCIALIZADAS, VOLUME PLANEJADO, VOLUME PRODUZIDO E RECEITA DO PROJETO
RESULTANTES DA UNIDADE DE PRODUÇÃO ANUAL – UPA DE REFERÊNCIA NO MANEJO FLORESTAL MADEIREIRO NA
FLORESTA NACIONAL DE CAXIUANÃ

(continua)								
Nome científico	Nome popular	V Planejado (m³ha⁻¹)	V Colhido (m³)	V Colhido (m³ha⁻¹)	V (%)	R\$/m³	Receita (R\$)	Receita (%)
<i>Astronium lecointei</i>	Muiracatiara	0,75	3.391,29	0,59	5,1	800,00	2.713.031,60	5,06
<i>Bagassa guianensis</i>	Tatajuba	0,04	159,81	0,03	0,2	1.100,00	175.789,35	0,33
<i>Bowdichia nitida</i>	Sucupira	0,1	499,91	0,09	0,8	1.100,00	549.898,25	1,03
<i>Carapa guianensis</i>	Andiroba	0,08	101,68	0,02	0,2	800,00	81.344,96	0,15
<i>Caryocar gracile</i>	Pequiá	0,38	824,68	0,14	1,2	800,00	659.746,48	1,23
<i>Chrysophyllum venezuelanense</i>	Guajará	0,1	9,22	0,00	0,01	800,00	7.374,96	0,01
<i>Couratari guianensis</i>	Tauari	1,53	5.929,86	1,04	8,9	736,82	4.369.252,11	8,16
<i>Dinizia excelsa</i>	Angelim-vermelho	1,54	4.367,80	0,77	6,6	800,00	3.494.243,36	6,52
<i>Dipteryx odorata</i>	Cumaru	0,9	2.088,90	0,37	3,2	1.074,84	2.245.222,11	4,19
<i>Endopleura uchi</i>	Uxi	0,37	637,91	0,11	0,96	800,00	510.324,64	0,95
<i>Enterolobium contortisiliquum</i>	Orelha-de-macaco	0,26	759,48	0,13	1,1	800,00	607.580,72	1,13
<i>Erismia uncinatum</i>	Quarubarana	2,84	7.940,43	1,39	12	800,00	6.352.347,12	11,86
<i>Goupia glaba</i>	Cupiúba	1,14	2.444,52	0,43	3,7	800,00	1.955.619,20	3,65
<i>Hymenaea coubaril</i>	Jatobá	0,74	2.222,48	0,39	3,4	800,00	1.777.983,28	3,32
<i>Hymenolobium petraeum</i>	Angelim-pedra	0,78	2.340,75	0,41	3,5	800,00	1.872.601,12	3,5
<i>Licaria cannella</i>	Louro-canela	0,16	445,0477	0,08	0,7	800,00	356.038,16	0,66
<i>Manilkara huberi</i>	Massaranduba	2,56	11.736,70	2,06	17,7	800,00	9.389.359,68	17,53
<i>Manilkara paraensis</i>	Maparajuba	1,54	6.121,56	1,07	9,2	1.100,00	4.897.251,36	9,14
<i>Mezilaurus itauba</i>	Itaúba	0,1	123,81	0,02	0,2	894,00	136.192,21	0,25
<i>Ocotea pubescens</i>	Louro	0,45	531,97	0,09	0,8	800,00	475.579,48	0,89
<i>Ocotea rubra</i>	Louro-vermelho	0,01	52,76	0,01	0,1	800,00	42.208,72	0,08
<i>Piptadenia suaveolens</i>	Timborana	0,31	986,75	0,17	1,5	800,00	789.403,44	1,47
<i>Pouteria caimito</i>	Abiurana	1,08	2.055,44	0,36	3,1	800,00	1.644.350,88	3,07
<i>Pouteria oppositifolia</i>	Guajará Bolacha	1,63	4.657,34	0,82	7	800,00	3.725.868,88	6,96

APÊNDICE 2 – ESPÉCIES COMERCIALIZADAS, VOLUME PLANEJADO, VOLUME PRODUZIDO E RECEITA DO PROJETO RESULTANTES DA UNIDADE DE PRODUÇÃO ANUAL – UPA DE REFERÊNCIA NO MANEJO FLORESTAL MADEIREIRO NA FLORESTA NACIONAL DE CAXIUANÃ

								(conclusão)
<i>Qualea paraensis</i>	Mandioqueiro	0,26	701,42	0,12	1,1	800,00	561.134,48	1,05
<i>Roupala montana</i>	Louro-faia	0,04	197,77	0,03	0,3	1.100,00	217.549,97	0,41
<i>Sextonia rubra</i>	Louro-vermelho	0,03	158,9	0,03	0,2	800,00	127.117,68	0,24
<i>Terminalia tanibouca</i>	Tanibuca	0,49	844,48	0,15	1,3	800,00	675.582,72	1,26
<i>Vatairea guianensis</i>	Fava-amargosa	0,73	2.930,77	0,51	4,4	800,00	2.344.612,56	4,38
<i>Vochysia guianensis</i>	Quarubatinga	0,33	1.018,9	0,18	1,5	800,00	815.119,76	1,52
Total		21,3	66.282,34	11,63	100		53.569.729,24	100

V = Volume

FONTE: IBAMA (2023a); IBAMA (2023b); Benevides Madeiras – BEMAL (2024), adaptado pelo autor (2025).

APÊNDICE 3 – RELAÇÃO DE MÁQUINAS, EQUIPAMENTOS, INFRAESTRUTURA E OUTROS CUSTOS INICIAIS DO PROJETO
DE MANEJO FLORESTAL MADEIREIRO NA AMAZÔNIA

(continua)

Máquinas/Equipamentos	Tipo/Modelo	Unidade	Valor de aquisição (R\$)	
Aeronave PR-VCB	Cessna Aircraft 208B	1	24.350.000,00	
Caminhão	Mercedez-Benz AXOR 3344/48 Total	5	3.180.000,00	
Caminhão Roll-on-off	Scania G440 6x4	1	770.250,00	
Caminhão Trator para Semirreboque	R540A6X4 Scania	4	2.893.980,00	
Carregadeira de Rodas	624K II Total	2	1.150.000,00	
	L110F Total	2	1.560.000,00	
	L90F Total	9	6.480.000,00	
EPIs	Diversos	-	42.140,00	
Escavadeira de Esteira	EC200D	1	528.000,00	
Grupo Gerador	GG 6 cilindros	2	100.000,00	
Implementos	Carreta Basculante Hidráulica - CEMAG	1	31.200,00	
	Carreta Basculante Hidráulica c/ Cap. CBH 5T - CEMAG	1	22.500,00	
	Grade Aradora Intermediária - Baldan	1	62.600,00	
	Lâmina Agrícola - Baldan	1	7.600,00	
	Plaina Dianteira Modulada (Concha) - Baldan	1	64.400,00	
	Reboque Florestal Extensivo 04 Eixos	1	197.246,00	
	Reboque Florestal Extensivo 04 Eixos Tora Nativa - Facchini	2	730.000,00	
	Roçadeira Hidráulica Central e Lateral - RD 1700 Baldan	2	25.800,00	
	Semi Reboque Graneleiro 03 Eixos - Facchini	1	120.000,00	
	Motoserra	Sthil MS 661 63CM	20	95.409,80
	Pá Carregadeira	L90F Carregadeira de Rodas	2	1.271.814,61
	Rolo Compactador	SD110B	1	639.000,00
Skidder	630E	1	1.902.744,00	
	630H	2	4.169.151,00	
Trator Agrícola de Rodas	7630 New Holland	1	329.600,00	
	TT4.75 New Holland	2	257.000,00	
Trator de Esteira	Cat D6N XL TE 06	1	550.000,00	

APÊNDICE 3 – RELAÇÃO DE MÁQUINAS, EQUIPAMENTOS, INFRAESTRUTURA E OUTROS CUSTOS INICIAIS DO PROJETO DE MANEJO FLORESTAL MADEIREIRO NA AMAZÔNIA

(conclusão)			
Máquinas/Equipamentos	Tipo/Modelo	Unidade	Valor de aquisição (R\$)
Trator de Esteira	Cat D6 M TE 04	1	550.000,00
	D6M TE 05	1	550.000,00
Veículo	Toyota Hilux	1	200.000,00
Veículo off Road	UFORCE 600 UTV	1	490.000,00
Total		72	53.320.435,41
Infraestrutura		Unidade	R\$
Alojamento		1	800.000,00
Outros custos iniciais			R\$
Custo Edital Concessão			131.093,21
Total Investimento Inicial			54.251.528,62

FONTE: Benevides Madeiras – BEMAL (2024), adaptado pelo autor (2025).

**APÊNDICE 4 – FLUXO DE CAIXA DO PROJETO DE MANEJO FLORESTAL
MADEIREIRO NA FLONA CAXIUANÃ**

Ano	Custo (R\$)	Receita (R\$)	FC (R\$)	FD (R\$)	Saldo Acumulado (R\$)
0	-54.251.528,62				
1	-34.551.676,96	53.284.634,16	18.732.957,20	18.113.476,31	-36.138.052,31
2	-22.563.775,21	32.850.106,10	10.286.330,89	9.617.261,47	-26.520.790,84
3	-22.564.849,69	32.850.106,10	10.285.256,41	9.298.256,51	-17.222.534,33
4	-22.563.775,21	32.850.106,10	10.286.330,89	8.991.711,35	-8.230.822,99
5	-46.452.409,30	32.850.106,10	-13.602.303,20	-11.497.139,06	-19.727.962,04
6	-24.181.021,21	32.850.106,10	8.669.084,89	7.085.101,15	-12.642.860,89
7	-22.564.849,69	32.850.106,10	10.285.256,41	8.127.994,27	-4.514.866,62
8	-22.563.775,21	32.850.106,10	10.286.330,89	7.860.030,35	3.345.163,73
9	-22.564.849,69	32.850.106,10	10.285.256,41	7.599.312,82	10.944.476,55
10	-46.451.334,82	32.850.106,10	-13.601.228,72	-9.717.013,58	1.227.462,97
11	-50.242.929,69	32.850.106,10	-17.392.823,59	-12.014.901,77	-10.787.438,80
12	-24.181.021,21	32.850.106,10	8.669.084,89	5.790.537,18	-4.996.901,62
13	-22.564.849,69	32.850.106,10	10.285.256,41	6.642.876,65	1.645.975,03
14	-22.563.775,21	32.850.106,10	10.286.330,89	6.423.874,12	8.069.849,16
15	-46.452.409,30	32.850.106,10	-13.602.303,20	-8.213.806,16	-143.957,01
16	-22.563.775,21	32.850.106,10	10.286.330,89	6.006.036,34	5.862.079,33
17	-22.564.849,69	32.850.106,10	10.285.256,41	5.806.815,86	11.668.895,19
18	-24.181.021,21	32.850.106,10	8.669.084,89	4.732.511,24	16.401.406,43
19	-22.564.849,69	32.850.106,10	10.285.256,41	5.429.114,33	21.830.520,76
20	-46.451.334,82	32.850.106,10	-13.601.228,72	-6.942.045,81	14.888.474,95
21	-22.564.849,69	32.850.106,10	10.285.256,41	5.075.980,22	19.964.455,17
22	-50.241.855,21	32.850.106,10	-17.391.749,11	-8.299.339,42	11.665.115,75
23	-22.564.849,69	32.850.106,10	10.285.256,41	4.745.815,54	16.410.931,29
24	-24.181.021,21	32.850.106,10	8.669.084,89	3.867.803,95	20.278.735,24
25	-46.452.409,30	32.850.106,10	-13.602.303,20	-5.868.121,74	14.410.613,50
26	-23.363.775,21	32.850.106,10	9.486.330,89	3.957.130,74	18.367.744,24
27	-22.563.775,21	32.850.106,10	10.286.330,89	4.148.948,92	22.516.693,16
28	-22.563.775,21	32.850.106,10	10.286.330,89	4.011.747,16	26.528.440,32
29	-22.563.775,21	32.850.106,10	10.286.330,89	3.879.082,54	30.407.522,86
30	-22.651.498,32	32.850.106,10	10.198.607,78	3.718.817,68	34.126.340,54

FC – Fluxo de Caixa; FD – Fluxo Descontado

FONTE: O autor (2025).

**APÊNDICE 5 – FLUXO DE CAIXA DO MANEJO FLORESTAL MADEIREIRO PARA
O CENÁRIO PESSIMISTA**

Ano	Custo (R\$)	Receita (R\$)	FC (R\$)	FD (R\$)	Saldo Acumulado (R\$)
0	- 54.251.528,62				
1	-15.168.707,32	17.123.512,69	1.954.805,37	1.890.161,83	-52.361.366,79
2	-15.168.707,32	17.125.140,69	1.956.433,37	1.829.178,10	-50.532.188,69
3	-15.168.707,32	17.123.512,69	1.954.805,37	1.767.217,17	-48.764.971,52
4	-15.168.707,32	17.125.140,69	1.956.433,37	1.710.200,10	-47.054.771,42
5	-39.056.266,93	17.123.512,69	-21.932.754,24	-18.538.325,58	-65.593.097,00
6	-16.785.953,32	17.125.140,69	339.187,37	277.212,28	-65.315.884,72
7	-15.168.707,32	17.123.512,69	1.954.805,37	1.544.798,32	-63.771.086,40
8	-15.168.707,32	17.125.140,69	1.956.433,37	1.494.957,32	-62.276.129,08
9	-15.168.707,32	17.123.512,69	1.954.805,37	1.444.317,66	-60.831.811,42
10	-39.056.266,93	17.125.140,69	-21.931.126,24	-15.668.073,51	-76.499.884,94
11	-42.846.787,32	17.123.512,69	-25.723.274,63	-17.769.548,24	-94.269.433,17
12	-16.785.953,32	17.125.140,69	339.187,37	226.561,06	-94.042.872,12
13	-15.168.707,32	17.123.512,69	1.954.805,37	1.262.538,38	-92.780.333,74
14	-15.168.707,32	17.125.140,69	1.956.433,37	1.221.804,14	-91.558.529,60
15	-39.056.266,93	17.123.512,69	-21.932.754,24	-13.244.182,94	-104.802.712,54
16	-15.168.707,32	17.125.140,69	1.956.433,37	1.142.332,48	-103.660.380,06
17	-15.168.707,32	17.123.512,69	1.954.805,37	1.103.637,51	-102.556.742,54
18	-16.785.953,32	17.125.140,69	339.187,37	185.164,64	-102.371.577,90
19	-15.168.707,32	17.123.512,69	1.954.805,37	1.031.851,94	-101.339.725,95
20	-39.056.266,93	17.125.140,69	-21.931.126,24	-11.193.612,44	-112.533.338,39
21	-15.168.707,32	17.123.512,69	1.954.805,37	964.735,63	-111.568.602,76
22	-42.846.787,32	17.125.140,69	-25.721.646,63	-12.274.364,95	-123.842.967,71
23	-15.168.707,32	17.123.512,69	1.954.805,37	901.984,87	-122.940.982,84
24	-16.785.953,32	17.125.140,69	339.187,37	151.332,03	-122.789.650,81
25	-39.056.266,93	17.123.512,69	-21.932.754,24	-9.461.932,30	-132.251.583,11
26	-15.968.707,32	17.125.140,69	1.156.433,37	482.394,94	-131.769.188,17
27	-15.168.707,32	17.125.140,69	1.956.433,37	789.119,29	-130.980.068,89
28	-15.168.707,32	17.125.140,69	1.956.433,37	763.023,87	-130.217.045,02
29	-15.168.707,32	17.125.140,69	1.956.433,37	737.791,40	-129.479.253,61
30	-15.256.430,43	17.125.140,69	1.868.710,26	681.406,02	-128.797.847,59

FC – Fluxo de Caixa; FD – Fluxo Descontado

FONTE: O autor (2025).

**APÊNDICE 6 – FLUXO DE CAIXA DO MANEJO FLORESTAL MADEIREIRO PARA
O CENÁRIO LEGISLAÇÃO**

Ano	Custo (R\$)	Receita (R\$)	FC (R\$)	FD (R\$)	Saldo Acumulado (R\$)
0	- 54.251.528,62				
1	-47.616.788,74	77.680.741,84	30.063.953,10	29.069.767,07	-25.181.761,55
2	-47.617.342,26	77.682.369,84	30.065.027,58	28.109.462,40	2.927.700,86
3	-47.616.788,74	77.680.741,84	30.063.953,10	27.178.938,13	30.106.638,98
4	-47.617.342,26	77.682.369,84	30.065.027,58	26.281.096,02	56.387.735,00
5	-71.504.348,35	77.680.741,84	6.176.393,49	5.220.502,28	61.608.237,28
6	-49.234.588,26	77.682.369,84	28.447.781,58	23.249.906,16	84.858.143,44
7	-47.616.788,74	77.680.741,84	30.063.953,10	23.758.244,71	108.616.388,15
8	-47.617.342,26	77.682.369,84	30.065.027,58	22.973.403,43	131.589.791,58
9	-47.616.788,74	77.680.741,84	30.063.953,10	22.212.901,17	153.802.692,75
10	-71.504.901,87	77.682.369,84	6.177.467,97	4.413.317,46	158.216.010,21
11	-75.294.868,74	77.680.741,84	2.385.873,10	1.648.152,80	159.864.163,01
12	-49.234.588,26	77.682.369,84	28.447.781,58	19.001.767,66	178.865.930,68
13	-47.616.788,74	77.680.741,84	30.063.953,10	19.417.224,44	198.283.155,12
14	-47.617.342,26	77.682.369,84	30.065.027,58	18.775.786,51	217.058.941,63
15	-71.504.348,35	77.680.741,84	6.176.393,49	3.729.640,36	220.788.581,99
16	-47.617.342,26	77.682.369,84	30.065.027,58	17.554.524,56	238.343.106,55
17	-47.616.788,74	77.680.741,84	30.063.953,10	16.973.406,68	255.316.513,22
18	-49.234.588,26	77.682.369,84	28.447.781,58	15.529.833,62	270.846.346,85
19	-47.616.788,74	77.680.741,84	30.063.953,10	15.869.379,65	286.715.726,50
20	-71.504.901,87	77.682.369,84	6.177.467,97	3.152.969,97	289.868.696,46
21	-47.616.788,74	77.680.741,84	30.063.953,10	14.837.163,52	304.705.859,99
22	-75.295.422,26	77.682.369,84	2.386.947,58	1.139.050,94	305.844.910,93
23	-47.616.788,74	77.680.741,84	30.063.953,10	13.872.087,40	319.716.998,32
24	-49.234.588,26	77.682.369,84	28.447.781,58	12.692.278,77	332.409.277,10
25	-71.504.348,35	77.680.741,84	6.176.393,49	2.664.536,18	335.073.813,28
26	-48.417.342,26	77.682.369,84	29.265.027,58	12.207.621,87	347.281.435,14
27	-47.617.342,26	77.682.369,84	30.065.027,58	12.126.604,23	359.408.039,37
28	-47.617.342,26	77.682.369,84	30.065.027,58	11.725.589,08	371.133.628,45
29	-47.617.342,26	77.682.369,84	30.065.027,58	11.337.835,12	382.471.463,57
30	-47.705.065,36	77.682.369,84	29.977.304,48	10.930.916,48	393.402.380,05

FC – Fluxo de Caixa; FD – Fluxo Descontado

FONTE: O autor (2025).

**APÊNDICE 7 – FLUXO DE CAIXA DO MANEJO FLORESTAL MADEIREIRO PARA
O CENÁRIO OTIMISTA**

Ano	Custo (R\$)	Receita (R\$)	FC (R\$)	FD (R\$)	Saldo Acumulado (R\$)
0	- 54.251.528,62				
1	-107.838.007,72	182.279.592,19	74.441.584,47	71.979.872,82	17.728.344,20
2	-107.838.561,24	182.281.220,19	74.442.658,95	69.600.572,19	87.328.916,39
3	-107.838.007,72	182.279.592,19	74.441.584,47	67.297.976,80	154.626.893,19
4	-107.838.561,24	182.281.220,19	74.442.658,95	65.073.436,63	219.700.329,82
5	-131.725.567,33	182.279.592,19	50.554.024,86	42.730.017,48	262.430.347,30
6	-109.455.807,24	182.281.220,19	72.825.412,95	59.519.017,74	321.949.365,04
7	-107.838.007,72	182.279.592,19	74.441.584,47	58.827.971,63	380.777.336,67
8	-107.838.561,24	182.281.220,19	74.442.658,95	56.883.408,19	437.660.744,86
9	-107.838.007,72	182.279.592,19	74.441.584,47	55.001.534,67	492.662.279,53
10	-131.726.120,85	182.281.220,19	50.555.099,34	36.117.662,36	528.779.941,88
11	-135.516.087,72	182.279.592,19	46.763.504,47	32.304.065,49	561.084.007,37
12	-109.455.807,24	182.281.220,19	72.825.412,95	48.643.918,78	609.727.926,15
13	-107.838.007,72	182.279.592,19	74.441.584,47	48.079.138,11	657.807.064,26
14	-107.838.561,24	182.281.220,19	74.442.658,95	46.489.878,24	704.296.942,51
15	-131.725.567,33	182.279.592,19	50.554.024,86	30.527.253,71	734.824.196,22
16	-107.838.561,24	182.281.220,19	74.442.658,95	43.465.966,60	778.290.162,81
17	-107.838.007,72	182.279.592,19	74.441.584,47	42.027.982,23	820.318.145,04
18	-109.455.807,24	182.281.220,19	72.825.412,95	39.755.878,45	860.074.023,49
19	-107.838.007,72	182.279.592,19	74.441.584,47	39.294.292,45	899.368.315,94
20	-131.726.120,85	182.281.220,19	50.555.099,34	25.803.243,42	925.171.559,36
21	-107.838.007,72	182.279.592,19	74.441.584,47	36.738.414,20	961.909.973,56
22	-135.516.641,24	182.281.220,19	46.764.578,95	22.316.048,31	984.226.021,87
23	-107.838.007,72	182.279.592,19	74.441.584,47	34.348.781,82	1.018.574.803,68
24	-109.455.807,24	182.281.220,19	72.825.412,95	32.491.828,59	1.051.066.632,27
25	-131.725.567,33	182.279.592,19	50.554.024,86	21.809.333,91	1.072.875.966,18
26	-108.638.561,24	182.281.220,19	73.642.658,95	30.719.319,54	1.103.595.285,72
27	-107.838.561,24	182.281.220,19	74.442.658,95	30.026.137,85	1.133.621.423,57
28	-107.838.561,24	182.281.220,19	74.442.658,95	29.033.202,33	1.162.654.625,90
29	-107.838.561,24	182.281.220,19	74.442.658,95	28.073.102,23	1.190.727.728,13
30	-107.926.284,35	182.281.220,19	74.354.935,84	27.112.764,40	1.217.840.492,53

FC – Fluxo de Caixa; FD – Fluxo Descontado

FONTE: O autor (2025)