
INSTITUTO FEDERAL DE SANTA CATARINA
CURSO SUPERIOR DE TECNOLOGIA EM GESTÃO DO AGRONEGÓCIO

WALLACE TAFAREL DE SOUZA

**VIABILIDADE ECONÔMICA DA PRODUÇÃO DE *Pinus taeda* L. EM LAGES (SC)
SOB VARIAÇÕES DE REGIMES DE MANEJO E PRODUTIVIDADE**

Lages/SC

2025

WALLACE TAFAREL DE SOUZA

**VIABILIDADE ECONÔMICA DA PRODUÇÃO DE *Pinus taeda* L. EM LAGES (SC)
SOB VARIAÇÕES DE REGIMES DE MANEJO E PRODUTIVIDADE**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao curso Superior de Tecnologia em Gestão do Agronegócio do Câmpus Lages do Instituto Federal de Santa Catarina para a obtenção do diploma de Tecnólogo em Gestão do Agronegócio.

Orientadora: Prof^ª Dra. Paula Iaschitzki Ferreira
Coorientadora: Prof^ª Me. Ingrid Cristiane Inácio de Liz

Lages/SC

2025

Tafarel de Souza , Wallace
VIABILIDADE ECONÔMICA DA PRODUÇÃO DE Pinus taeda L. EM LAGES
(SC) SOB VARIAÇÕES DE REGIMES DE MANEJO E PRODUTIVIDADE /
Wallace Tafarel de Souza ;orientador, Paula Iaschitzki
Ferreira, coorientador, Ingrid Cristiane Inácio de Liz, 2025.
84 p.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) - Instituto Federal
de Santa Catarina, Campus Lages, Graduação em Gestao do
agronegocio, Lages, 2025.

Inclui referências.

1. Gestao do agronegocio. 2. Gestão florestal. 3. Economia
rural. 4. Retornos Financeiros. 5. Reflorestamento. I.
Iaschitzki Ferreira, Paula. II. Cristiane Inácio de Liz, Ingrid.
III. Instituto Federal de Santa Catarina. Graduação em Gestao do
agronegocio. IV. Título.

INSTITUTO FEDERAL DE SANTA CATARINA
CURSO SUPERIOR DE TECNOLOGIA EM GESTÃO DO AGRONEGÓCIO

FOLHA DE APROVAÇÃO

WALLACE TAFAREL DE SOUZA

**VIABILIDADE ECONÔMICA DA PRODUÇÃO DE *Pinus taeda* L. EM LAGES (SC)
SOB VARIAÇÕES DE REGIMES DE MANEJO E PRODUTIVIDADE**

Este trabalho foi julgado adequado para obtenção do título em Tecnólogo em Gestão do Agronegócio, pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina, e aprovado na sua forma final pela comissão avaliadora abaixo indicada.

Aprovado em, 24 de Fevereiro de 2025.

Banca Examinadora

Prof. Paula Iaschitzki Ferreira, Dr
Orientadora
Instituto Federal de Santa Catarina

Prof. Ingrid Cristiane Inácio de Liz, Me
Coorientadora
Instituto Federal de Santa Catarina

Gustavo Sanguanini
Klabin S.A.

Dedico este trabalho a Deus e à minha família, meu Pai, Joel, Minha mãe, Maria Geni, e ao meu irmão, Wesley.

AGRADECIMENTOS

À minha orientadora, Doutora Paula Iaschitzki Ferreira, pela transmissão de conhecimento, pela determinação, pela força de vontade e pela disposição em me orientar sempre que foi necessário. Sendo, sem dúvidas, a responsável direta para que este trabalho fosse realizado da melhor forma possível e alcançasse todos os objetivos projetados. Serei eternamente grato. À minha coorientadora, Mestre Ingrid Cristiane Inácio de Liz, pelo auxílio e pela dedicação, especialmente nas questões relacionadas aos custos e à administração.

À Doutora Joelma Kremer, docente das disciplinas de Trabalho de Conclusão de Curso, pela honrosa generosidade e compromisso para contribuir de maneira significativa para a realização deste trabalho. À professora da disciplina de Estatística Vilma Gisele Karsburg, pelo grande apoio para as adequações necessárias deste trabalho, sempre disposta a ajudar e a contribuir.

Ao Sr. Fabio Junior Nunes, pelo empenho em compartilhar seus ensinamentos, pela contribuição para a execução deste trabalho, e pelo vasto conhecimento transmitido relacionado ao setor florestal.

Aos meus colegas do Curso Superior de Tecnologia em Gestão do Agronegócio, formandos de 2025, pela amizade, parceria e desenvolvimento coletivo ao longo desses últimos três anos.

“E tudo o que fizerem, seja em palavra ou em ação, façam-no em nome do Senhor Jesus, dando por meio dele graças a Deus Pai ” (Colossenses 3:17).

RESUMO

A produção de *Pinus* é essencial para a economia de Santa Catarina, especialmente em Lages, mas poucos estudos analisaram a viabilidade econômica em diferentes regimes de manejo e condições de sítio. Este trabalho avaliou a viabilidade econômica da produção de *Pinus taeda* L. em Lages, considerando três regimes de manejo (MOD = manejo sem desbaste e corte raso aos 15 anos; M1D = manejo com o 1º desbaste aos 7 anos e corte raso aos 15 anos; e M2D = manejo com o 1º desbaste aos 7 anos, 2º desbaste aos 12 anos e corte raso aos 20 anos), e três cenários de Índice de Sítio (IS = 19, 21 e 23), em áreas simuladas. A pesquisa, de natureza quantitativa e exploratória, simulou as estimativas de produção dos sortimentos de *Pinus* utilizando o *software* SisPinus e analisou os custos com a metodologia de custeio *Activity Based Costing* (ABC), dividindo-os em insumos, mão de obra, mecanização e comercialização. Considerando os valores do ano fiscal de 2024, as receitas foram estimadas com base nos preços de venda dos sortimentos destinados à celulose e serraria no formato "posto indústria", e os custos de produção estimados com base em empresas e prestadores de serviços regionais, incluindo os impostos de comercialização. Fluxos de caixa constantes foram elaborados e a viabilidade econômica foi avaliada pelos indicadores Valor Presente Líquido (VPL) e Taxa Interna de Retorno (TIR), utilizando uma Taxa Mínima de Atratividade (TMA) real de 4% ao ano, e considerando na análise o Custo de Oportunidade da Terra (COT). O VPL e a TIR indicaram que os regimes de manejo são economicamente inviáveis no cenário de IS 19, mas viáveis nos cenários de IS 21 e 23. No regime MOD o VPL variou de um valor negativo de -R\$3.593,31 a um positivo de R\$12.805,49, com a TIR entre 2,06% a 8,68% ano ano. No regime M1D o VPL variou de -R\$4.813,16 a R\$10.555,27, com a TIR entre 1,26% e 8,08% ao ano. Já no regime M2D o VPL variou de -R\$1.342,25 a R\$16.865,23, com a TIR anual entre 3,51% a 8,42%. Os resultados indicam que a viabilidade econômica da produção de *Pinus taeda* está ligada ao IS, o que afeta as estimativas de produção e receitas. Assim, a viabilidade do investimento pode variar significativamente conforme as condições edafoclimáticas da propriedade.

Palavras-Chave: gestão florestal; economia rural; retornos financeiros; reflorestamento.

ABSTRACT

Pine production is essential to the economy of Santa Catarina, especially in Lages, but few studies have analyzed the economic viability under different management regimes and site conditions. This study evaluated the economic viability of Pinus taeda L. production in Lages, considering three management regimes (MOD = management without thinning and clear-cutting at 15 years; M1D = management with the 1st thinning at 7 years and clear-cutting at 15 years; and M2D = management with the 1st thinning at 7 years, 2nd thinning at 12 years and clear-cutting at 20 years), and three Site Index scenarios (SI = 19, 21 and 23), in simulated areas. The research, of a quantitative and exploratory nature, simulated the production estimates of the Pinus assortments using the SisPinus software and analyzed the costs with the Activity-Based Costing (ABC) methodology, dividing them into inputs, labor, mechanization and marketing. Considering the values of the fiscal year 2024, the revenues were estimated based on the sales prices of the assortments destined for pulp and sawmill in the "industrial post" format, and the production costs estimated based on regional companies and service providers, including marketing taxes. Constant cash flows were prepared and the economic viability was assessed by the Net Present Value (NPV) and Internal Rate of Return (IRR) indicators, using a real Minimum Attractiveness Rate of Return (MARR) of 4% per year, and considering in the analysis the Land Opportunity Cost (COT). The NPV and IRR indicated that the management regimes are economically unfeasible in the IS 19 scenario, but viable in the IS 21 and 23 scenarios. In the MOD regime, the NPV varied from a negative value of -R\$3,593.31 to a positive value of R\$12,805.49, with the IRR between 2.06% and 8.68% per year. In the M1D regime, the NPV varied from -R\$ 4,813.16 to R\$10,555.27, with the IRR between 1.26% and 8.08% per year. In the M2D regime, the NPV varied from -R\$1,342.25 to R\$16,865.23, with the annual IRR between 3.51% and 8.42%. The results indicate that the economic viability of Pinus taeda production is linked to the SI, which affects production and revenue estimates. Thus, the viability of the investment can vary significantly depending on the soil and climate conditions of the property.

Keywords: forest management; rural economy; financial returns; reforestation.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Zoneamento climático para Pinus taeda na Região Sul do Brasil.....	24
Figura 2 – Mapa de Santa Catarina e de Lages.....	25
Figura 3 – Custos de implantação dos três regimes de manejo (M0D; M1D e M2D) nos três cenários de Índice de Sítio (IS - 19, 21 e 23). Onde: M0D = manejo sem desbaste e corte raso aos 15 anos, M1D = manejo com o 1º desbaste aos 7 anos e corte raso aos 15 anos, M2D = manejo com o 1º desbaste aos 7 anos, 2º desbaste aos 12 anos e corte raso aos 20 anos.....	42
Figura 4 – Total das receitas e custos do Regime M0D no corte raso nos três cenários de Índice de Sítio (IS 19, IS 21 e IS 23). Onde: M0D = Manejo sem desbaste e corte raso aos 15 anos. Dos seguintes diâmetros: Celulose = 08-18 cm; Serraria I = 18-25 cm; Serraria II = 25-35 cm; Serraria III = >35 cm.....	49
Figura 5 – Total das receitas e custos do Regime M1D no 1º desbaste e no corte raso nos três cenários de Índice de Sítio (IS 19, IS 21 e IS 23). Onde: M1D = Manejo com o 1º desbaste aos 7 anos e corte raso aos 15 anos. Dos seguintes diâmetros: Celulose = 08-18 cm; Serraria I = 18-25 cm; Serraria II = 25-35 cm; Serraria III = >35 cm.....	56
Figura 6 – Total das receitas e custos do Regime M2D no 1º desbaste, 2º desbaste e no corte raso nos três cenários de Índice de Sítio (IS - 19, 21 e 23). Onde: M2D = Manejo com o 1º desbaste aos 7 anos, 2º desbaste aos 12 anos e corte raso aos 20 anos. Dos seguintes diâmetros: Celulose = 08-18 cm; Serraria I = 18-25 cm; Serraria II = 25-35 cm; Serraria III = >35 cm.....	64

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Custos de implantação e manutenção dos três regimes de manejo (M0D; M1D e M2D) nos três cenários de Índice de Sítio (IS - 19, 21 e 23). Onde: M0D = manejo sem desbaste e corte raso aos 15 anos, M1D = manejo com o 1º desbaste aos 7 anos e corte raso aos 15 anos, M2D = manejo com o 1º desbaste aos 7 anos, 2º desbaste aos 12 anos e corte raso aos 20 anos.....	41
Tabela 2 – Fluxo de caixa em moeda constante nos primeiros quatro anos dos três regimes de manejo (M0D; M1D e M2D) nos três cenários de Índice de Sítio (IS - 19, 21 e 23). Onde: M0D = manejo sem desbaste e corte raso aos 15 anos, M1D = manejo com o 1º desbaste aos 7 anos e corte raso aos 15 anos, M2D = manejo com o 1º desbaste aos 7 anos, 2º desbaste aos 12 anos e corte raso aos 20 anos.....	43
Tabela 3 – Correção monetária dos custos por metro cúbico (R\$/m ³) com colheita e transporte do 1º desbaste, 2º desbaste e corte raso, do ano de 2023 para o ano de 2024, considerando uma distância de 60 km, com base no IPCA acumulado de dezembro de 2023 a novembro de 2024.....	44
Tabela 4 – Correção monetária dos preços de venda do ano de 2023 para o ano de 2024, com base no IPCA acumulado de dezembro de 2023 a novembro de 2024, ajustados a modalidade posto indústria dos diferentes sortimentos de intervalos de diâmetro. Onde: Celulose = 08-18 cm; Serraria I = 18-25 cm; Serraria II = 25-35 cm; Serraria III = >35 cm.....	44
Tabela 5 – Volume comercial em metro cúbico por hectare (m ³ /ha) da produção estimada dos diferentes sortimentos de Pinus taeda, para o Regime de manejo M0D nos três cenários de Índice de Sítio (IS - 19, 21 e 23). Onde: M0D = manejo sem desbastes e corte raso aos 15 anos. Dos seguintes diâmetros: Celulose = mínimo 08 cm; Serraria I = mínimo 18 cm; Serraria II = mínimo 25 cm; Serraria III = mínimo 35 cm.....	46
Tabela 6 – Estimativa dos custos de comercialização (D) envolvendo colheita e transporte para o Regime M0D no corte raso, em diferentes cenários de Índice de Sítio (IS 19, IS 21 e IS 23). Onde: M0D = manejo sem desbastes e corte raso aos 15 anos.....	47
Tabela 7 – Estimativa de receita bruta gerada no corte raso pela venda dos sortimentos do Regime M0D, Índice de Sítio (IS 19). Onde: M0D = manejo sem	

desbaste e corte raso aos 15 anos. Dos seguintes diâmetros: Celulose = 08-18 cm; Serraria I = 18-25 cm; Serraria II = 25-35 cm.....	47
Tabela 8 – Estimativa de receita bruta gerada no corte raso pela venda dos sortimentos do Regime M0D, Índice de Sítio (IS 21). Onde: M0D = manejo sem desbaste e corte raso aos 15 anos. Dos seguintes diâmetros: Celulose = 08-18 cm; Serraria I = 18-25 cm; Serraria II = 25-35 cm; Serraria III = >35 cm.....	48
Tabela 9 – Estimativa de receita bruta gerada no corte raso pela venda dos sortimentos do Regime M0D, Índice de Sítio (IS 23). Onde: M0D = manejo sem desbaste e corte raso aos 15 anos. Dos seguintes diâmetros: Celulose = 08-18 cm; Serraria I = 18-25 cm; Serraria II = 25-35 cm; Serraria III = >35 cm.....	48
Tabela 10 – Fluxos de caixa constantes do Regime M0D, após o quarto ano, no ano em que há movimentação financeira, em diferentes cenários de Índice de Sítio (IS 19, IS 21 e IS 23). Onde: M0D = manejo sem desbastes e corte raso aos 15 anos.	50
Tabela 11 – Valor Presente Líquido (VPL) e Taxa Interna de Retorno (TIR) do horizonte de planejamento do Regime M0D (15 anos), descontados a uma taxa de 4% a.a. em diferentes cenários de Índice de Sítio (IS 19, IS 21 e IS 23). Onde: M0D = manejo sem desbaste e corte raso aos 15 anos.....	51
Tabela 12 – Volume comercial em metro cúbico por hectare (m ³ /ha) da produção estimada dos diferentes sortimentos de Pinus taeda, para o Regime M1D nos três cenários de Índice de Sítio (IS - 19, 21 e 23). Onde: M1D = manejo com o 1º desbaste aos 7 anos e corte raso aos 15 anos. Dos seguintes diâmetros: Celulose = mínimo 08 cm; Serraria I = mínimo 18 cm; Serraria II = mínimo 25 cm; Serraria III = mínimo 35 cm.....	52
Tabela 13 – Estimativa dos custos de comercialização (D) envolvendo colheita e transporte para o Regime M1D no 1º desbaste e no corte raso em diferentes cenários de Índice de Sítio (IS 19, IS 21 e IS 23). Onde: M1D = manejo com o 1º desbaste aos 7 anos e corte raso aos 15 anos.....	53
Tabela 14 – Estimativa de receita bruta gerada no 1º desbaste e no corte raso pela venda dos sortimentos do Regime M1D, Índice de Sítio (IS 19). Onde: M1D = manejo com o 1º desbaste aos 7 anos e corte raso aos 15 anos. Dos seguintes diâmetros: Celulose = 08-18 cm; Serraria I = 18-25 cm; Serraria II = 25-35 cm; Serraria III = >35 cm.....	54
Tabela 15 – Estimativa de receita bruta gerada no 1º desbaste e no corte raso pela	

venda dos sortimentos do Regime M1D, Índice de Sítio (IS 21). Onde: M1D = manejo com o 1º desbaste aos 7 anos e corte raso aos 15 anos. Dos seguintes diâmetros: Celulose = 08-18 cm; Serraria I = 18-25 cm; Serraria II = 25-35 cm; Serraria III = >35 cm.....	54
Tabela 16 – Estimativa de receita bruta gerada no 1º desbaste e no corte raso pela venda dos sortimentos do Regime M1D, Índice de Sítio (IS 23). Onde: M1D = manejo com o 1º desbaste aos 7 anos e corte raso aos 15 anos. Dos seguintes diâmetros: Celulose = 08-18 cm; Serraria I = 18-25 cm; Serraria II = 25-35 cm; Serraria III = >35 cm.....	55
Tabela 17 – Fluxos de caixa constantes do Regime M1D, após o quarto ano, nos anos em que há movimentações financeiras, em diferentes cenários de Índice de Sítio (IS - 19, IS 21 e IS 23). Onde: M1D = manejo com o 1º desbaste aos 7 anos e corte raso aos 15 anos.....	57
Tabela 18 – Valor Presente Líquido (VPL) e Taxa Interna de Retorno (TIR) do horizonte de planejamento do Regime M1D (15 anos), descontados a uma taxa de 4% a.a. em diferentes cenários de Índice de Sítio (IS - 19, 21 e 23). Onde: M1D = manejo com o 1º desbaste aos 7 anos e corte raso aos 15 anos.....	58
Tabela 19 – Volume comercial em metro cúbico por hectare (m³/ha) da produção estimada dos diferentes sortimentos de Pinus taeda, para o Regime de manejo M2D nos três cenários de Índice de Sítio (IS - 19, 21 e 23). Onde: M1D = manejo com o 1º desbaste aos 7 anos, 2º desbaste aos 12 anos e corte raso aos 20 anos. Dos seguintes diâmetros: Celulose = mínimo 08 cm; Serraria I = mínimo 18 cm; Serraria II = mínimo 25 cm; Serraria III = mínimo 35 cm.....	59
Tabela 20 – Estimativa dos custos de comercialização (D) envolvendo colheita e transporte para o Regime M2D no 1º desbaste, 2º desbaste e no corte raso em diferentes cenários de Índice de Sítio (IS 19, IS 21 e IS 23). Onde: M1D = manejo com o 1º desbaste aos 7 anos, 2º desbaste aos 12 anos e corte raso aos 15 anos.	61
Tabela 21 – Estimativa de receita bruta gerada no 1º desbaste, 2º desbaste e no corte raso pela venda dos sortimentos do Regime M2D, Índice de Sítio (IS 19). Onde: M2D = manejo com o 1º desbaste aos 7 anos, 2º desbaste aos 12 anos e corte raso aos 20 anos. Dos seguintes diâmetros: Celulose = 08-18 cm; Serraria I = 18-25 cm; Serraria II = 25-35 cm; Serraria III = >35 cm.....	62
Tabela 22 – Estimativa de receita bruta gerada no 1º desbaste, 2º desbaste e no	

<p>corte raso pela venda dos sortimentos do Regime M2D, Índice de Sítio (IS 21). Onde: M2D = manejo com o 1º desbaste aos 7 anos, 2º desbaste aos 12 anos e corte raso aos 20 anos. Dos seguintes diâmetros: Celulose = 08-18 cm; Serraria I = 18-25 cm; Serraria II = 25-35 cm; Serraria III = >35 cm.....</p>	63
<p>Tabela 23 – Estimativa de receita bruta gerada no 1º desbaste, 2º desbaste e no corte raso pela venda dos sortimentos do Regime M2D, Índice de Sítio (IS 23). Onde: M2D = manejo com o 1º desbaste aos 7 anos, 2º desbaste aos 12 anos e corte raso aos 20 anos. Dos seguintes diâmetros: Celulose = 08-18 cm; Serraria I = 18-25 cm; Serraria II = 25-35 cm; Serraria III = >35 cm.....</p>	63
<p>Tabela 24 – Fluxos de caixa constantes do Regime M2D, após o quarto ano, nos anos em que há movimentações financeiras, em diferentes cenários de Índice de Sítio (IS - 19, 21 e 23). Onde: M2D = manejo com o 1º desbaste aos 7 anos, 2º desbaste aos 12 anos e corte raso aos 20 anos.....</p>	65
<p>Tabela 25 – Valor Presente Líquido (VPL) e Taxa Interna de Retorno (TIR) do horizonte de planejamento do Regime M2D (20 anos), descontados a uma taxa de 4% a.a. em diferentes cenários de Índice de Sítio (IS 19, IS 21 e IS 23). Onde: M2D = manejo com o 1º desbaste aos 7 anos, 2º desbaste aos 12 anos e corte raso aos 20 anos.....</p>	66

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABC – *Activity Based Costing*

ACR – Associação Catarinense de Reflorestadores

BCB – Banco Central do Brasil

CEPA – Centro de Socioeconomia e Planejamento Agrícola

COT – Custo de Oportunidade da Terra

Cofins – Contribuição para Financiamento da Seguridade Social

Epagri – Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina

Embrapa – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária

IBÁ – Indústria Brasileira de Árvores

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

ICMS – Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Prestação de Serviços

IMA – Incremento Médio Anual

IPCA – Índice de Preços ao Consumidor

IS – Índice de Sítio

PIS – Programa de Integração Social

PIB – Produto Interno Bruto

R\$ – Moeda Real

SC – Santa Catarina

TIR – Taxa Interna de Retorno

VBP – Valor Bruto de Produção

VPLa – Valor Presente Líquido Anualizado

VPL – Valor Presente Líquido

Funrural – Fundo de Assistência ao Trabalhador Rural

a.a. – ao ano

Kg – Quilograma

Km - Quilômetro

LISTA DE SÍMBOLOS

% – porcentagem

> – maior que

< – menor que

cm – centímetros

ha⁻¹ – por hectare

m – metro

m³ – metro cúbico

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	18
1.1 Objetivos.....	19
1.1.1 Objetivo geral.....	19
1.1.2 Objetivos específicos.....	19
1.2 Justificativa.....	19
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	21
2.1 Indústria de Árvores Cultivadas no Brasil.....	22
2.1.1 Cenário no estado de Santa Catarina.....	23
2.1.2 Cenário no município de Lages (SC).....	25
2.1.3 Tratos culturais, silviculturais, e regimes de manejo na produção florestal.....	26
2.1.3.1 Estimativas de produção de madeira.....	29
2.2 Análise de viabilidade econômica.....	29
2.2.1 Custos, custeio, receitas e fluxos de caixa.....	30
2.2.2 Taxa Mínima de Atratividade (TMA).....	32
2.2.3 Valor Presente Líquido (VPL).....	33
2.2.4 Taxa Interna de Retorno (TIR).....	33
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	34
3.1 Definição da área e escopo da pesquisa.....	35
3.1.1 Caracterização dos regimes de manejo florestal, dos cenários analisados, e da estimativa de produção.....	36
3.1.2 Estimativas de custos e das Receitas Brutas.....	37
3.1.4 Indicadores de viabilidade econômica - VPL e TIR.....	40
4. RESULTADOS.....	41
4.1 Estimativa dos custos de implantação e manutenção.....	41
4.2 Fluxo de caixa constante nos primeiros quatro anos.....	42
4.3 Correção monetária e Custo de Oportunidade da Terra (COT), para os três regimes de manejo.....	43
4.4 Regime de manejo florestal “M0D”: sem desbaste e corte raso aos 15 anos..	45
4.4.1 Simulação de estimativa de produtividade.....	45
4.2.2 Estimativa dos custos de comercialização e das Receitas Brutas.....	46
4.2.3 Fluxos de caixa constante após o quarto ano e indicadores de viabilidade econômica VPL e TIR.....	49
4.3 Regime de manejo florestal “M1D”: 1º desbaste aos 7 anos e corte raso aos 15 anos.....	51
4.3.1 Simulação de estimativa de produtividade.....	52
4.3.2 Estimativa dos custos de comercialização e das Receitas Brutas.....	53
4.3.3 Fluxos de caixa constante após o quarto ano e dos indicadores de viabilidade econômica.....	56
4.4 Regime de manejo florestal “M2D”: 1º desbaste aos 7 anos, 2º desbaste aos	

12 anos e corte raso aos 20 anos.....	58
4.4.1 Simulação de estimativa de produtividade.....	59
4.4.2 Estimativa dos custos de comercialização e das Receitas Brutas.....	60
4.4.3. Fluxos de caixa constante após o quarto ano e dos indicadores de viabilidade econômica.....	65
5 DISCUSSÃO.....	67
5.1 Estimativa de produção.....	67
5.2 Estimativa dos custos.....	69
5.2 Estimativa das receitas brutas.....	71
5.3 Projeções de fluxos de caixa constantes, Valor Presente Líquido (VPL) e Taxa Interna de Retorno (TIR).....	73
5.4 Tomada de decisão.....	76
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	78
7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	79

1 INTRODUÇÃO

As florestas plantadas são essenciais na mitigação das mudanças climáticas. As estratégias no setor florestal incluem a redução de emissões por desmatamento, degradação florestal, o aumento do armazenamento de carbono e a substituição de produtos não degradáveis por opções sustentáveis (Hig; Zanatta; Rachwal, 2017).

O manejo florestal pode ser definido de diversas maneiras, mas este trabalho adota a definição apresentada por Arce e Dobner Jr. (2024) em seu livro sobre manejo e planejamento de florestas plantadas. Segundo os autores, o termo de "manejo florestal" corresponde ao termo em inglês *forest management*, que remete a uma ideia semelhante à administração ou gestão de florestas. Esse processo envolve o planejamento e a integração de práticas silviculturais com decisões empresariais, visando atingir as metas dos proprietários florestais ou atender às expectativas sociais sobre os recursos florestais, considerando toda a cadeia produtiva..

As florestas plantadas, ao contrário das culturas agrícolas, não seguem um único modelo de produção, pois diversas práticas de manejo podem impactar tanto os aspectos quantitativos quanto qualitativos da produção florestal. Além disso, fatores como o clima e o solo também afetam as condições do local (Oliveira, 2011).

Além da definição do manejo, Identificar todos os custos envolvidos, bem como perspectivas de receitas, torna-se importante para compreensão da gestão florestal, ajudando os produtores na tomada de decisões, e servindo como base para gestores que almejam compreender os projetos florestais sob a perspectiva da economia rural.

Neste sentido, o administrador rural tem como principal função o planejar, controlar, tomar decisões e avaliar os resultados, com o objetivo de maximizar os lucros. Suas atividades envolvem decidir o quê, quando e como produzir, acompanhar o progresso das atividades e avaliar os resultados. Para que suas decisões sejam eficazes, é essencial que o administrador compreenda os aspectos econômicos do negócio (Santos; Marion; Segatti, 2009).

Com base neste contexto, a proposta desta pesquisa é analisar a viabilidade econômica da produção de *Pinus taeda* L. em Lages-SC, em diferentes regimes de manejo e condições de sítio. Este estudo busca contribuir com informações de retornos financeiros do investimento na atividade de reflorestamento para produtores

regionais, especialmente em um cenário de crescente demanda por madeira e produtos derivados.

Dessa forma, elabora-se a seguinte pergunta: quais são os custos de implantação, manutenção e comercialização de uma floresta de *Pinus taeda* L. em diferentes regimes de manejo, no município de Lages (SC). E ainda, como esses custos se relacionam com os retornos financeiros e a viabilidade econômica dos projetos sob diferentes condições de sítio?

1.1 Objetivos

1.1.1 Objetivo geral

O presente estudo tem como objetivo avaliar a viabilidade econômica da produção de *Pinus taeda* L., em áreas simuladas, visando abastecimento de indústrias de celulose e serraria, considerando três condições de sítio no município de Lages (SC), sob três regimes de manejo florestal distintos.

1.1.2 Objetivos específicos

Os objetivos específicos que operacionalizam a pesquisa consistem em:

1. Simular as estimativas de produção dos sortimentos de celulose e serraria;
2. Identificar e estimar os custos de implantação, manutenção e comercialização;
3. Estimar as receitas brutas da venda da madeira para indústria de celulose e para a indústria de serraria com base em seus respectivos sortimentos;
4. Projetar fluxos de caixa para cálculo do Valor Presente Líquido (VPL) e da Taxa Interna de Retorno (TIR) para avaliar a viabilidade econômica dos diferentes regimes de manejo.

1.2 Justificativa

No contexto das mudanças e crises climáticas, onde as emissões dos gases de efeito estufa são centrais nas discussões, torna-se urgente repensar os

processos de produção, consumo e gestão de recursos naturais.

O setor agroindustrial de árvores plantadas se consolidou como uma referência estratégica no Brasil, destacando-se como um exemplo de sustentabilidade e inovação. A Indústria de Árvores Cultivadas no Brasil tem grande importância para economia nacional, realiza plantio e colheita de árvores para fins industriais em 10,2 milhões de hectares, contemplando áreas degradadas e de pastagens de baixa produtividade (IBÁ, 2024).

O setor, em todas as suas etapas da produção, adota práticas de conservação do solo e da água, além de recuperar e proteger a vegetação nativa (ACR, 2022). Ainda, contribui para a remoção de carbono e geração de produtos renováveis como celulose e papel (IBÁ, 2024). Em 2024, a sanção da Lei 14.876 de 31 de maio de 2024, excluiu a silvicultura das atividades poluidoras, simplificando o licenciamento ambiental para o plantio de florestas com objetivos comerciais (Brasil, 2024).

Do ponto de vista social, em 2023, criou 33,4 mil novos postos de trabalho, com um total de 2,69 milhões de empregos diretos e indiretos, além de um investimento de R\$ 39,5 milhões em projetos socioambientais (IBÁ, 2024), evidenciando, assim, a preocupação do setor com o elo social.

Dentre os estados brasileiros, Santa Catarina possui uma base florestal significativa, composta principalmente por plantações de espécie do gênero *Pinus* de alta produtividade, onde atende à demanda de matéria-prima de diversos setores industriais (ACR, 2022), consolidando-se como principal produtor de *Pinus* do país (IBÁ, 2024).

Dentro do estado de Santa Catarina, a região serrana é a maior produtora de *Pinus*. Com destaque ao município de Lages, com uma área de 35.900 hectares de floresta plantada, e que, em 2021, apresentou seu Produto Interno Bruto (PIB) *per capita* (por pessoa) de R\$ 41,3 mil, superando a média nacional, que foi de R\$ 40,0 mil, impulsionado pelo avanço do setor florestal, refletindo a forte presença da silvicultura na economia local (ACR, 2022). *Pinus taeda* L. é a espécie mais cultivada no planalto da região Sul do Brasil, sendo principalmente utilizado na produção de celulose, madeira serrada e papel, com a maior produtividade observada no Planalto Catarinense (Aguiar; Souza; Shimizu, 2014).

Apesar dos avanços, o setor enfrenta desafios relacionados à escassez de mão de obra qualificada (IBÁ, 2024). Ademais, a volatilidade dos preços de

mercado, altos custos de implantação e manutenção e as incertezas quanto ao retorno financeiro são desafios observados na região em estudo. Desta forma, compreender os custos envolvidos e os benefícios esperados é importante para tomadas de decisão de investidores e produtores rurais que almejam entrar no setor florestal no município de estudo.

Cada atividade envolve custos e benefícios que devem ser analisados de forma integrada, levando em conta os efeitos cumulativos e as interações. O manejo florestal deixou de ser focado exclusivamente na maximização da produção de *commodities* ou no aumento do lucro, sendo que métodos tanto quantitativos quanto qualitativos são essenciais para oferecer direções a longo prazo, com base em um plano bem estruturado (Bettinger *et al.*, 2009, *apud* Arce e Dobner Jr., 2024).

Apesar da representatividade do setor na região, é necessário destacar que carecem pesquisas no município de Lages (SC) que analisem de forma detalhada todos os custos envolvidos na produção florestal, bem como os diferentes cenários de produtividade e regimes de manejo que podem ser adotados.

Neste sentido, analisar a viabilidade econômica de investimentos em projetos de reflorestamento, em um cenário de crescente demanda por madeira em uma região em que o setor tem impacto significativo na economia, torna-se fundamental. Dessa forma, este trabalho buscou gerar informações que possam contribuir com as discussões relativas à viabilidade econômica da produção de *Pinus taeda* L., oferecendo dados para produtores, investidores e gestores florestais. A análise proposta é importante para identificar oportunidades e desafios que podem impactar o futuro da produção florestal em Lages (SC), e auxiliar na formulação de estratégias que favoreçam a rentabilidade e a sustentabilidade das atividades econômicas locais.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Neste tópico, serão abordados os temas relacionados à Indústria de Árvores Plantadas, e sua relação com o estado de Santa Catarina e o município de estudo, Lages, com foco na espécie *Pinus taeda*. Serão apresentados regimes de manejo e a ferramenta utilizada para estimativas de produtividade. Além disso, os métodos e definições dos critérios de viabilidade econômica, como custos, receitas brutas, fluxos de caixa e indicadores, sendo eles o Valor Presente Líquido (VPL) e a Taxa

Interna de Retorno (TIR).

2.1 Indústria de Árvores Cultivadas no Brasil

A indústria de plantio de árvores para fins industriais se destacou como uma das 34 principais atividades econômicas do Brasil, alcançando o 5º lugar no ranking de participação no PIB nacional. Em 2023, gerou R\$202,6 bilhões, com crescimento anual de 3,2% nos últimos dez anos, representando 0,9% do PIB brasileiro e 4,2% do PIB agropecuário (IBÁ, 2024).

A indústria de celulose e papel do Brasil é altamente competitiva no mercado internacional e desempenha papel crucial na economia nacional, com investimentos voltados para a expansão da produção e inovações tecnológicas, além de ser o principal consumidor da madeira das florestas plantadas no Brasil. Em 2013, era responsável por 33% (72 milhões de m³) do consumo nacional de toras industriais, enquanto em 2021 esse consumo representou cerca de 40% do total (89 milhões de m³), demonstrando um crescimento médio anual de aproximadamente 3% (ACR, 2022).

Em 2023, o Brasil produziu 24,3 milhões de toneladas de celulose, sendo 21,3 milhões de toneladas de fibra curta, 2,5 milhões de fibra longa e 0,5 milhão de pasta de alto rendimento, com um crescimento anual de 4,4% nos últimos dez anos. O país lidera a exportação global e ocupa o segundo lugar na produção, atrás apenas dos Estados Unidos. A produção de madeira serrada foi de 9,6 milhões de m³, com crescimento de 3,7%. O Brasil é o 10º maior produtor mundial, atrás da China (81,7 milhões de m³) e dos Estados Unidos (79,6 milhões de m³), com 66% das exportações destinadas à América do Norte (IBÁ, 2024).

O gênero *Pinus* possui mais de 100 espécies, sendo plantado no Brasil a mais de um século, inicialmente para fins ornamentais. Seu principal destino é a indústria madeireira, de celulose, resina e papel. O reflorestamento de *Pinus* substituiu o corte do pinheiro brasileiro, contribuindo para a preservação de ecossistemas nativos. A partir da década de 1960, com incentivos fiscais, iniciaram-se os plantios comerciais nas regiões Sul e Sudeste, com destaque para as espécies *Pinus caribaea*, *P. oocarpa*, *P. elliottii* e *P. taeda* (Aguiar; Souza; Shimizu, 2014).

Em 2023, o Brasil alcançou a marca histórica de mais de 10 milhões de hectares destinados ao plantio de árvores. Dentro desse total, as áreas de *Pinus*

ocupam 1,9 milhão de hectares, o que corresponde a 19% da área total do setor. A distribuição no país é concentrada principalmente em cinco estados: Minas Gerais, Mato Grosso do Sul, São Paulo, Paraná e Santa Catarina (IBÁ, 2024).

2.1.1 Cenário no estado de Santa Catarina

A região Sul do Brasil é responsável por 89% do total de áreas plantadas no Brasil, sendo Santa Catarina o estado líder, com 719 mil hectares (IBÁ, 2024). A produção no estado é de aproximadamente 34 milhões de m³ por ano, e deste total, 21,7 milhões são provenientes de plantios de Pinus, enquanto 12,3 milhões de m³ correspondem ao Eucalyptus, sendo a principal fonte de matéria-prima para as indústrias madeireira e de celulose e papel do estado. Dentre as regiões catarinenses, a maior produtora é a Serrana (ACR, 2022).

Entre os anos de 2013 a 2021, a produção de madeira em tora de plantios florestais registrou um crescimento médio anual de 1,1%. Com intenso crescimento nas últimas décadas, a indústria de produtos de base florestal plantada de Santa Catarina se tornou significativa tanto no mercado nacional quanto internacional. Com uma ampla gama de produtos, o setor atende a diversos segmentos, incluindo madeira serrada, celulose e papel, além de produtos de maior valor agregado, como portas, molduras e móveis de madeira (ACR, 2022).

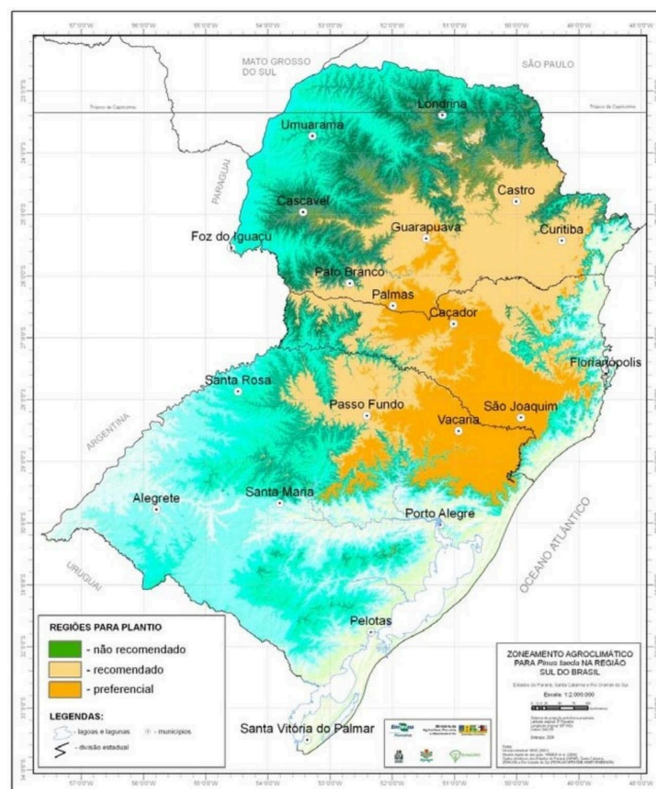
No estado, a celulose é majoritariamente consumida no mercado interno, especialmente pela indústria de papel e embalagens. A produção de madeira serrada de coníferas no Brasil depende quase exclusivamente de Pinus, utilizada no mercado nacional e internacional para construção civil, embalagens e produtos de valor agregado. Santa Catarina e Paraná, que concentram a maior oferta de Pinus, lideram as exportações de serrados de coníferas, representando 76% das exportações brasileiras desse produto em 2021 (ACR, 2022).

A silvicultura é crucial para a economia de Santa Catarina, onde se destaca como a principal área de cultivo de Pinus do Brasil, devido às suas condições climáticas e de solo ideais para a espécie (IBÁ, 2024), sendo vital para a sustentabilidade rural. O clima e solo do estado oferecem condições ideais para o crescimento das florestas, resultando em produtividades de pinus superiores, três vezes maiores que nos Estados Unidos e quase o dobro da China, destacando a vocação de Santa Catarina para essa atividade (Dalla Maria *et al.* 2017).

No Brasil, o *Pinus taeda* L. é a espécie mais plantada entre as espécies de Pinus, com cerca de um milhão de hectares no planalto da região Sul do país. A ocorrência natural do *P. taeda* se dá em locais onde o clima é úmido, temperado-ameno. Tem recomendações de plantação em solo bem drenado, características estas que são encontradas em Santa Catarina. Sendo que no planalto catarinense, que conta com invernos rigorosos, a produtividade tende a ser maior (Aguiar, Souza e Shimizu, 2014).

Por mais que o plantio de *P. taeda* seja cultivado em todo o sul do Brasil, há regiões preferíveis para a implantação de sua floresta. Conforme pesquisa desenvolvida pela Embrapa, descrita por Higa *et al.* (2008), após estudo aprofundado, chegou-se a um mapa de classificação de áreas recomendadas para o plantio de *P. taeda* dentro da região Sul do Brasil (Figura 1).

Figura 1 – Zoneamento climático para *Pinus taeda* na Região Sul do Brasil.



Fonte: Higa *et al.* (2008).

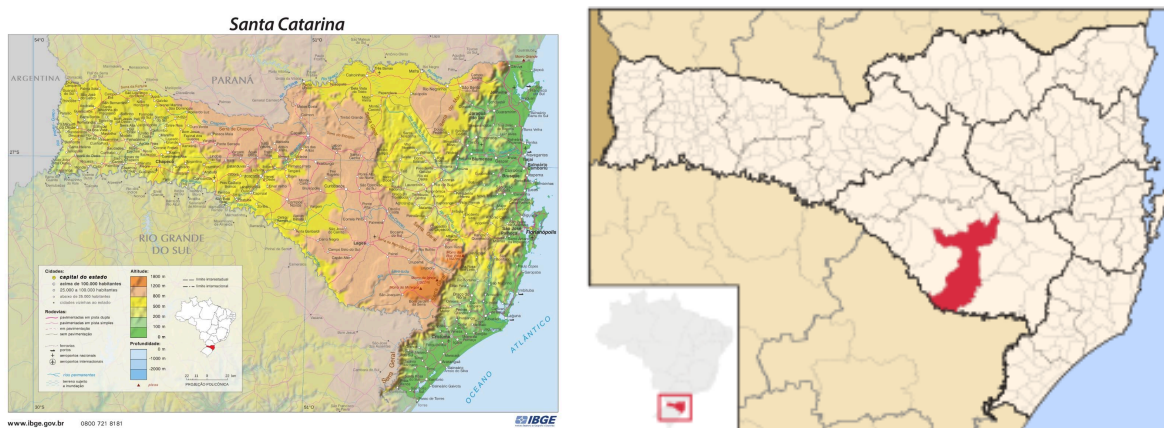
Em se tratando de questões climáticas, as áreas de maior preferência são a Serra Gaúcha e o Planalto Catarinense, não possuindo quaisquer restrições ou empecilhos relacionados a solo e práticas silviculturais, sendo que a espécie

apresenta alta produtividade (Higa *et al.*, 2008). Ao observar o mapa da Figura 1, é possível aferir que o município de Lages está dentro da região em laranja, sendo portanto, classificado como preferencial para o cultivo de *Pinus taeda*.

2.1.2 Cenário no município de Lages (SC)

O plantio de *Pinus taeda* é recomendado e apresenta alta produtividade na região Sul do Brasil, especialmente no Planalto Catarinense (Aguiar; Souza; Shimizu, 2014; Higa *et al.*, 2008). O município de Lages está localizado no estado de Santa Catarina (Figura 2), dentro da região do Planalto Catarinense ou Mesorregião Serrana, e Microrregião dos Campos de Lages.

Figura 2 – Mapa de Santa Catarina e de Lages



Fonte: mapa (IBGE, s.d.); (Wikipedia, s.d.).

Em 2021, a região serrana, onde está localizado o município de Lages, destacou-se como a maior produtora de Pinus do estado de Santa Catarina, com uma área plantada de 296.185 hectares. Considerando também as áreas de Eucalyptus e outras espécies, o total alcançou 321.871 hectares, representando 31% da área florestal plantada no estado. Com destaque ao município de Santa Cecília em primeiro lugar, com 44.300 hectares, seguido por Lages, com 35.900 hectares, e em terceiro, Otacílio Costa, com 32.400 hectares (ACR, 2022).

A evolução do PIB *per capita* nos 10 municípios mais relevantes para a formação do Valor Bruto de Produção (VBP) da Silvicultura em Santa Catarina mostra um aumento significativo em áreas com forte presença de florestas plantadas. O PIB *per capita* é um indicador socioeconômico que mede o valor bruto

gerado na economia do município, dividido pela sua população, permitindo avaliar o crescimento da renda, além do aumento populacional. Nos municípios com atividades florestais significativas, houve um crescimento expressivo do PIB *per capita*. Comparando com a média nacional, que era de R\$ 19,9 mil em 2010 e R\$ 40,0 mil em 2021, destaca-se que, em 2010, Lages, Mafra, São José do Cerrito e Itaiópolis tinham PIB per capita abaixo da média nacional, mas em 2021 superaram esse valor, alcançando, respectivamente, R\$ 41,3 mil, R\$ 40,3 mil, R\$ 40,9 mil e R\$ 41,7 mil (ACR, 2022).

2.1.3 Tratos culturais, silviculturais, e regimes de manejo na produção florestal

Alguns conceitos são importantes para o entendimento do contexto de produção florestal. Dentre eles, trato cultural refere a atividades realizadas durante a fase inicial das plantas, visando seu desenvolvimento – Exemplo, roçada. O trato silvicultural é realizado nas plantas – Exemplo, desbaste. Regime de manejo, por sua vez, caracteriza-se por definir, dentre opções de manejo, tratos culturais e silviculturais, espaçamento de plantio, realização ou não de desbastes, bem como o tipo e intensidade, além da idade do corte raso. Tais definições foram extraídas de Arce e Dobner Jr. (2024).

Antes de iniciar a implantação de uma floresta, deve-se realizar o planejamento pela definição do propósito do cultivo das árvores. Que inclui, obrigatoriamente, a determinação dos objetivos do plantio e o destino da produção, como, por exemplo, para a fabricação de celulose, geração de energia ou usos múltiplos (Andrade; Bellote; Silva, 2014).

Os principais regimes de manejo para produção de madeira incluem: *pulpwood*, voltado para a produção volumétrica para papel, energia ou indústria; *utilitywood*, que visa toras mais grossas para serrarias, enquanto as finas seguem para o *pulpwood*; e *clearwood*, que requer poda para produzir madeira sem nós, destinada a laminadoras ou serrarias. O regime monoproducto foca na maximização do volume, enquanto o multiproducto prioriza maior valor econômico com menor volume (Arce e Dobner Jr., 2024).

As atividades que compõem a operação de plantio inicia-se com a definição de estradas, aceiros e dimensionamento de talhões, seguido da limpeza da área, com a remoção da vegetação do local. Para preparo do solo, seu objetivo é

proporcionar as melhores condições para o estabelecimento das mudas no campo, aumentando as taxas de sobrevivência, onde incluem a remoção de ervas daninhas e a descompactação do solo (Bognola e Bellote, 2014). Sendo esta, uma técnica que propicia ganhos de produtividade (Ferreira e Silva, 2008).

Após o plantio, os tratos culturais são levados em consideração para garantir a sobrevivência e o desenvolvimento das árvores. Entre eles, destacam-se o controle de formigas, e capinas, que podem ser realizadas tanto de maneira manual, mecânica quanto química (Ferreira e Silva, 2008). Da mesma maneira, Reis Filho *et al.* (2015) ressalta que o manejo das formigas cortadeiras deve ocorrer antes do preparo do solo ou plantio, com dosagem que varia entre 0,9 e 2 kg/ha. Reforça, ainda, que controle de plantas daninhas pode ser realizado por diferentes métodos, como mecânico-físico e químico em faixas nas linhas de plantio. O químico com o uso de herbicidas, com destaque para o glifosato (Filho, 1987), com uma dosagem de cerca de 0,5 litros por hectare (Dalla Maria *et al.* 2017).

Em se tratando de adubação, Bognola e Bellote (2014), indicam que recomenda-se sempre a avaliação da necessidade de adubação, por meio de análises de fertilidade do solo baseadas em amostras e consequente análise de recomendações pertinentes à correção e adubação.

Uma variável importante é o espaçamento, de forma que, quando amplos, irão resultar em maior produção por árvore e menor custo de implantação, mas exigirão mais tratos culturais e desbastes tardios. Já os espaçamentos restritos irão gerar maior produção por área, porém menor volume por árvores, menos tratos culturais e desbastes precoces (Bognola e Bellote, 2014). A recomendação descrita por Arce e Dobner Jr. (2024) para *Pinus taeda*, nas regiões Sul e Sudeste, indica espaçamentos de 2,5 x 2,5 metros (1.600 árvores/ha), para objetivos múltiplos ou produção de celulose.

Em povoamentos com espaçamento tradicional, a restrição de espaço entre as árvores reduz o vigor de muitas, aumentando árvores supressas e intermediárias, o que torna a floresta vulnerável a pragas como a vespa-da-madeira. Árvores com crescimento estagnado competem entre si, prejudicando o desenvolvimento das demais. Desta forma, a solução para esse problema é a realização de desbastes (Oliveira, 2014).

Desbastes Podem ser sistemáticos, removendo árvores de acordo com um esquema fixo, como a remoção de fileiras inteiras; seletivos, eliminando as menores

árvores com base em diâmetro ou altura; ou mistos, combinando desbaste sistemático seguido de seletivo nas linhas remanescentes. Além disso, ao eliminar árvores supressas, bifurcadas ou doentes, os desbastes aumentam a rentabilidade econômica e podem antecipar a renda para o produtor (Oliveira, 2014).

Ainda, podem ser desbaste seletivo baixo, onde eliminam-se indivíduos dominados, de qualidade inferior e deformados. E desbaste seletivo alto, que requer análise das copas, sendo definidas árvores potenciais que permanecem de pé, sendo estes, geralmente empregados quando se objetiva toras grossas para indústrias nobres (Arce e Dobner Jr., 2024).

Os desbastes podem ser realizados conforme o regime de manejo adotado. Arce e Dobner Jr. (2024) afirmam que, quando executados, normalmente envolvem a remoção entre a 3ª e a 9ª linha no desbaste sistemático, e árvores supressas ou deformadas no desbaste seletivo, com intensidade variando de 30 a 40%. Após o primeiro desbaste, os seguintes devem ser somente seletivos. Indicam ainda, que o último desbaste em *P. taeda* deve ocorrer, pelo menos, 8 anos antes do corte raso da floresta. Ainda, estes autores destacam que, os regimes de manejo florestal variam conforme o sistema adotado, de forma que no regime *pulpwood*, o corte raso pode ocorrer aos 15 anos, com densidade de 1.600 a 1.800 árvores por ha. Já no sistema *utilitywood*, com dois desbastes, o primeiro é aos 8 anos, o segundo aos 12 anos, e o corte raso entre 15 e 16 anos, com densidade de 1.666 árvores por ha.

Há diversas alternativas para o manejo, incluindo diferentes densidades de plantio (600, 800 ou 1.111 árvores por hectare) e opções de desbaste em diferentes idades (7 a 9 anos, 13 a 15 anos, ou 18 a 20 anos), com variações nas densidades de 40%, 55% ou 70%. O corte raso pode ocorrer entre 12 e 15 anos (com um ou sem desbaste), 17 a 20 anos (com dois desbastes) ou 22 a 25 anos (com três desbastes). Ao considerar todas as possibilidades, os autores chegam a um total de 7.290 opções distintas de manejo, levando em conta diferentes densidades de plantio, várias intensidades e idades de dois desbastes, além das idades do corte raso (Arce e Dobner Jr., 2024).

Em povoamentos de Pinus, a produtividade das árvores varia devido às características do local, como solo e clima. A qualidade do sítio pode ser avaliada pela análise do crescimento da altura dominante, sendo a definição mais comum a altura média das 100 árvores de maior diâmetro em uma parcela de 1 ha. O termo Índice de Sítio (IS) refere-se à altura dominante em uma idade de referência (ex: 15

anos). Assim, quanto maior o IS, maior é a capacidade produtiva do local da floresta (Oliveira, 2014).

O (IS) mede a produtividade potencial do sítio, ou seja, a capacidade de uma área de favorecer o crescimento de uma espécie específica. Para o *Pinus taeda* no Sul do Brasil, a curva do índice de sítio para a idade de referência de 15 anos varia entre 15 e 26 metros (Oliveira, 2011).

2.1.3.1 Estimativas de produção de madeira

Existem ferramentas disponíveis para estimar o volume de madeira em diferentes regimes de manejo, com base em Índices de Sítio. O *software* SisPinus, desenvolvido pela Embrapa, é uma ferramenta voltada para a simulação do crescimento e da produção de Pinus, especialmente para espécies como o *P. taeda*. Amplamente utilizado no Brasil, ele apoia o planejamento da produção, a definição de regimes de manejo e o cálculo da produção florestal. O programa permite simular desbastes, prever o crescimento e a produção anual, além de analisar o sortimento de madeira por classe diamétrica e os destinos das árvores removidas, como produção para serraria e para celulose (Oliveira, 2014; Arce e Dobner Jr., 2024).

O *software* SisPinus, desenvolvido após quase 30 anos de pesquisa, atende à demanda de produtores que reconhecem a importância de manejar florestas com base científica. Para as simulações, são necessários dados como índice de sítio, número de árvores por hectare, idade da floresta, taxa de sobrevivência no primeiro ano, desbastes (se houver) e o índice de homogeneidade, que varia de 1 a 10, dependendo da variabilidade genotípica e do sítio (Oliveira, 2011).

2.2 Análise de viabilidade econômica

A análise econômica permite aos produtores um conhecimento de resultados financeiros obtidos num determinado período, sendo essencial no que se refere a tomadas de decisões no planejamento de atividades e em relação a investimentos. Portanto, é de extrema importância ter o devido conhecimento do sistema de produção praticado, bem como o custo e retorno do investimento levando em consideração o mercado (Guiducci *et al.*, 2012).

De acordo com Olivo e Boschilia (2012), a importância de conhecer a

contabilidade, advém do fato de que todas as organizações devem realizar a prestação de informações contábeis, incluindo até mesmo pessoas físicas e entidades que não possuem finalidade lucrativa. Informações estas que são desejadas por investidores, acionistas, bancos, administradores, gestores, entre outros, que almejam auxílio para tomadas de decisões por parte dos gerentes, assim como a capacidade de pagamentos e viabilidade econômica que interessa aos bancos, além da verificação de riscos nas transações que servem como parâmetros para fornecedores.

2.2.1 Custos, custeio, receitas e fluxos de caixa

Olivo e Boschilia (2012) definem custo quando ocorre a utilização em fatores de produção de bens e serviços, sendo os custos fixos aqueles que não estão atrelados ao volume de produção, não alteram de acordo com mudanças na quantidade produzida, como por exemplo, salário dos funcionários. Custos variáveis, por outro lado, variam de acordo com a oscilação do volume produzido, crescem com a produção, sendo um exemplo característico, a matéria prima.

Segundo Megliorini (2011), a classificação dos custos em diretos e indiretos segue uma regra básica: quando é possível identificar a quantidade do elemento de custo, ele é classificado como direto; caso contrário, é considerado indireto. Assim, no custo direto, a apropriação do custo ao produto ocorre de acordo com o que o produto consumiu efetivamente, como no caso da matéria-prima, em função da quantidade consumida, e da mão de obra direta, com base na quantidade de horas de trabalho utilizadas.

Os métodos de custeio determinam a forma de valoração dos objetos de custeio, que podem ser operações, atividades, produtos, departamentos, entre outros. No método de custeio variável, os produtos recebem apenas os custos decorrentes da produção, ou seja, os custos variáveis. Assim, quanto maior o volume de produção, maiores serão os custos. Nesse método, os produtos são apropriados apenas pelos custos variáveis, sejam eles diretos ou indiretos, e esses custos são tratados como custos do período, sendo imediatamente lançados no resultado do exercício (Megliorini, 2011).

Além do método de custeio variável, outro método importante é o Custeio ABC (*Activity-Based Costing*), que permite a apuração dos custos dos produtos,

serviços ou outros objetos de custeio. Esse método define que os recursos são consumidos pelas ações executadas, e que os produtos e serviços resultam dessas ações, que exigem determinados recursos. No Custeio ABC, são identificadas as ações realizadas em cada departamento, destacando-se as mais relevantes para a determinação dos custos (Megliorini, 2011).

Entre os custos associados às atividades florestais, destacam-se os relacionados à implantação – como preparo de solo, controle de formigas, plantio, replantio, entre outros; manutenção – como roçadas; e colheita. Além disso, é fundamental considerar os custos tributários, como o ICMS - Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Serviços (Silva; Jacovine; Valverde, 2005).

Destaca-se que a terra constitui o recurso fundamental para qualquer produto florestal, sendo essencial levar em conta seu custo na análise econômica. Existem diversas abordagens teóricas para tratar o custo da terra nas atividades florestais, mas a mais utilizada é a de considerar os juros sobre o capital investido, ou seja, trata-se de um custo anual, similar ao valor de um aluguel da terra (Silva; Jacovine; Valverde, 2005).

O Custo de Oportunidade da Terra (COT) pode ser utilizado para uma construção mais realista dos indicadores de viabilidade econômica. O COT pode ser calculado de duas formas: de forma direta, utilizando o valor de arrendamento praticado na região, ou de forma indireta, determinando o valor de aquisição de um hectare de terra e aplicando uma Taxa Mínima de Atratividade (TMA), que pode ser a mesma usada para o cálculo do Valor Presente Líquido (Arce e Dobner Jr., 2024).

Ao levar em conta o custo de oportunidade da terra no fluxo de caixa, todos os fatores de produção, sendo eles a terra, trabalho e o capital, os quais são empregados no projeto, são remunerados, e o valor remanescente representa o aumento de riqueza, sendo o excedente gerado pelo projeto (Moreira *et al.*, 2015).

Receitas, por sua vez, são registradas no exercício contábil quando ocorre o recebimento de caixa (dinheiro) pela venda de produtos ou serviços gerados (Kay; Edwards; Duffy, 2014).

Além dos orçamentos, é necessário avaliar os fluxos de caixa. Existem ferramentas de avaliação que permitem avaliar a viabilidade econômica de projetos. Todo gestor que tem por objetivo comprometer o seu capital em um determinado investimento, necessita saber se sua aplicação será rentável ou não (Griffin, 2012).

Receitas de caixa líquidas, ou fluxos de caixa, são obtidos em cada ano de duração de certo investimento. Se trata das receitas de caixa menos os custos, que mostram receitas líquidas. Essa conta deve ser realizada para cada período de duração do investimento em questão (Kay; Edwards; Duffy, 2014).

Arce e Dobner Jr. (2024) explicam que, para a construção de fluxos de caixa, os valores dos sortimentos que devem ser usados para calcular a receita dos ativos florestais, mesmo em cortes rasos futuros, devem ser considerados sem reajustes pela inflação, refletindo o valor atual. O mesmo se aplica aos custos de silvicultura, já que a melhor informação disponível é a atual. **Segundo os autores, é arriscado prever a taxa de inflação para períodos superiores a 10 anos. Assim, ao utilizar valores presentes para custos e receitas, assume-se que a inflação não será considerada na análise. Os autores destacam que, dentro do horizonte de planejamento, os valores ocorridos ao longo do ano devem ser associados de forma anual, sem distinção de mês, dia ou hora exata. Definir o momento do ano em que esses valores ocorrerão é uma premissa essencial da análise.**

Segundo Klemperer (1996, *apud* Moreira *et al.*, 2015), a análise de projetos florestais costuma ser feita com fluxos de caixa a preços constantes, descontados por uma Taxa Mínima de Atratividade (TMA) real, devido à dificuldade de prever preços futuros. Contudo, é comum na literatura utilizar fluxos de caixa a preços constantes e aplicar taxas de juros nominais, como a Selic ou poupança, sem descontar a inflação. O autor destaca que isso leva a um sobre desconto nos fluxos de caixa, subestimando a avaliação financeira, principalmente nas receitas futuras.

Desta forma, a escolha correta da TMA para o fluxo de caixa é essencial para uma avaliação precisa da viabilidade financeira do projeto florestal.

2.2.2 Taxa Mínima de Atratividade (TMA)

A TMA é definida como o retorno mínimo que o investidor espera ter em seu projeto, que varia de acordo com o perfil do investidor, podendo ser incluído a taxa básica de juros, sendo necessário realizar uma análise de mercado, ou verificar a rentabilidade econômica de projetos da mesma natureza (Camloffski, 2014).

Deve-se definir a Taxa Mínima de Atratividade (TMA) com o mesmo critério utilizado no fluxo de caixa: se a inflação for considerada, a TMA será nominal; caso

contrário, será uma TMA real, além de ser importante considerar riscos associados (Arce e Dobner Jr., 2024).

2.2.3 Valor Presente Líquido (VPL)

De acordo com Gitman (2004), o Valor Presente Líquido (VPL) considera o valor do dinheiro no tempo e é uma técnica avançada e refinada de orçamento de capital. O VPL é calculado subtraindo-se o investimento inicial de um projeto do valor presente das suas entradas de caixa, que são descontadas a uma taxa equivalente ao custo de capital da empresa.

Conforme é detalhado por Kay, Edwards e Duffy (2014), o Valor Presente Líquido (VPL) é um método bastante usado em avaliações de análise de investimentos, pois leva em consideração o valor do dinheiro no tempo e o tamanho de fluxos de caixa ao longo da duração do investimento. É também conhecido como método do fluxo de caixa descontado. Trata-se da soma de valores presentes de fluxos de caixa de cada ano, ou seja, receitas, menos o custo inicial do investimento.

Ainda de acordo com Kay, Edwards e Duffy (2014), o investimento que possui VPL maior é o mais preferível. Com este indicador, investimentos com VPL positivo são aceitos, sendo aqueles com valor negativo descartados, e zero indiferente ao investidor. O VPL positivo pode ser interpretado da seguinte maneira: a taxa de retorno efetiva do investimento é maior que a taxa de desconto utilizada, ou seja, o retorno em porcentagem é maior que o custo do capital investido.

Portanto, este método indica que fluxos de caixa anuais podem ser reinvestidos e ter um rendimento igual à taxa de desconto utilizada.

Além do VPL, existe a Taxa Interna de Retorno que também indica a viabilidade econômica de projetos, conforme descrita no próximo tópico.

2.2.4 Taxa Interna de Retorno (TIR)

Para analisar o valor do dinheiro no tempo, além do valor presente líquido, outro método utilizado na análise de investimentos é a taxa interna de retorno (TIR). **Disponibiliza algumas informações que não são encontradas com o VPL. A taxa interna de retorno contabiliza de forma correta o valor do dinheiro no tempo, sendo a taxa efetiva de retorno de um determinado investimento.** A equação é basicamente a

mesma do VPL, sendo que possui duas diferenças: o VPL é igual a zero e a equação é resolvida para (i). Comumente, é utilizado programa de computador para seu cálculo (Kay; Edwards; Duffy, 2014).

Segundo Gitman (2004), a Taxa Interna de Retorno (TIR) é uma técnica amplamente utilizada no orçamento de capital. Ela corresponde à taxa de desconto que faz com que o Valor Presente Líquido (VPL) de um investimento seja igual a zero, ou seja, o valor presente das entradas de caixa se iguala ao investimento inicial. Trata-se de uma taxa composta anual, representando o retorno que a empresa obteria se implementasse o projeto e recebesse as entradas de caixa previstas.

A interpretação da TIR é bastante simples: se ela for superior à Taxa Mínima de Atratividade (TMA), o projeto é considerado viável. Assim, o projeto que apresentar a maior TIR será considerado o mais atraente (Silva; Jacovine; Valverde, 2005).

Após descrever os conceitos e definições que embasam a realização deste trabalho. O próximo tópico descreve o material e métodos utilizados para a elaboração da pesquisa para se atingir os objetivos propostos.

3 MATERIAL E MÉTODOS

A presente pesquisa é classificada, quanto à natureza das variáveis estudadas, como quantitativa, pois busca obter dados numéricos relacionados à análise de viabilidade econômica. Segundo Mattar (2013), essa abordagem é caracterizada pela coleta de dados que permitem análises estatísticas formais, embora, neste estudo, os dados utilizados sejam provenientes de fontes secundárias e primárias, e simulações teóricas, sem a realização de coleta em campo.

Além disso, a pesquisa é descritiva, buscando expor de forma sistemática o fenômeno em estudo. De acordo com Mattar (2013), o objetivo dessa abordagem é caracterizar e descrever as principais características do fenômeno observado. Neste caso, a descrição está centrada na análise de cenários teóricos para avaliar a viabilidade econômica do cultivo de *Pinus taeda*, reconhecendo que fatores externos e imprevistos podem influenciar os resultados em situações práticas.

Por fim, a pesquisa é também de natureza exploratória, visando ampliar o conhecimento sobre um tema que carece de maior aprofundamento. Conforme

Mattar (2013), essa abordagem permite identificar questões relevantes para a formulação de hipóteses futuras. Ressalta-se que o estudo tem caráter teórico e hipotético, e seus resultados devem ser interpretados como uma base para futuras investigações.

Todos os cálculos presentes nas tabelas foram efetuados utilizando todas as casas decimais disponíveis na planilha eletrônica. No entanto, para fins de visualização, as tabelas exibem apenas duas casas decimais após a vírgula. Nesse contexto, os cálculos de conferência realizados manualmente podem apresentar pequenas diferenças.

Os tópicos a seguir, descrevem de maneira detalhada todas as características desta pesquisa.

3.1 Definição da área e escopo da pesquisa

A pesquisa tem como foco analisar a viabilidade econômica da produção de *Pinus taeda* no Município de Lages-SC. A escolha do local se justifica pelas condições edafoclimáticas favoráveis ao cultivo da espécie e pela importância econômica para a região.

O manejo de desrama (poda) foi desconsiderado neste trabalho, pois os preços de venda utilizados são valores médios, sem diferenciação entre árvores podadas e não podadas. Assim, os preços de venda foram baseados exclusivamente nos intervalos de diâmetro, sem levar em conta a qualidade. Além disso, os manejos considerados focam no regime *pulpwood* e *utilitywood*, os quais de maneira geral não incluem a poda, e o fato de que o *software* utilizado para estimativa de produção não permite a inclusão de podas.

Conforme apontado por Arce e Dobner Jr. (2024), A escolha de podar uma floresta envolve incertezas, pois a diferença de preços entre madeira podada e não podada varia ao longo do tempo, alternando períodos de altos e baixos. Para obter toras de alto valor, é necessário que a poda seja bem executada, além do crescimento de toras com grandes diâmetros, o que demanda desbastes adequados e cortes rasos em idades mais avançadas.

3.1.1 Caracterização dos regimes de manejo florestal, dos cenários analisados, e da estimativa de produção

Em se tratando de dados secundários e também primários, foram projetados três regimes de manejo florestal com base em pesquisa na literatura, recomendações de especialistas no setor florestal e práticas comuns observadas no município, nomeados pelo autor como:

- “Regime M0D”, sem desbaste e corte raso aos 15 anos;
- “Regime M1D”, 1º e único desbaste aos 7 anos e corte raso aos 15 anos;
- “Regime M2D”, 1º desbaste aos 7 anos e 2º desbaste aos 12 anos, sendo o corte raso aos 20 anos.

Considerou-se três cenários de produtividade com base no Índice de Sítio (IS) que considera altura dominante aos 15 anos, a saber: IS 19 m, IS 21 m, e IS 23 m. Os índices de sítio utilizados se tratam de dados médios encontrados na região, descritos por especialistas florestais.

A escolha de três cenários de produção se deve ao fato de a análise ser como já citado, estimativas para áreas hipotéticas, que podem ter seu índice sítio, e conseqüentemente sua produção, variável.

Para os três regimes e três cenários de IS, considerou-se: espaçamento 2,5 m x 2,5, com 1.600 árvores por hectare; taxa de sobrevivência no primeiro ano de 95% e índice de homogeneidade médio (5/10).

Os dados descritos foram utilizados para estimativa de produção de madeira no *software* SisPinus da Embrapa Florestas (1995), levando em consideração os sortimentos de produtos previamente disponíveis no *software*, os diâmetros mínimos são: 8 cm, 18 cm, 25 cm e 35 cm. Estes foram nomeados da seguinte forma: "Celulose" para o sortimento com diâmetro mínimo de 8 cm, "Serraria I" para diâmetro mínimo de 18 cm, "Serraria II" para diâmetro mínimo de 25 cm e "Serraria III" para diâmetro mínimo de 35 cm.

Um adendo importante relacionado à produção dos regimes “M0D”, “M1D” e “M2D”, bem como dos cenários analisados, é a desconsideração do volume gerado pelas ponteiros, cujo sortimento se dá de 0 a 07 cm, focando exclusivamente no volume comercial, tanto nas estimativas de produção, quanto para os custos e receitas brutas, bem como da análise como um todo, a produção acima de 08 cm de diâmetro. Segundo Arce e Dobner Jr (2024), porções dos fustes com diâmetro

menor que 8 cm (<8 cm), são denominados como volume de resíduo não comercial.

Para o 1º desbaste, considerou-se com base na densidade inicial, independente da taxa de mortalidade de 5%, desbaste misto baixo, sendo sistemático com retirada da quinta linha (20%) e desbaste seletivo baixo (30%), com uma intensidade total de 50%. Para o 2º desbaste, considerou-se uma intensidade de 50% nas árvores remanescentes após o 1º desbaste, sendo exclusivamente seletivo baixo.

Ainda relacionado a dados primários e secundários, considerou-se os insumos e serviços necessários para o ciclo produtivo (implantação, manutenção e comercialização) com base na literatura, manuais de silvicultura e práticas comuns no município de Lages-SC.

3.1.2 Estimativas de custos e das Receitas Brutas

Em relação aos custos, todos eles foram classificados como diretos e variáveis, além disso, utilizou-se a metodologia do Sistema de Custeio ABC (*Activity-Based Costing*), que permite uma alocação mais precisa dos custos diretos. Os custos foram classificados em quatro categorias principais: A (insumos), B (mão de obra), C (mecanização) e D (comercialização), onde abrangem os custos de implantação, manutenção, colheita e transporte.

A separação dos custos em categorias distintas segue a lógica de que os custos de implantação e manutenção são os mesmos para todos os regimes de manejo, independentemente das variações entre eles.

Por outro lado, os custos relacionados à comercialização (categoria D), que incluem os custos de colheita e transporte, apresentam variações dependendo do sistema de produção e, dentro de cada sistema, conforme o cenário de produtividade (IS 19, IS 21 ou IS 23).

Esses cenários refletem diferentes níveis de eficiência e capacidade de produção, o que implica em variações nos custos de comercialização, relacionados ao transporte e à colheita, que são sensíveis às condições de produtividade. Esse modelo de custeio foi escolhido por sua capacidade de proporcionar uma análise detalhada dos custos atribuídos a cada atividade, permitindo identificar com mais precisão as variáveis que impactam o custo total da produção, conforme as particularidades de cada sistema de cultivo.

Em se tratando de dados primários, foi realizado um levantamento dos custos dos insumos e serviços necessários, com referência ao quarto trimestre do ano fiscal de 2024, em empresas e prestadores de serviços da região do município de Lages. Esse levantamento abrangeu atividades de preparo do solo, aquisição de mudas e plantio, além da compra de insumos e manutenções com roçadas.

Exclusivamente aos custos de colheita e transporte e de preços de venda para serraria e celulose, os dados foram obtidos por meio de relatório específico de uma empresa privada que compila dados do setor florestal no Brasil, os quais foram cedidos pela empresa para o desenvolvimento desta pesquisa (AFRY, 2023). Estes dados são referentes ao quarto trimestre do ano fiscal de 2023, que correspondem aos preços médios praticados para vendas, no município de Correia Pinto - SC, município este, próximo ao município de Lages (32 km). Onde usou-se os dados referentes às seguintes faixas de diâmetro: (8-18 cm) para a celulose; (18-25 cm) para a serraria I, (25-35 cm) para serraria II, e maior que (35 cm) para serraria III. E custos a nível nacional para colheita e transporte considerando uma distância de 60 km.

Esses custos e preços foram ajustados para o ano de 2024, utilizando a inflação brasileira, calculada pelo Índice de Preços ao Consumidor Amplo (IPCA) acumulado nos últimos 12 meses com base em novembro de 2024, que foi de 4,87%, conforme o IBGE (2024). Assim, todos os dados deste estudo são estimativas baseadas no ano fiscal de 2024.

Os preços de venda são padronizados para incluir diferentes alíquotas de impostos, sendo que os mais se adequaram para a região em estudo são os impostos PIS/Cofins a uma taxa de 9,25%, o Funrural a uma taxa de 1,40% e o ICMS a uma taxa de 17%.

Os preços de venda para destino a indústria de celulose foram considerados "posto fábrica", o que significa que já incorporam os custos de colheita e transporte até a indústria. O valor pago ao produtor é aquele referente à entrega do produto na fábrica, com o produtor arcando com os custos de colheita e transporte até o local da indústria.

Para os preços destinados à serraria, os dados foram fornecidos como "preço carregado no caminhão", o que implica que o valor abrange apenas os custos de colheita, sendo o transporte de responsabilidade do comprador. Para melhor compreensão dos custos, os preços para serraria foram ajustados para a

modalidade "posto indústria". Para isso, foram incluídos os custos de transporte no preço do caminhão carregado, simulando o preço final que o produtor receberia "posto indústria", assim como o preço da celulose.

Para estimativas, os custos unitários de implantação e manutenção foram multiplicados pelas unidades necessárias em 1 (um) hectare. No que diz respeito às Receitas Brutas, estas foram obtidas a partir da multiplicação da produção estimada em metros cúbicos (m^3) por hectare (ha^{-1}) para a indústria de celulose e de serraria pelo preço de venda unitário. Após isso, elaborou-se fluxos de caixa para alocação dos custos e Receitas Brutas, para se obter saldos líquidos, conforme detalhado no próximo tópico.

3.1.3 Fluxos de caixa constante

Posteriormente, foram elaborados fluxos de caixa constantes, ou seja, para cada um dos cenários de produção analisados foram considerados os preços e custos praticados hoje. Considerou-se que o plantio ocorreu no ano 0. Assim, no caso de uma floresta manejada para corte raso aos 15 anos, por exemplo, o 15º ano do horizonte de planejamento corresponde ao momento em que a floresta completa 15 anos de idade. Essa abordagem foi adotada para assegurar clareza e coerência na estrutura temporal dos cálculos apresentados.

O fluxo de caixa é o mesmo até o quarto ano nos três regimes de manejo, bem como nos três cenários analisados, pois os custos são os mesmos e não há receitas, além de ocorrerem nos mesmos anos .

Para o fluxo de caixa de todo o horizonte de planejamento, consideraram-se as entradas e saídas de recursos, sendo que as entradas correspondem às receitas obtidas a partir da venda da produção e as saídas referem-se aos custos totais, como custos de implantação, manutenção e comercialização, de acordo com o ano de ocorrência, além dos impostos aplicados a uma alíquota total de 27,65%, conforme descrito anteriormente. A diferença entre as entradas e as saídas, para cada ano e cenário, gerou um valor (saldo líquido) que foi utilizado para os cálculos dos indicadores de viabilidade econômica TIR e VPL.

O próximo tópico descreve a análise dos indicadores de viabilidade econômica.

3.1.4 Indicadores de viabilidade econômica - VPL e TIR

Os cálculos do Valor Presente Líquido (VPL) real e da Taxa Interna de Retorno (TIR) real foram realizados em planilha eletrônica. Para calcular o VPL, foi utilizada uma taxa de desconto real de 4% a.a., que representa o custo de oportunidade do capital para o projeto. A taxa de desconto reflete a Taxa Mínima de Atratividade (TMA).

A TMA foi determinada com base na metodologia apresentada por Arce e Dobner Jr. (2024), que utiliza o cálculo da rentabilidade real como exemplo. No exemplo citado pelos autores, foi considerado um rendimento de 7% a.a. de uma aplicação financeira em 2019, com uma inflação de 4,31% a.a. no mesmo período. Após calcular a rentabilidade real, o autor sugere adicionar 1% a.a. à TMA, visando compensar os riscos do investimento, como os associados ao setor florestal.

Seguindo essa abordagem, foi aplicada a mesma metodologia para calcular a TMA real, utilizando o rendimento da poupança de aproximadamente 7,80% ao ano (Santander, 2024) e a inflação calculada pelo IPCA dos últimos 12 meses, com base em novembro de 2024, de 4,87% (IBGE, 2024).

A rentabilidade real foi calculada utilizando a fórmula que considera o rendimento nominal do investimento e desconta o impacto da inflação no período. O resultado foi de 2,79% ao ano, refletindo o ganho real após o ajuste pela inflação. Após considerar os riscos do investimento, foi somado 1% à rentabilidade real calculada, resultando em uma TMA de aproximadamente 3,79%. A TMA foi arredondada para 4% a.a. para simplificação dos cálculos e interpretação dos resultados.

Para elaboração do fluxo de caixa para cálculo do VPL e da TIR, considerou-se o Custo de Oportunidade da Terra (COT), que foi calculado com a TMA real em cima do custo da terra, onde este valor foi alocado em cada fluxo caixa anual em todos os regimes de manejo, e em ambos os três cenários de produção.

O (COT) foi considerado em todo o horizonte de planejamento, incluindo o ano 0, pois, com esta inclusão, busca-se assegurar uma avaliação mais realista da viabilidade econômica do projeto, considerando o custo implícito de manter a terra dedicada à produção florestal durante todo o período analisado. Essa abordagem reforça a consistência nos cálculos financeiros e contribui para uma análise mais precisa dos resultados.

4. RESULTADOS

4.1 Estimativa dos custos de implantação e manutenção

Os custos de implantação e manutenção ocorrem entre os anos 0-4, e são iguais para os três regimes de manejo adotados. A Tabela 1 descreve os custos levantados onde o total é de R\$6.447,81 ha⁻¹ no ano 0, que corresponde aos custos de implantação. Já os custos de manutenção registrados são de R\$740,00 ha⁻¹ a.a. do ano 1 ao 4.

Tabela 1 – Custos de implantação e manutenção dos três regimes de manejo (M0D; M1D e M2D) nos três cenários de Índice de Sítio (IS - 19, 21 e 23). Onde: M0D = manejo sem desbaste e corte raso aos 15 anos, M1D = manejo com o 1º desbaste aos 7 anos e corte raso aos 15 anos, M2D = manejo com o 1º desbaste aos 7 anos, 2º desbaste aos 12 anos e corte raso aos 20 anos.

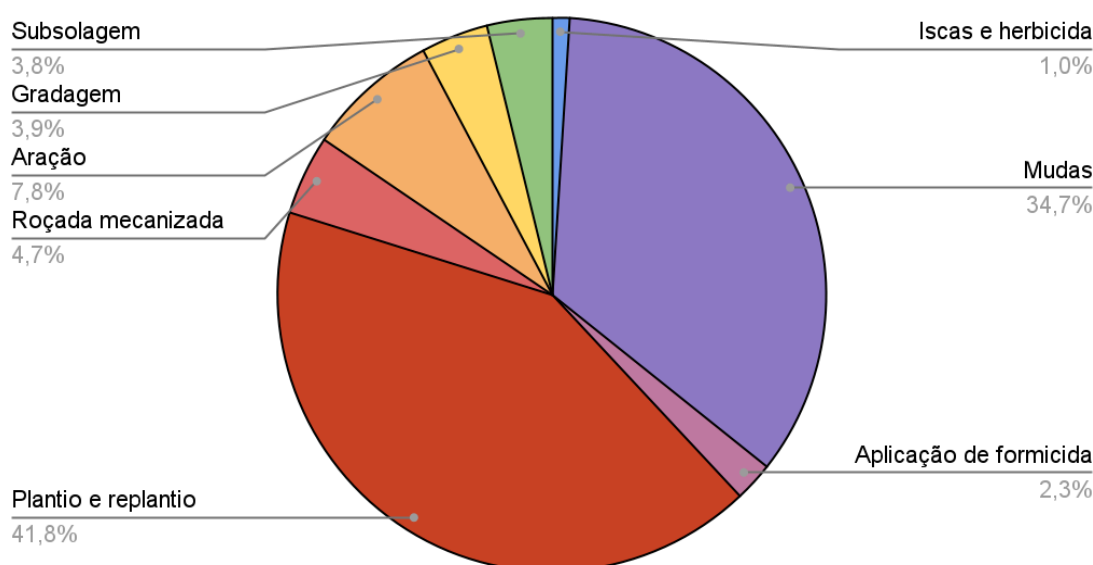
Descrição	Ano	Unidade	Unidades (ha ⁻¹)	Custo (R\$/unidade)	Custo (R\$/ha)
A- Insumos					
Isclas para formigas	0	Kg	2	16,99	33,98
Herbicida (coroamento)	0	Litros	1	30,97	30,97
Mudas de <i>Pinus taeda</i>	0	Unidade	1.760	1,27	2.235,20
B- Mão de obra					
Aplicação de formicida	0	ha	1	150,00	150,00
Plantio manual e coroamento (+10% de replantio)	0	Por muda	1.760	1,53	2.692,80
Roçada semimecanizada	1	ha ⁻¹	1	740,00	740,00
Roçada semimecanizada	2	ha ⁻¹	1	740,00	740,00
Roçada semimecanizada	3	ha ⁻¹	1	740,00	740,00
Roçada semimecanizada	4	ha ⁻¹	1	740,00	740,00
C- Mecanização					
Aração	0	Hora/Máquina	2	251,44	502,88
Gradagem	0	Hora/Máquina	1	254,21	254,21
Subsolagem	0	Hora/Máquina	1	247,77	247,77
Roçada mecanizada	0	ha ⁻¹	1	300,00	300,00

Fonte: elaborado pelo autor com dados obtidos no mercado regional (2024).

Os custos de implantação que ocorrem no ano 0, já em valor presente, os quais permitem comparações, estão destacados na Figura 3, para um melhor

entendimento da participação de cada item descrito no montante total em termos percentuais neste ano. Nota-se que o principal custo é, como já citado, referente a mão de obra com plantio e replantio (41,8%), além da aquisição de mudas (34,7%).

Figura 3 – Custos de implantação dos três regimes de manejo (M0D; M1D e M2D) nos três cenários de Índice de Sítio (IS - 19, 21 e 23). Onde: M0D = manejo sem desbaste e corte raso aos 15 anos, M1D = manejo com o 1º desbaste aos 7 anos e corte raso aos 15 anos, M2D = manejo com o 1º desbaste aos 7 anos, 2º desbaste aos 12 anos e corte raso aos 20 anos.



Fonte: elaborado pelo autor (2024).

Os custos relacionados a mecanização foram considerados por serem uma prática recomendada para preparo do solo antes do plantio e indicam um investimento alto, que nem sempre é levado em consideração, além de roçada mecanizada após este preparo.

4.2 Fluxo de caixa constante nos primeiros quatro anos

Quanto ao fluxo de caixa, conforme já mencionado, os custos até o quarto ano são os mesmos para os três regimes de manejo e para os três cenários analisados.

Considerando que não há receitas nos primeiros quatro anos, optou-se por apresentar o fluxo de caixa constante deste período de forma independente neste

tópico, evitando a repetição desta descrição nos tópicos específicos de cada regime de manejo, conforme demonstrado na Tabela 2.

Tabela 2 – Fluxo de caixa em moeda constante nos primeiros quatro anos dos três regimes de manejo (M0D; M1D e M2D) nos três cenários de Índice de Sítio (IS - 19, 21 e 23). Onde: M0D = manejo sem desbaste e corte raso aos 15 anos, M1D = manejo com o 1º desbaste aos 7 anos e corte raso aos 15 anos, M2D = manejo com o 1º desbaste aos 7 anos, 2º desbaste aos 12 anos e corte raso aos 20 anos.

Ano	Descrição	Entradas (R\$/ha)	Saídas (R\$/ha)	Saldo (R\$/ha)
0	Mecanização; Insumos e mão de obra (plantio e replantio)	0,00	6.447,81	(6.447,81)
1	Mão de obra (roçada semimecanizada)	0,00	740,00	(740,00)
2	Mão de obra (roçada semimecanizada)	0,00	740,00	(740,00)
3	Mão de obra (roçada semimecanizada)	0,00	740,00	(740,00)
4	Mão de obra (roçada semimecanizada)	0,00	740,00	(740,00)

Fonte: elaborado pelo autor com dados obtidos no mercado regional (2024).

Conforme a Tabela 2, os resultados se referem basicamente aos mesmos da Tabela 1, mencionada anteriormente, todavia, são dispostos conforme o ano de ocorrência, para facilitar o entendimento do fluxo de caixa com as saídas alocadas.

Após levantar os dados referentes aos custos e fluxos de caixa nos primeiros quatro anos para os três regimes de manejo, o próximo tópico descreve os resultados obtidos com a correção monetária dos preços disponibilizados e do Custo de Oportunidade da Terra (COT), que será importante para sua inclusão no fluxo de caixa de cada ano do horizonte de planejamento dos regimes de manejo analisados neste trabalho.

4.3 Correção monetária e Custo de Oportunidade da Terra (COT), para os três regimes de manejo

Os custos com colheita e transporte, bem como os preços de venda disponibilizados dos diferentes sortimentos, referentes ao quarto trimestre de 2023, foram corrigidos para o ano de 2024, conforme constam nas Tabelas 3 e 4. Estes dados são iguais para os três regimes de manejo analisados.

Tabela 3 – Correção monetária dos custos por metro cúbico (R\$/m³) com colheita e transporte do 1º desbaste, 2º desbaste e corte raso, do ano de 2023 para o ano de 2024, considerando uma distância de 60 km, com base no IPCA acumulado de dezembro de 2023 a novembro de 2024

Origem	Descrição	R\$/m ³	Anos	Inflação (%)	R\$/m ³ corrigido
1º desbaste	Colheita	70,90	1	4,87	74,35
	Transporte	37,20	1	4,87	39,01
2º desbaste	Colheita	65,30	1	4,87	68,48
	Transporte	37,20	1	4,87	39,01
Corte raso	Colheita	56,90	1	4,87	59,67
	Transporte	37,20	1	4,87	39,01

Fonte: elaborado pelo autor (2024) com dados obtidos do do IBGE (2024) e Relatório com dados do setor florestal (AFRY, 2023).

É possível observar na Tabela 3 que os dados de custos com colheita variam conforme a origem, sendo maiores no primeiro desbaste, e menores no corte raso. Já os custos com transporte, por sua relação exclusiva com a quilometragem, permanecem iguais e independem da origem da produção.

Em relação aos preços de venda, conforme Tabela 4, nota-se um aumento gradual do valor pago por cada sortimento conforme maior diâmetro de tora.

Tabela 4 – Correção monetária dos preços de venda do ano de 2023 para o ano de 2024, com base no IPCA acumulado de dezembro de 2023 a novembro de 2024, ajustados a modalidade posto indústria dos diferentes sortimentos de intervalos de diâmetro. Onde: Celulose = 08-18 cm; Serraria I = 18-25 cm; Serraria II = 25-35 cm; Serraria III = >35 cm

Sortimento	R\$/m ³	Anos	Inflação (%)	R\$/m ³ corrigido
Celulose	164,10	1	4,87	172,09
Serraria I	268,10	1	4,87	281,16
Serraria II	358,40	1	4,87	375,85
Serraria III	440,70	1	4,87	462,16

Fonte: elaborado pelo autor (2024) com dados obtidos do IBGE (2024) e Relatório com dados do setor florestal (AFRY, 2023).

Quanto ao cálculo do Custo de Oportunidade da Terra (COT), este foi realizado com base no preço médio de R\$ 20.000,00 por hectare para terra de segunda, conforme dados da Epagri/Cepa (2023) para o município de Lages, corrigido para 2024 pelo IPCA acumulado de 4,87% (IBGE, 2024), resultando em um

valor de R\$20.974,00 ha⁻¹.

A partir desse valor corrigido, aplicou-se a Taxa Mínima de Atratividade (TMA) de 4% a.a., resultando em um COT de R\$838,96 ha⁻¹ anuais. Este custo foi alocado em cada ano do horizonte de planejamento de cada regime de manejo para o cálculo dos indicadores de viabilidade econômica (TIR e VPL). Contudo, não foi incluído nos custos levantados, pois não representa um desembolso real do produtor, sendo apenas uma estimativa do retorno perdido ao não utilizar a terra em outra oportunidade de investimento.

Após listagem das informações que são iguais aos três regimes, os próximos tópicos descrevem cada um de maneira independente.

4.4 Regime de manejo florestal “M0D”: sem desbaste e corte raso aos 15 anos

A seguir serão apresentados os resultados obtidos com a pesquisa para os três cenários de produção com base nos diferentes Índices de Sítio (IS - 19, 21 e 23), considerando o regime de manejo florestal “M0D” (sem desbaste, corte raso aos 15 anos).

Desta-se que todos os cálculos foram realizados utilizando todas as casas decimais disponíveis em planilha eletrônica, todavia, as tabelas apresentam somente duas casas após a vírgula, neste sentido, cálculos realizados manualmente podem apresentar pequenas diferenças.

4.4.1 Simulação de estimativa de produtividade

Através do *software* SisPinus, foram obtidas as estimativas de produção para o Regime M0D nos três cenários de Índice de Sítio (IS - 19, 21 e 23). Esses dados demonstram a variação nas produções de cada sortimento ao longo dos cenários, evidenciando um aumento do volume total conforme o avanço do IS 19 para o IS 23, cerca de 55,19%.

Para uma melhor compreensão dos dados, o cenário IS 19 apresentou uma produção total de 370,0 m³/ha⁻¹, 469,6 m³/ha⁻¹ no cenário IS 21 e 574,2 m³/ha⁻¹ no cenário IS 23. Estima-se portanto um Incremento Médio Anual (IMA) de 24,7 m³ no cenário A, 31,3 m³ no cenário B e 38,3 m³ no cenário C. Os dados são detalhados na Tabela 5.

Tabela 5 – Volume comercial em metro cúbico por hectare (m^3/ha) da produção estimada dos diferentes sortimentos de *Pinus taeda*, para o Regime de manejo MOD nos três cenários de Índice de Sítio (IS - 19, 21 e 23). Onde: MOD = manejo sem desbastes e corte raso aos 15 anos. Dos seguintes diâmetros: Celulose = mínimo 08 cm; Serraria I = mínimo 18 cm; Serraria II = mínimo 25 cm; Serraria III = mínimo 35 cm

"MOD"		IS 19		IS 21		IS 23	
Origem	Sortimento	Produção	Subtotal	Produção	Subtotal	Produção	Subtotal
Corte raso	Celulose	153,7		158,6		159,8	
	Serraria I	192,0	370,0	224,3	469,6	269,0	574,2
	Serraria II	24,3		86,6		140,1	
	Serraria III	0,0		0,1		5,3	
Total		370,0		469,6		574,2	

Fonte: elaborado pelo autor (2024) com dados obtidos da simulação de produção através do software SisPinus da Embrapa.

No que diz respeito ao sortimento de celulose, ele ocupa a segunda maior produção nos diferentes índices de sítio analisados. Em relação ao sortimento de serraria I, este representa a maior produção em todos os cenários.

O sortimento de serraria II, por sua vez, se aproxima do volume de celulose no cenário IS 23. O sortimento de serraria III, por sua vez, representa apenas 0,9% do total no cenário IS 23.

Após estimativa de produtividade, o próximo tópico descreve os custos de comercialização e as Receitas Brutas obtidos para o regime de manejo MOD. Destaca-se que o regime MOD é aquele em que não há desbastes e o corte raso ocorre aos 15 anos.

4.2.2 Estimativa dos custos de comercialização e das Receitas Brutas

Os custos com comercialização (D), os quais se referem a colheita e transporte, foram estimados em R\$36.512,59 ha^{-1} no cenário IS 19, R\$46.341,38 ha^{-1} no cenário IS 21 e R\$56.663,59 ha^{-1} no cenário IS 23 (Tabela 6). Nota-se, que os custos com colheita são mais expressivos que os de transporte, e que há um aumento conforme se avança do cenário de IS 19 a 23, em virtude das estimativas da produção de madeira serem maiores.

Tabela 6 – Estimativa dos custos de comercialização (D) envolvendo colheita e transporte para o Regime M0D no corte raso, em diferentes cenários de Índice de Sítio (IS 19, IS 21 e IS 23). Onde: M0D = manejo sem desbastes e corte raso aos 15 anos

Cenário	Origem	Descrição	Ano	Unidades (m ³ /ha)	Custo (R\$/m ³)	Custo (R\$/ha)	Custo total (R\$/ha)
D- Comercialização							
IS 19	Corte raso	Colheita	15	370,0	59,67	22.078,28	36.512,59
		Transporte			39,01	14.434,31	
IS 21	Corte raso	Colheita	15	469,6	59,67	28.021,52	46.341,38
		Transporte			39,01	18.319,87	
IS 23	Corte raso	Colheita	15	574,2	59,67	34.263,11	56.663,59
		Transporte			39,01	22.400,48	

Fonte: elaborado pelo autor (2024) com os dados de produção simulados pelo *software* SisPinus da Embrapa.

Em relação às receitas, o volume de produção estimado foi multiplicado pelos respectivos preços de venda, conforme descrito na Tabela 3. Os resultados obtidos estão apresentados nas Tabelas 7, 8 e 9, onde os montantes referem-se à venda tanto para a indústria de serraria quanto para a de celulose com base em seus respectivos sortimentos, na modalidade posto-indústria. Os resultados de receita bruta foram alocados como entrada nos fluxos de caixa e serão mostrados novamente na tabela 10.

Tabela 7 – Estimativa de receita bruta gerada no corte raso pela venda dos sortimentos do Regime M0D, Índice de Sítio (IS 19). Onde: M0D = manejo sem desbaste e corte raso aos 15 anos. Dos seguintes diâmetros: Celulose = 08-18 cm; Serraria I = 18-25 cm; Serraria II = 25-35 cm

Origem	Ano	Sortimento	Produção (m ³ /ha)	Venda (R\$/m ³)	Receita bruta (R\$/ha)	Total receita bruta (R\$/ha)
Corte final	15	Celulose	153,7	172,09	26.450,49	89.565,79
		Serraria I	192,0	281,16	53.982,04	
		Serraria II	24,3	375,85	9.133,25	

Fonte: elaborado pelo autor (2024) com os dados de produção simulados pelo *software* SisPinus da Embrapa.

A tabela 8 descreve os resultados obtidos para o regime M0D para o Índice de Sítio 21, onde observa-se que as receitas são superiores ao do cenário com IS 19,

com um aumento de cerca de 37,28%.

Tabela 8 – Estimativa de receita bruta gerada no corte raso pela venda dos sortimentos do Regime MOD, Índice de Sítio (IS 21). Onde: MOD = manejo sem desbaste e corte raso aos 15 anos. Dos seguintes diâmetros: Celulose = 08-18 cm; Serraria I = 18-25 cm; Serraria II = 25-35 cm; Serraria III = >35 cm

Origem	Ano	Sortimento	Produção (m³/ha)	Venda (R\$/m³)	Receita bruta (R\$/ha)	Total receita bruta (R\$/ha)
Corte final	15	Celulose	158,6	172,09	27.293,74	122.952,31
		Serraria I	224,3	281,16	63.063,40	
		Serraria II	86,6	375,85	32.548,96	
		Serraria III	0,1	462,16	46,22	

Fonte: elaborado pelo autor (2024) com os dados de produção simulados pelo *software* SisPinus da Embrapa.

A tabela 9, por sua vez, descreve os simulados para o IS 23, detalhando as variáveis e os parâmetros utilizados em cada cenário. Esses dados são essenciais para a análise do desempenho dos sistemas testados, proporcionando uma visão clara das condições de operação simuladas. Com um aumento de cerca de 28,70% da receita bruta total quando comparado com o cenário de IS 21.

Tabela 9 – Estimativa de receita bruta gerada no corte raso pela venda dos sortimentos do Regime MOD, Índice de Sítio (IS 23). Onde: MOD = manejo sem desbaste e corte raso aos 15 anos. Dos seguintes diâmetros: Celulose = 08-18 cm; Serraria I = 18-25 cm; Serraria II = 25-35 cm; Serraria III = >35 cm

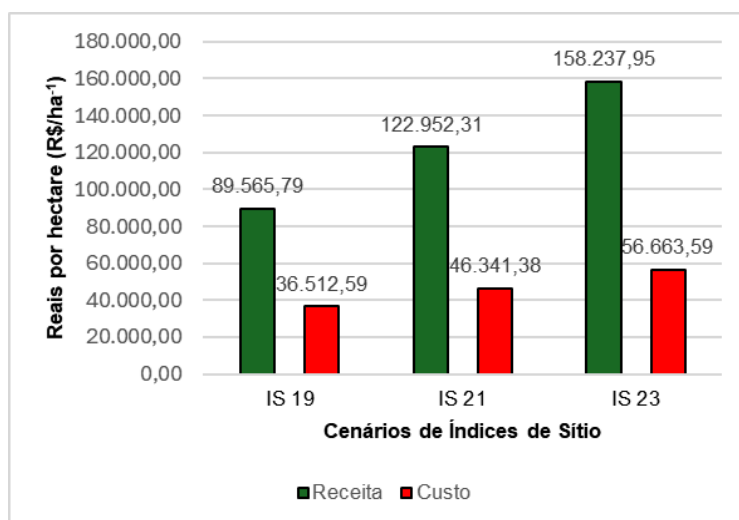
Origem	Ano	Sortimento	Produção (m³/ha)	Venda (R\$/m³)	Receita bruta (R\$/ha)	Total receita bruta (R\$/ha)
Corte final	15	Celulose	159,8	172,09	27.500,25	158.237,95
		Serraria I	269,0	281,16	75.631,09	
		Serraria II	140,1	375,85	52.657,16	
		Serraria III	5,3	462,16	2.449,46	

Fonte: elaborado pelo autor (2024) com os dados de produção simulados pelo *software* SisPinus da Embrapa.

A relação entre os custos e as receitas, para uma melhor compreensão dos dados, é ilustrada na Figura 4. Observa-se que as receitas aumentam em 70,67%, enquanto os custos crescem 55,19% ao comparar o cenário de IS 19 com o cenário

de IS 23. A figura 4 também permite uma visualização compilada dos dados.

Figura 4 – Total das receitas e custos do Regime MOD no corte raso nos três cenários de Índice de Sítio (IS 19, IS 21 e IS 23). Onde: MOD = Manejo sem desbaste e corte raso aos 15 anos. Dos seguintes diâmetros: Celulose = 08-18 cm; Serraria I = 18-25 cm; Serraria II = 25-35 cm; Serraria III = >35 cm



Fonte: elaborado pelo autor (2024).

Após estimativa de todos os custos e receitas, o próximo tópico traz os resultados da alocação destes dados em fluxos de caixas.

4.2.3 Fluxos de caixa constante após o quarto ano e indicadores de viabilidade econômica VPL e TIR

Após o levantamento de todos os custos envolvidos nos regimes de manejo adotados, bem como dos diferentes cenários de produção, foram compilados todos os custos e as receitas brutas em um fluxo de caixa. Conforme já descrito anteriormente, os fluxos de caixas apresentaram saldos negativos ao longo dos primeiros quatro anos (Tabela 2).

A Tabela 10 descreve o fluxo de caixa nos anos subsequentes em que ocorrem movimentações financeiras relacionadas à comercialização da madeira. Entre o ano 5 e o ano 14, o fluxo de caixa não é apresentado na tabela 10, pois, como não há entradas nem saídas, o fluxo de caixa é igual a zero.

No entanto, os fluxos zerados serão descritos nos cálculos dos indicadores de

viabilidade econômica, TIR e VPL. Salienta-se que, em relação às saídas, além dos custos de comercialização (D), também estão incluídos os impostos (27,65%).

Tabela 10 – Fluxos de caixa constantes do Regime M0D, após o quarto ano, no ano em que há movimentação financeira, em diferentes cenários de Índice de Sítio (IS 19, IS 21 e IS 23). Onde: M0D = manejo sem desbastes e corte raso aos 15 anos

Cenário	Ano	Descrição	Entradas (R\$/ha)	Saídas (R\$/ha)	Saldo (R\$/ha)
IS 19	15	Receitas, impostos e custos de comercialização	89.565,79	61.277,53	28.288,26
IS 21	15	Receitas, impostos e custos de comercialização	122.952,31	80.337,70	42.614,62
IS 23	15	Receitas, impostos e custos de comercialização	158.237,95	100.416,38	57.821,57

Fonte: elaborado pelo autor (2024).

A Tabela 10, acima, apresenta o fluxo de caixa com saldo positivo no 15º ano para os três cenários de Índices de Sítio analisados, onde estes dados serão discutidos no tópico 5, sendo possível uma melhor compreensão dos dados obtidos com este trabalho.

Após a estimar os fluxos de caixa, organizaram-se as entradas e saídas de cada ano, sendo que essa organização foi necessária para o cálculo dos indicadores de viabilidade econômica TIR e VPL, descritos na Tabela 11, que descontam os saldos para o presente para o devido entendimento da viabilidade econômica do projeto. É importante destacar que, em cada ano, incluiu-se o Custo de Oportunidade da Terra (COT) de R\$838,96 ha⁻¹.

De acordo com os resultados apresentados na Tabela 11, a Taxa Interna de Retorno (TIR) revelou os seguintes valores: 2,06% a.a. no cenário IS 19, 5,89% a.a. no cenário IS 21 e 8,68% a.a. no cenário IS 23.

Em relação ao Valor Presente Líquido (VPL), o cenário A apresentou um saldo negativo de -R\$3.593,31 ha⁻¹. Por outro lado, os cenários B e C apresentaram VPL positivos, com valores de R\$4.361,61 ha⁻¹ e R\$12.805,49 ha⁻¹, respectivamente.

Após resultados detalhados do regime de manejo florestal “M0D”, o próximo tópico exhibe os resultados do regime de manejo florestal “M1D”, onde todos os resultados obtidos são tabulados de maneira a facilitar a compreensão dos dados obtidos com a pesquisa.

Tabela 11 – Valor Presente Líquido (VPL) e Taxa Interna de Retorno (TIR) do horizonte de planejamento do Regime M0D (15 anos), descontados a uma taxa de 4% a.a. em diferentes cenários de Índice de Sítio (IS 19, IS 21 e IS 23). Onde: M0D = manejo sem desbaste e corte raso aos 15 anos

Ano	IS 19 (R\$/ha)	IS 21 (R\$/ha)	IS 23 (R\$/ha)
0	(7.286,77)	(7.286,77)	(7.286,77)
1	(1.578,96)	(1.578,96)	(1.578,96)
2	(1.578,96)	(1.578,96)	(1.578,96)
3	(1.578,96)	(1.578,96)	(1.578,96)
4	(1.578,96)	(1.578,96)	(1.578,96)
5	(838,96)	(838,96)	(838,96)
6	(838,96)	(838,96)	(838,96)
7	(838,96)	(838,96)	(838,96)
8	(838,96)	(838,96)	(838,96)
9	(838,96)	(838,96)	(838,96)
10	(838,96)	(838,96)	(838,96)
11	(838,96)	(838,96)	(838,96)
12	(838,96)	(838,96)	(838,96)
13	(838,96)	(838,96)	(838,96)
14	(838,96)	(838,96)	(838,96)
15	27.449,30	41.775,66	56.982,61
VPL (R\$)	(3.593,31)	4.361,61	12.805,49
TIR (%)	2,06%	5,89%	8,68%

Fonte: elaborado pelo autor (2024).

Ao final da apresentação dos resultados dos três regimes de manejo, realizou-se uma discussão dos resultados obtidos.

4.3 Regime de manejo florestal “M1D”: 1º desbaste aos 7 anos e corte raso aos 15 anos

A seguir serão apresentados os resultados obtidos com a pesquisa para os três cenários de produção com base nos diferentes Índices de Sítio (IS - 19, 21 e 23), considerando o regime de manejo florestal “M1D” (1º desbaste aos 7 anos e corte raso aos 15 anos).

Desta-se, novamente, de que todos os cálculos foram realizados utilizando todas as casas decimais disponíveis em planilha eletrônica, todavia, as tabelas

apresentam somente duas casas após a vírgula, neste sentido, cálculos realizados manualmente podem apresentar pequenas diferenças.

4.3.1 Simulação de estimativa de produtividade.

Por meio do *software* SisPinus, foram geradas as estimativas de produção para o regime “M1D” nos três cenários analisados. No primeiro desbaste, praticamente toda a produção será vendida para a indústria de celulose. No corte raso, a produção se dá principalmente para o sortimento de serraria, mas ainda com uma produção, ainda que em menor quantidade, para a indústria de celulose.

Todos os dados da estimativa de produção para o Regime M1D são detalhados na Tabela 12. Estima-se um Incremento Médio Anual (IMC) de 19,4 m³ no cenário IS 19, de 25,1 m³ no cenário IS 21, e de 31,6 no cenário IS 23.

Tabela 12 – Volume comercial em metro cúbico por hectare (m³/ha) da produção estimada dos diferentes sortimentos de *Pinus taeda*, para o Regime M1D nos três cenários de Índice de Sítio (IS - 19, 21 e 23). Onde: M1D = manejo com o 1º desbaste aos 7 anos e corte raso aos 15 anos. Dos seguintes diâmetros: Celulose = mínimo 08 cm; Serraria I = mínimo 18 cm; Serraria II = mínimo 25 cm; Serraria III = mínimo 35 cm

"M1D"		IS 19		IS 21		IS 23	
Origem	Sortimento	Produção	Subtotal	Produção	Subtotal	Produção	Subtotal
1º desbaste	Celulose	26,4		37,8		49,5	
	Serraria I	0,0	26,4	0,2	38,0	1,7	51,2
	Serraria II	0,0		0,0		0,0	
	Serraria III	0,0		0,0		0,0	
Corte raso	Celulose	70,5		75,8		75,9	
	Serraria I	141,2	264,0	141,3	338,8	157,7	422,3
	Serraria II	52,0		117,4		162,5	
	Serraria III	0,3		4,3		26,2	
Total		290,4		376,8		473,5	

Fonte: elaborado pelo autor (2024) com dados obtidos da simulação de produção através do software SisPinus da Embrapa.

Após estimativa da produção, o próximo tópico descreve os custos e receitas para os três cenários da produção com base nas estimativas de produção, e de seus respectivos sortimentos de madeira, celulose ou serraria.

4.3.2 Estimativa dos custos de comercialização e das Receitas Brutas

Para o Regime M1D, foram estimados os custos de comercialização (D), incluindo colheita e transporte, conforme apresentado na Tabela 13.

Tabela 13 – Estimativa dos custos de comercialização (D) envolvendo colheita e transporte para o Regime M1D no 1º desbaste e no corte raso em diferentes cenários de Índice de Sítio (IS 19, IS 21 e IS 23). Onde: M1D = manejo com o 1º desbaste aos 7 anos e corte raso aos 15 anos

Cenário	Origem	Descrição	Ano	Unidades (m³/ha)	Custo (R\$/m³)	Custo (R\$/ha)	Custo total (R\$/ha)
D- Comercialização							
IS 19	1º desbaste	Colheita	7	26,4	74,35	1.962,91	2.992,82
		Transporte			39,01	1.029,91	
	Corte raso	Colheita	15	264,0	59,67	15.753,15	26.052,22
		Transporte			39,01	10.299,07	
IS 21	1º desbaste	Colheita	7	38,0	74,35	2.825,41	4.307,85
		Transporte			39,01	1.482,44	
	Corte raso	Colheita	15	338,8	59,67	20.216,54	33.433,69
		Transporte			39,01	13.217,14	
IS 23	1º desbaste	Colheita	7	51,2	74,35	3.806,86	5.804,26
		Transporte			39,01	1.997,40	
	Corte raso	Colheita	15	422,3	59,67	25.199,08	41.673,69
		Transporte			39,01	16.474,62	

Fonte: elaborado pelo autor (2024) com os dados de produção simulados pelo *software* SisPinus da Embrapa.

Para a avaliação econômica proposta, além dos custos, foram estimadas as Receitas Brutas, levando em consideração os valores gerados pela venda dos sortimentos analisados em cada cenário de produção.

A Tabela 14 evidencia que, no cenário com Índice de Sítio (IS 19), no 1º desbaste, como não há produção dos sortimentos de serraria, toda a produção é destinada à indústria de celulose.

No entanto, no corte raso, embora a receita proveniente da venda para a indústria de celulose continue significativa, observa-se um aumento na receita gerada pelo sortimento de serraria I. Por outro lado, o sortimento de serraria III não é significativo, o que impacta diretamente a composição da receita no cenário e pode

vir a influenciar a viabilidade econômica do investimento.

Tabela 14 – Estimativa de receita bruta gerada no 1º desbaste e no corte raso pela venda dos sortimentos do Regime M1D, Índice de Sítio (IS 19). Onde: M1D = manejo com o 1º desbaste aos 7 anos e corte raso aos 15 anos. Dos seguintes diâmetros: Celulose = 08-18 cm; Serraria I = 18-25 cm; Serraria II = 25-35 cm; Serraria III = >35 cm

Origem	Ano	Sortimento	Produção (m³/ha)	Venda (R\$/m³)	Receita bruta (R\$/ha)	Total receita bruta (R\$/ha)
1º desbaste	7	Celulose	26,4	172,09	4.543,22	4.543,22
		Serraria I	0,2	281,16	56,23	
Corte raso	15	Celulose	70,5	172,09	12.132,46	71.514,82
		Serraria I	141,2	281,16	39.699,29	
		Serraria II	52,0	375,85	19.544,41	
		Serraria III	0,3	462,16	138,65	

Fonte: elaborado pelo autor (2024) com os dados de produção simulados pelo *software* SisPinus da Embrapa.

Na Tabela 15, referente ao IS 21, observa-se que a receita do 1º desbaste é praticamente 100% originada do sortimento de celulose. No corte raso, a estimativa de receita para os sortimentos de serraria I e II é semelhante, enquanto o sortimento de serraria III, apesar de apresentar uma produção baixa, já gera uma receita significativamente superior à observada no cenário IS 19, representando cerca de 2%.

Tabela 15 – Estimativa de receita bruta gerada no 1º desbaste e no corte raso pela venda dos sortimentos do Regime M1D, Índice de Sítio (IS 21). Onde: M1D = manejo com o 1º desbaste aos 7 anos e corte raso aos 15 anos. Dos seguintes diâmetros: Celulose = 08-18 cm; Serraria I = 18-25 cm; Serraria II = 25-35 cm; Serraria III = >35 cm

Origem	Ano	Sortimento	Produção (m³/ha)	Venda (R\$/m³)	Receita bruta (R\$/ha)	Total receita bruta (R\$/ha)
1º desbaste	7	Celulose	37,8	172,09	6.505,07	6.561,30
		Serraria I	0,2	281,16	56,23	
Corte raso	15	Celulose	75,8	172,09	13.044,55	98.884,52
		Serraria I	141,3	281,16	39.727,41	
		Serraria II	117,4	375,85	44.125,27	
		Serraria III	4,3	462,16	1.987,30	

Fonte: elaborado pelo autor (2024) com os dados de produção simulados pelo *software* SisPinus da Embrapa.

Na Tabela 16, referente ao cenário IS 23, a receita continua sendo gerada de maneira significativa no 1º desbaste principalmente pela venda à indústria de celulose. No corte raso, a receita proveniente do sortimento de celulose é menor, sendo que o sortimento de serraria II apresenta a maior participação, representando cerca de 46,77% em relação ao total.

Um ponto de destaque é o sortimento de serraria III, que, apesar de uma produção, gera um montante significativo em comparação aos cenários IS 19 e 23, quase igualando a receita gerada pelo sortimento de celulose, demonstrando o impacto deste sortimento pelo alto preço de venda.

Tabela 16 – Estimativa de receita bruta gerada no 1º desbaste e no corte raso pela venda dos sortimentos do Regime M1D, Índice de Sítio (IS 23). Onde: M1D = manejo com o 1º desbaste aos 7 anos e corte raso aos 15 anos. Dos seguintes diâmetros: Celulose = 08-18 cm; Serraria I = 18-25 cm; Serraria II = 25-35 cm; Serraria III = >35 cm

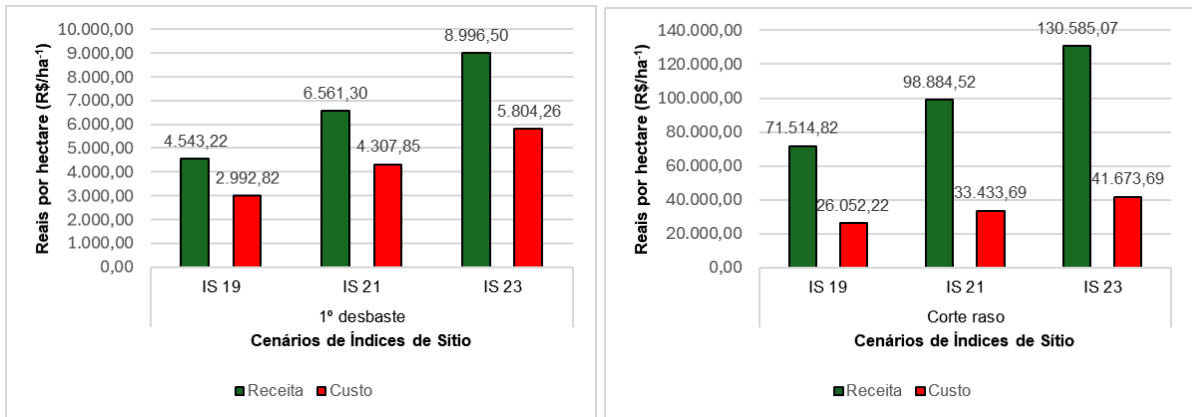
Origem	Ano	Sortimento	Produção (m³/ha)	Venda (R\$/m³)	Receita bruta (R\$/ha)	Total receita bruta (R\$/ha)
1º desbaste	7	Celulose	49,5	172,09	8.518,54	8.996,50
		Serraria I	1,7	281,16	477,97	
Corte raso	15	Celulose	75,9	172,09	13.061,76	130.585,07
		Serraria I	157,7	281,16	44.338,38	
		Serraria II	162,5	375,85	61.076,29	
		Serraria III	26,2	462,16	12.108,65	

Fonte: elaborado pelo autor (2024) com dados de produção simulados pelo software SisPinus da Embrapa.

Para uma melhor compreensão dos dados de custos e receitas que serão utilizados na construção dos fluxos de caixa em moeda constante, a Figura 5, ilustra, de forma clara e objetiva, os resultados gerados no Regime M1D, sob a perspectiva dos sortimentos e do ano de ocorrência (1º desbaste aos 7 anos e corte raso aos 15 anos). Os impostos não foram considerados nos custos de comercialização, conforme descrito na metodologia, eles foram incluídos como saídas apenas no fluxo de caixa.

Observa-se, visualmente, o aumento progressivo das receitas e custos em ambas as origens; no entanto, no corte raso, o incremento das receitas (82,60%) é visivelmente superior ao aumento dos custos (59,96%).

Figura 5 – Total das receitas e custos do Regime M1D no 1º desbaste e no corte raso nos três cenários de Índice de Sítio (IS 19, IS 21 e IS 23). Onde: M1D = Manejo com o 1º desbaste aos 7 anos e corte raso aos 15 anos. Dos seguintes diâmetros: Celulose = 08-18 cm; Serraria I = 18-25 cm; Serraria II = 25-35 cm; Serraria III = >35 cm



Fonte: elaborado pelo autor (2024).

Após levantar todos os custos e receitas brutas, realizou-se a compilação das informações para realização do fluxo de caixa após o quarto ano, além dos indicadores de viabilidade econômica, onde são descritos no próximo tópico.

4.3.3 Fluxos de caixa constante após o quarto ano e dos indicadores de viabilidade econômica

Ao analisar o fluxo de caixa do regime de manejo M1D, observa-se que o saldo é positivo tanto no 1º desbaste quanto no corte raso, nos três cenários de produção que consideram os Índices de Sítio 19, 21 e 23, onde os resultados são compilados e descritos na tabela 17.

Ressalta-se que para uma análise econômica seja adequadamente realizada, é necessário considerar o valor do dinheiro no tempo. Embora nesta pesquisa tenha sido desconsiderada a inflação, é fundamental trazer os saldos gerados para o presente (ano 0), a fim de possibilitar a análise adequada, conforme serão descritos os resultados na tabela 18.

Após projetar os fluxos de caixa dos três cenários, descritos na tabela 17, foram compilados os dados do saldo de caixa de cada ano, incluindo como custo (saída) o montante de R\$838,96 a.a., referente ao Custo de Oportunidade da Terra (COT).

Dessa forma, foi possível calcular os indicadores de viabilidade econômica, especificamente o Valor Presente Líquido (VPL) e a Taxa Interna de Retorno (TIR). Os dados detalhados estão apresentados na Tabela 18.

Tabela 17 – Fluxos de caixa constantes do Regime M1D, após o quarto ano, nos anos em que há movimentações financeiras, em diferentes cenários de Índice de Sítio (IS - 19, IS 21 e IS 23). Onde: M1D = manejo com o 1º desbaste aos 7 anos e corte raso aos 15 anos.

Cenário	Ano	Descrição	Entradas (R\$/ha)	Saídas (R\$/ha)	Saldo (R\$/ha)
IS 19	7	Receitas, impostos e custos de comercialização	4.543,22	4.249,02	294,20
	15	Receitas, impostos e custos de comercialização	71.514,82	45.826,07	25.688,75
IS 21	7	Receitas, impostos e custos de comercialização	6.561,30	6.122,05	439,25
	15	Receitas, impostos e custos de comercialização	98.884,52	60.775,26	38.109,26
IS 23	7	Receitas, impostos e custos de comercialização	8.996,50	8.291,79	704,71
	15	Receitas, impostos e custos de comercialização	130.585,07	77.780,46	52.804,61

Fonte: elaborado pelo autor (2024).

A tabela 18 apresenta os indicadores de viabilidade econômica para os três cenários analisados. No cenário IS 19, o Valor Presente Líquido (VPL) é negativo, com um saldo de -R\$4.813,16 ha⁻¹. Nos cenários 21 e 23, o Valor Presente Líquido (VPL) é positivo, alcançando R\$2.193,74 ha⁻¹ e R\$10.555,27 ha⁻¹, respectivamente.

Em relação à Taxa Interna de Retorno (TIR), no cenário Índice de Sítio (IS) 19, o valor é inferior à Taxa Mínima de Atratividade (TMA) de 4% ao ano, sendo de 1,26% a.a. Nos cenários IS 21 e 23, a Taxa Interna de Retorno (TIR) é superior à Taxa Mínima de Atratividade (TMA), com valores de 5,01% a.a. no cenário e 8,08% a.a, respectivamente (Tabela 18)

Após detalhamento de todos os resultados obtidos com a pesquisa para o regime de manejo M1D, o próximo tópico descreve os resultados do regime M2D, aquele em que diferente do M0D, ocorre um 1º desbaste aos 7 anos e o corte raso também é aos 15 anos.

Esses resultados foram cuidadosamente analisados, levando em consideração as variáveis que impactam diretamente as condições de manejo e

desempenho ao longo do horizonte de planejamento.

Tabela 18 – Valor Presente Líquido (VPL) e Taxa Interna de Retorno (TIR) do horizonte de planejamento do Regime M1D (15 anos), descontados a uma taxa de 4% a.a. em diferentes cenários de Índice de Sítio (IS - 19, 21 e 23). Onde: M1D = manejo com o 1º desbaste aos 7 anos e corte raso aos 15 anos

Ano	IS 19 (R\$/ha)	IS 21 (R\$/ha)	IS 23 (R\$/ha)
0	(7.286,77)	(7.286,77)	(7.286,77)
1	(1.578,96)	(1.578,96)	(1.578,96)
2	(1.578,96)	(1.578,96)	(1.578,96)
3	(1.578,96)	(1.578,96)	(1.578,96)
4	(1.578,96)	(1.578,96)	(1.578,96)
5	(838,96)	(838,96)	(838,96)
6	(838,96)	(838,96)	(838,96)
7	(544,76)	(399,71)	(134,25)
8	(838,96)	(838,96)	(838,96)
9	(838,96)	(838,96)	(838,96)
10	(838,96)	(838,96)	(838,96)
11	(838,96)	(838,96)	(838,96)
12	(838,96)	(838,96)	(838,96)
13	(838,96)	(838,96)	(838,96)
14	(838,96)	(838,96)	(838,96)
15	24.849,79	37.270,30	51.965,65
VPL (R\$)	(4.813,16)	2.193,74	10.555,27
TIR (%)	1,26%	5,01%	8,08%

Fonte: elaborado pelo autor (2024).

A seguir, apresenta-se as principais observações e conclusões extraídas dos dados referentes ao regime M2D.

4.4 Regime de manejo florestal “M2D”: 1º desbaste aos 7 anos, 2º desbaste aos 12 anos e corte raso aos 20 anos

A seguir serão apresentados os resultados obtidos com a pesquisa para os três cenários de produção com base nos diferentes Índices de Sítio (IS 19; 21 e 23), considerando o regime de manejo florestal “M2D” (1º desbaste aos 7 anos, 2º desbaste aos 12 anos e corte raso aos 20 anos).

Desta-se que todos os cálculos foram realizados utilizando todas as casas

decimais disponíveis em planilha eletrônica, todavia, as tabelas apresentam somente duas casas após a vírgula, neste sentido, cálculos realizados manualmente podem apresentar pequenas diferenças.

4.4.1 Simulação de estimativa de produtividade.

Por meio do *software* SisPinus da Embrapa Florestas, foram geradas as estimativas de produção de madeira para o regime “M2D” nos três cenários de Índice de Sítio analisados (IS 19, 21 e 23), com base em seus respectivos sortimentos, que foram segmentados em celulose e três categorias de serraria.

Tabela 19 – Volume comercial em metro cúbico por hectare (m³/ha) da produção estimada dos diferentes sortimentos de *Pinus taeda*, para o Regime de manejo M2D nos três cenários de Índice de Sítio (IS - 19, 21 e 23). Onde: M1D = manejo com o 1º desbaste aos 7 anos, 2º desbaste aos 12 anos e corte raso aos 20 anos. Dos seguintes diâmetros: Celulose = mínimo 08 cm; Serraria I = mínimo 18 cm; Serraria II = mínimo 25 cm; Serraria III = mínimo 35 cm

"M2D"		IS 19		IS 21		IS 23	
Origem	Sortimento	Produção	Subtotal	Produção	Subtotal	Produção	Subtotal
1º desbaste	Celulose	26,4		37,8		49,5	
	Serraria I	0,0	26,4	0,2	38,0	1,7	51,2
	Serraria II	0,0		0,0		0,0	
	Serraria III	0,0		0,0		0,0	
2º desbaste	Celulose	45,0		40,0		44,3	
	Serraria I	26,1	71,2	50,6	93,5	65,0	117,4
	Serraria II	0,1		2,9		8,1	
	Serraria III	0,0		0,0		0,0	
Corte raso	Celulose	33,8		31,5		29,7	
	Serraria I	75,3	269,2	64,0	338,3	67,7	414,3
	Serraria II	121,5		155,7		181,3	
	Serraria III	38,6		87,1		135,6	
Total		366,8		469,8		582,9	

Fonte: elaborado pelo autor (2024) com dados obtidos da simulação de produção através do software SisPinus da Embrapa.

Com base na tabela 19, é possível indicar que no 1º desbaste, em ambos os três cenários de Índice de Sítio (IS), a produção é quase como um todo do

sortimento de celulose, sendo exatamente os mesmos dados referente ao 1º desbaste do regime de manejo florestal M1D.

No 2º desbaste, a produção do sortimento de serraria I ultrapassou a produção do sortimento de celulose no cenário de IS 21 e 23. No corte raso, a produção de para celulose é menor, enquanto a produção para os sortimentos de serraria são maiores, com destaque para o sortimento de serraria III, que é inexistente no 1º e 2º desbaste e representa, por exemplo, 32,73% no IS 23 em relação ao total. Ao analisar a produção total, o cenário de IS 19 apresentou 366,8 m³, o cenário IS 21 de 469,8 m³, e o cenário IS 23 de 582,9 m³. Desta forma, estima-se um Incremento Médio Anual de 18,3 m³ no cenário A, de 23,5 m³ no cenário B, e de 29,1 m³ no cenário C.

Após estimar a produção do regime de manejo M2D, sob a perspectiva de diferentes cenários de Índice de Sítio, estimou-se os custos e receitas, conforme é apresentado no próximo tópico.

4.4.2 Estimativa dos custos de comercialização e das Receitas Brutas

Ressalta-se que os custos com colheita e transporte foram considerados devido à comercialização diretamente no ponto de entrega para a indústria, onde, conforme já explanado, o dono da floresta é responsável pelo corte e transporte da madeira.

Nesse contexto, como pode ser observado na Tabela 20, esses custos estão intimamente relacionados à produção. Destaca-se que a produção é mais elevada no corte raso do que nos momentos de 1º e 2º desbaste, o que implica em custos mais altos nesse estágio. No entanto, mesmo com a produção reduzida no 1º desbaste, os custos continuam elevados, o que pode indicar, de maneira precoce, um desafio para a viabilidade econômica.

Em se tratando de receitas, ao analisar a Tabela 21, observa-se que, no cenário de IS 19, no 1º desbaste, a estimativa de receita bruta é gerada exclusivamente pelo sortimento de celulose. Já no 2º desbaste, apesar da produção de celulose ser quase metade da produção do primeiro desbaste, o sortimento de serraria I gera uma receita muito próxima ao montante obtido pelo sortimento de celulose. Em contrapartida, a receita gerada pelo sortimento de serraria III é insignificante, devido à produção quase nula nas estimativas de produção de

madeira. No corte raso, as receitas geradas pelo sortimento de celulose são menores, enquanto a produção proveniente do sortimento de serraria III é maior, e chega a representar cerca de 19,71% do total de receitas no corte raso no cenário.

Tabela 20 – Estimativa dos custos de comercialização (D) envolvendo colheita e transporte para o Regime M2D no 1º desbaste, 2º desbaste e no corte raso em diferentes cenários de Índice de Sítio (IS 19, IS 21 e IS 23). Onde: M1D = manejo com o 1º desbaste aos 7 anos, 2º desbaste aos 12 anos e corte raso aos 15 anos

Cenário	Origem	Descrição	Ano	Unidades (m³/ha)	Custo (R\$/m³)	Custo (R\$/ha)	Custo total (R\$/ha)
D- Comercialização							
IS 19	1º desbaste	Colheita	7	26,4	74,35	1.962,91	2.992,82
		Transporte			39,01	1.029,91	
	2º desbaste	Colheita	12	71,2	68,48	4.875,78	7.653,41
Transporte		39,01			2.777,63		
IS 21	1º desbaste	Colheita	7	38,0	74,35	2.825,41	4.307,85
		Transporte			39,01	1.482,44	
	2º desbaste	Colheita	12	93,5	68,48	6.402,89	10.050,48
Transporte		39,01			3.647,59		
IS 23	1º desbaste	Colheita	7	51,2	74,35	3.806,86	5.804,26
		Transporte			39,01	1.997,40	
	2º desbaste	Colheita	12	117,4	68,48	8.039,56	12.619,53
Transporte		39,01			4.579,97		
IS 23	Corte raso	Colheita	20	414,3	59,67	24.721,71	40.884,23
		Transporte			39,01	16.162,52	

Fonte: elaborado pelo autor (2024) com os dados de produção simulados pelo *software* SisPinus da Embrapa.

Ressalta-se, que para as estimativas de receitas brutas, os preços de venda por metro cúbico, foram multiplicados pela produção total de cada sortimento em cada ano de ocorrência – 1º desbaste aos 7 anos, 2º desbaste aos 12 anos e corte raso ao 15 anos. Com os resultados, permite-se obter os dados necessários para que se possa realizar a construção da análise de viabilidade econômica proposta por este trabalho.

Tabela 21 – Estimativa de receita bruta gerada no 1º desbaste, 2º desbaste e no corte raso pela venda dos sortimentos do Regime M2D, Índice de Sítio (IS 19). Onde: M2D = manejo com o 1º desbaste aos 7 anos, 2º desbaste aos 12 anos e corte raso aos 20 anos. Dos seguintes diâmetros: Celulose = 08-18 cm; Serraria I = 18-25 cm; Serraria II = 25-35 cm; Serraria III = >35 cm

Origem	Ano	Sortimento	Produção (m³/ha)	Venda (R\$/m³)	Receita bruta (R\$/ha)	Total receita bruta (R\$/ha)
1º desbaste	7	Celulose	26,4	172,09	4.543,22	4.543,22
2º desbaste	12	Celulose	45,0	172,09	7.744,13	15.119,89
		Serraria I	26,1	281,16	7.338,18	
		Serraria II	0,1	375,85	37,59	
Corte raso	20	Celulose	33,8	172,09	5.816,70	90.493,51
		Serraria I	75,3	281,16	21.171,08	
		Serraria II	121,5	375,85	45.666,27	
		Serraria III	38,6	462,16	17.839,46	

Fonte: elaborado pelo autor (2024) com os dados de produção simulados pelo *software* SisPinus da Embrapa.

Na Tabela 22, no cenário IS 21, observa-se que a receita bruta permanece quase que integralmente proveniente da venda do sortimento de celulose no 1º desbaste, devido à sua produção maior. Entretanto, diferente do cenário de IS 19, há receita gerada pelo sortimento de serraria I.

No 2º desbaste, o sortimento de serraria I gera um montante consideravelmente maior do que o sortimento de celulose, em razão de sua produção superior. Por outro lado, o sortimento de serraria II não apresenta resultados expressivos.

Em relação ao corte raso, destaca-se o sortimento de serraria III, que apresenta uma produção maior do que os sortimentos de serraria I e celulose, gerando uma receita significativamente superior à soma desses dois, representando um terço da receita total, cerca de 32,94%.

Embora a receita proveniente do sortimento de serraria III seja expressiva, ela não ultrapassa a gerada pelo sortimento de serraria II, que, devido à sua maior produção e ao preço de venda também vantajoso, resulta em uma receita superior, representando 47,89% do total. Os resultados obtidos em relação ao Índice Sítio 21, são descritos na tabela 22.

Tabela 22 – Estimativa de receita bruta gerada no 1º desbaste, 2º desbaste e no corte raso pela venda dos sortimentos do Regime M2D, Índice de Sítio (IS 21). Onde: M2D = manejo com o 1º desbaste aos 7 anos, 2º desbaste aos 12 anos e corte raso aos 20 anos. Dos seguintes diâmetros: Celulose = 08-18 cm; Serraria I = 18-25 cm; Serraria II = 25-35 cm; Serraria III = >35 cm

Origem	Ano	Sortimento	Produção (m³/ha)	Venda (R\$/m³)	Receita bruta (R\$/ha)	Total receita bruta (R\$/ha)
1º desbaste	7	Celulose	37,8	172,09	6.505,07	6.561,30
		Serraria I	0,2	281,16	56,23	
2º desbaste	12	Celulose	40,0	172,09	6.883,67	22.200,16
		Serraria I	50,6	281,16	14.226,52	
		Serraria II	2,9	375,85	1.089,98	
Corte raso	20	Celulose	31,5	172,09	5.420,89	122.189,70
		Serraria I	64,0	281,16	17.994,01	
		Serraria II	155,7	375,85	58.520,48	
		Serraria III	87,1	462,16	40.254,32	

Fonte: elaborado pelo autor (2024) com os dados de produção simulados pelo *software* SisPinus da Embrapa.

Os resultados obtidos para o Índice de Sítio 23, são descritos na tabela 23.

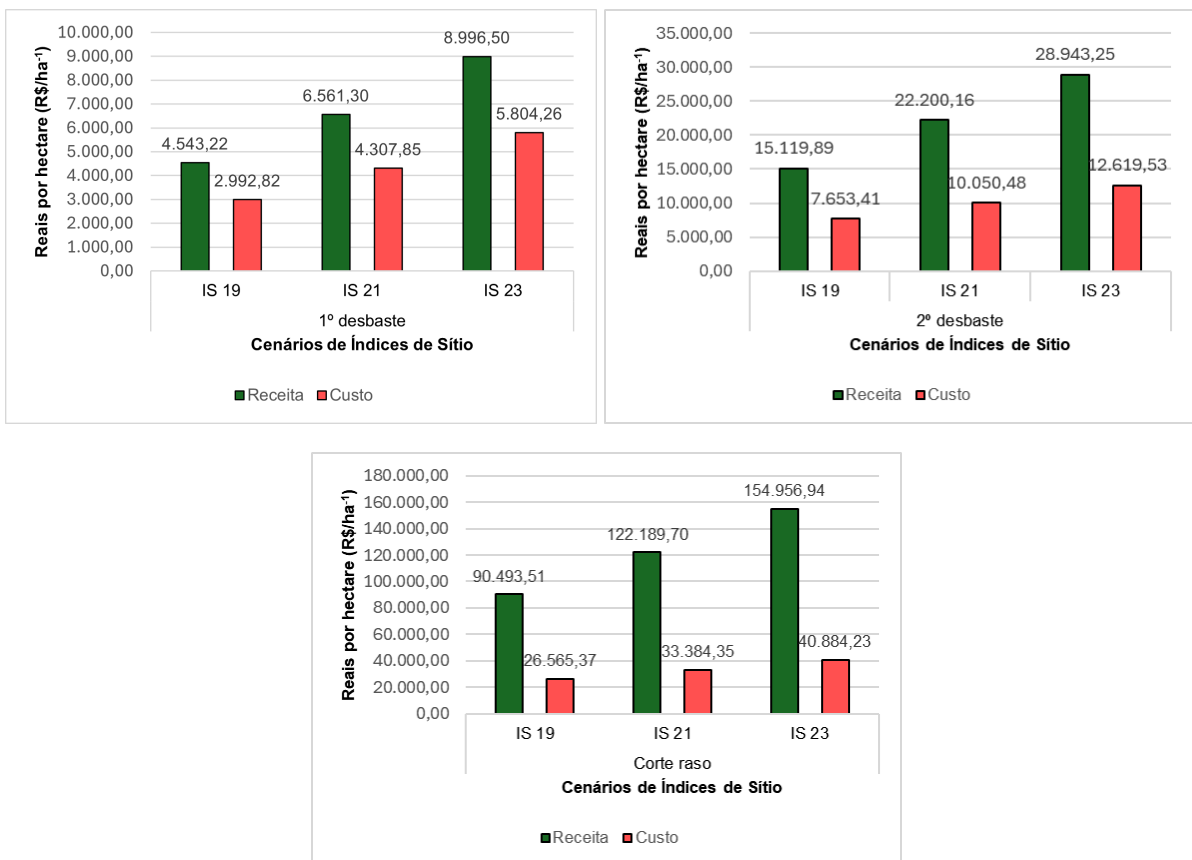
Tabela 23 – Estimativa de receita bruta gerada no 1º desbaste, 2º desbaste e no corte raso pela venda dos sortimentos do Regime M2D, Índice de Sítio (IS 23). Onde: M2D = manejo com o 1º desbaste aos 7 anos, 2º desbaste aos 12 anos e corte raso aos 20 anos. Dos seguintes diâmetros: Celulose = 08-18 cm; Serraria I = 18-25 cm; Serraria II = 25-35 cm; Serraria III = >35 cm

Origem	Ano	Sortimento	Produção (m³/ha)	Venda (R\$/m³)	Receita bruta (R\$/ha)	Total receita bruta (R\$/ha)
1º desbaste	7	Celulose	49,5	172,09	8.518,54	8.996,50
		Serraria I	1,7	281,16	477,97	
2º desbaste	12	Celulose	44,3	172,09	7.623,66	28.943,25
		Serraria I	65,0	281,16	18.275,17	
		Serraria II	8,1	375,85	3.044,42	
Corte raso	20	Celulose	29,7	172,09	5.111,12	154.956,94
		Serraria I	67,7	281,16	19.034,29	
		Serraria II	181,3	375,85	68.142,34	
		Serraria III	135,6	462,16	62.669,18	

Fonte: elaborado pelo autor (2024) com os dados de produção do *software* SisPinus da Embrapa.

No cenário de IS 23, conforme a Tabela 23, diferentemente dos cenários de IS 19 e IS 21, no 1º desbaste, o sortimento de serraria I gera um montante, embora em quantia muito pequena. Contudo, o sortimento de celulose permanece como o principal gerador de receita bruta. No 2º desbaste, assim como nos cenários IS 19 e 21, não há receitas provenientes do sortimento de serraria III, sendo o sortimento de serraria I o principal gerador de receita. No corte raso, a receita proveniente do sortimento de celulose é baixa (0,33%), destacando-se o sortimento de serraria III (40%), cuja receita quase se iguala à gerada pelo sortimento de serraria II, mesmo com uma produção inferior. Para uma melhor compreensão (ver Figura 6).

Figura 6 – Total das receitas e custos do Regime M2D no 1º desbaste, 2º desbaste e no corte raso nos três cenários de Índice de Sítio (IS - 19, 21 e 23). Onde: M2D = Manejo com o 1º desbaste aos 7 anos, 2º desbaste aos 12 anos e corte raso aos 20 anos. Dos seguintes diâmetros: Celulose = 08-18 cm; Serraria I = 18-25 cm; Serraria II = 25-35 cm; Serraria III = >35 cm



Fonte: elaborado pelo autor (2024).

A evolução dos custos e receitas ao longo dos diferentes anos (1º desbaste =

ano 7; 2º desbaste = ano 12; corte raso = ano 20), são ilustrados na figura 6 demonstrando o aumento progressivo das receitas à medida que se transita do cenário de IS 19 para o cenário IS 23. No Regime M2D, observa-se um padrão semelhante ao identificado nos regimes M0D e M0D: o crescimento das receitas supera o aumento dos custos.

Após os resultados de custos e das receitas brutas, o próximo tópico descreve os resultados alocados em fluxos de caixa, e os indicadores de viabilidade econômica do regime M2D.

4.4.3. Fluxos de caixa constante após o quarto ano e dos indicadores de viabilidade econômica

O fluxo de caixa nos anos em que há movimentações financeiras no regime M2D é descrito na tabela 24.

Tabela 24 – Fluxos de caixa constantes do Regime M2D, após o quarto ano, nos anos em que há movimentações financeiras, em diferentes cenários de Índice de Sítio (IS - 19, 21 e 23). Onde: M2D = manejo com o 1º desbaste aos 7 anos, 2º desbaste aos 12 anos e corte raso aos 20 anos

Cenário	Ano	Descrição	Entradas (R\$/ha)	Saídas (R\$/ha)	Saldo (R\$/ha)
IS 19	7	Receitas, impostos e custos de comercialização	4.543,22	4.249,02	294,20
	12	Receitas, impostos e custos de comercialização	15.119,89	11.834,06	3.285,83
	20	Receitas, impostos e custos de comercialização	90.493,51	51.586,83	38.906,68
IS 21	7	Receitas, impostos e custos de comercialização	6.561,30	6.122,05	439,25
	12	Receitas, impostos e custos de comercialização	22.200,16	16.188,82	6.011,34
	20	Receitas, impostos e custos de comercialização	122.189,70	67.169,80	55.019,90
IS 23	7	Receitas, impostos e custos de comercialização	8.996,50	8.291,79	704,71
	12	Receitas, impostos e custos de comercialização	28.943,25	20.622,34	8.320,91
	20	Receitas, impostos e custos de comercialização	154.956,94	83.729,82	71.227,12

Fonte: elaborado pelo autor (2024).

É importante ressaltar que o M2D, conforme denominado pelo autor, refere-se àquele em que há dois desbastes: um aos 7 anos de idade e outro aos 12 anos, com o corte raso aos 20 anos.

O fluxo de caixa entre os anos 0 e 4 foi apresentado no tópico 4.1, na Tabela 02. A Tabela 24, por sua vez, apresenta os fluxos de caixa nos períodos em que há movimentações financeiras, ou seja, geração de receita. Os anos em que não há movimentações não são mostrados na Tabela 24, mas aparecem na Tabela 25 para o cálculo dos indicadores de viabilidade econômica, TIR e VPL.

Tabela 25 – Valor Presente Líquido (VPL) e Taxa Interna de Retorno (TIR) do horizonte de planejamento do Regime M2D (20 anos), descontados a uma taxa de 4% a.a. em diferentes cenários de Índice de Sítio (IS 19, IS 21 e IS 23). Onde: M2D = manejo com o 1º desbaste aos 7 anos, 2º desbaste aos 12 anos e corte raso aos 20 anos

Ano	IS 19 (R\$/ha)	IS 21 (R\$/ha)	IS 23 (R\$/ha)
0	(7.286,77)	(7.286,77)	(7.286,77)
1	(1.578,96)	(1.578,96)	(1.578,96)
2	(1.578,96)	(1.578,96)	(1.578,96)
3	(1.578,96)	(1.578,96)	(1.578,96)
4	(1.578,96)	(1.578,96)	(1.578,96)
5	(838,96)	(838,96)	(838,96)
6	(838,96)	(838,96)	(838,96)
7	(544,76)	(399,71)	(134,25)
8	(838,96)	(838,96)	(838,96)
9	(838,96)	(838,96)	(838,96)
10	(838,96)	(838,96)	(838,96)
11	(838,96)	(838,96)	(838,96)
12	2.446,87	5.172,38	7.481,95
13	(838,96)	(838,96)	(838,96)
14	(838,96)	(838,96)	(838,96)
15	(838,96)	(838,96)	(838,96)
16	(838,96)	(838,96)	(838,96)
17	(838,96)	(838,96)	(838,96)
18	(838,96)	(838,96)	(838,96)
19	(838,96)	(838,96)	(838,96)
20	38.067,72	54.180,94	70.388,16
VPL (R\$)	(1.342,25)	7.824,19	16.865,23
TIR (%)	3,51%	6,36%	8,42%

Fonte: elaborado pelo autor (2024).

Ao observar a Tabela 24, verifica-se que o saldo líquido, após descontar os custos (conforme Tabela 20) e os impostos sobre a receita bruta, de 27,65%, é positivo em todos os cenários e nas três origens (1º desbaste, 2º desbaste e corte raso).

Ressalta-se que, em cada ano, inclusive o ano de 0, foi incluído o Custo de Oportunidade da Terra (COT), no valor de R\$ 838,96. Vale destacar que este não é um custo efetivamente desembolsado pelo produtor, mas sim considerado como o valor perdido ao não optar por outro investimento. Assim, a Tabela 25, apresenta os indicadores de viabilidade econômica.

Conforme consta na Tabela 25, o cenário de IS 19 apresentou um Valor Presente Líquido (VPL) negativo de -R\$1.342,25 ha⁻¹, com uma Taxa Interna de Retorno (TIR) de 3,51% a.a. O cenário IS 21 apresentou um VPL positivo de R\$7.824,19 ha⁻¹ e uma TIR de 6,36% a.a. O cenário IS 23, por sua vez, apresentou um VPL de R\$16.865,23 ha⁻¹ e uma TIR de 8,42% a.a.

5 DISCUSSÃO

5.1 Estimativa de produção

A produção comercial total de madeira apresentou grandes oscilações, dependendo do regime de manejo adotado e das características edafo-climáticas da área, que influenciam os Índices de Sítio analisados. Ressalta-se que conforme descrito na metodologia, desconsiderou-se o volume gerado pelas ponteiras (0-7 cm). Estimou-se o Incremento Médio Anual (IMA) para três regimes de manejo, considerando diferentes cenários:

- Regime M0D: No IS 19, o IMA é de 24,7 m³; no IS 21, é de 31,3 m³; e no IS 23, chega a 38,3 m³.
- Regime M1D: No IS 19, o IMA é de 19,4 m³; no IS 21, é de 25,1 m³; e no IS 23, alcança 31,6 m³.
- Regime M2D: No IS 19, o IMA é de 18,3 m³; no IS 21, é de 23,5 m³; e no IS 23, atinge 29,4 m³.

De acordo com o anuário da IBÁ (2024), em uma idade média de 14,7 anos, a produtividade florestal de Pinus (m³/ha/ano) aponta que o mínimo registrado por um estado do Brasil é de 25,6 m³, sendo a média brasileira de 30,8 m³, e o estado com

o máximo valor apresentado, de 33,3 m³. Neste sentido, ao comparar com os regimes de manejo com o mesmo horizonte de planejamento – regimes M0D e M1D, observa-se que os dados são bem semelhantes ao analisar os cenários de IS 19 e 21, sendo que o cenário IS 23 apresentou dados estimados bem mais expressivos no regime M0D.

O regime M1D, por sua vez, assemelha-se ainda mais aos dados da IBÁ (2024). Destaca-se que a produção menor em comparação ao regime M0D está relacionada ao fato de se adotar o desbaste, com o foco na obtenção de uma madeira de maior diâmetro, diferentemente do regime X, que tem como foco o volume de produção. Já o regime M2D, por mais que possua um horizonte de planejamento distinto, as estimativas de produção são semelhantes às do regime M2D.

De acordo com dados da ACR (2022), seus associados no estado de Santa Catarina indicam uma produtividade média de 42,5 m³/ha/ano. Sendo o resultado mais próximo deste valor o M0D no cenário de IS 23, de 38,3 m³.

Quanto aos sortimentos, embora o regime M0D de manejo florestal tenha sido projetado com o intuito de representar o regime *pulpwood* (sem desbastes e com corte raso aos 15 anos), a produção foi predominantemente do sortimento de serraria I (com diâmetro mínimo de 18 cm). Isso contrasta com a observação de Arce e Dobner Jr. (2024), onde destacam que embora os termos sejam amplamente empregados, nem sempre são usados de forma precisa, uma vez que toras maiores podem ser destinados a outros processos industriais.

Os regimes de manejo M0D, M1D e M2D apresentam diferenças em suas estratégias de produção. O M0D, sem desbaste e com corte raso aos 15 anos, tem seu foco na maximização do volume, gerando toras de menor diâmetro, voltadas para o *pulpwood*. Em contraste, os regimes M1D e M2D, que visam à produção de toras de maior diâmetro para serrarias, seguem o conceito de *utilitywood* e têm como foco a otimização do valor agregado. Esta discussão vai de encontro às definições apresentadas por Arce e Dobner Jr. (2024), que descrevem as mesmas características dos regimes descritos.

No regime M1D, com 1º desbaste aos 7 anos e corte raso aos 15 anos, destaca-se a produção de toras de maior diâmetro, especialmente no cenário C, com ênfase no sortimento de serraria II. Isso reflete o objetivo de gerar madeira de maior valor, alinhado à definição de *utilitywood* por Arce e Dobner Jr. (2024). A

produção total é menor, mas com maior qualificação. O M2D, com desbastes aos 7 e 15 anos e corte raso aos 20 anos, segue a mesma linha, priorizando toras de diâmetro maior.

A influência do índice de sítio também é crucial, pois, quando este é maior, significa que as características de clima e solo são melhores, o que favorece o crescimento das árvores, resultando em toras mais grossas e de maior valor (Oliveira, 2011; Oliveira, 2014).

5.2 Estimativa dos custos

Quanto aos custos de implantação e manutenção, a mão de obra surge como um dos principais gargalos identificados neste estudo, especialmente no que se refere ao acesso aos dados. Esse problema é impulsionado pela escassez de empresas especializadas na prestação de serviços florestais voltados à silvicultura na região.

Este fato corrobora com a discussão da ACR (2024), a qual salienta que o setor de plantio e colheita florestal catarinense enfrenta um desafio com a escassez de mão de obra qualificada, apesar de sua relevância econômica. Destaca, ainda, a relutância de profissionais formados em trabalhar em áreas remotas, com infraestrutura limitada, além da competição com empregos urbanos. Onde sugere-se, como incentivo, a importação de mão de obra e, a longo prazo, formas de atrair jovens para a profissão.

Destaca-se que nos custos de implantação, foi considerado preparo de solo pré plantio, o qual representa um investimento alto. Todavia, essa prática não é comum, levando em consideração a rusticidade da espécie de Pinus e adaptabilidade às condições climáticas da região em estudo, que gera um entendimento de que não se tem a necessidade de realizar este preparo. Todavia, é comum na região empresas verticalizadas do ramo florestal realizarem devidamente o preparo.

Em se tratando de plantio, a modalidade mais comum de serviço identificada foi o plantio manual com coroamento com herbicida, o qual representa o maior custo relacionado à mão de obra. Nesta perspectiva, o trabalho manual vem dando espaço a tecnologia, sendo que os custos com aplicação de produtos químicos com drone foi identificado na região, uma estratégia para prestação de serviços, possivelmente

motivada pela escassez de mão de obra.

Neste sentido, a Embrapa Florestas, ACR, APRE e Ageflor apresentaram um projeto sobre o uso de drones no manejo de formigas cortadeiras em plantios florestais no sul do Brasil. O objetivo é desenvolver um protocolo para monitorar e controlar as formigas com tecnologias como radar e câmeras de alta resolução, visando reduzir impactos ambientais, aumentar a eficiência e cortar custos. O projeto inclui testes de eficácia de iscas formicidas e comparações entre métodos de aplicação manual e por drone (Pichelli, 2022). Esta notícia corrobora acerca do incentivo do uso de tecnologias para o enfrentamento da escassez de mão de obra.

Além disso, em um estudo sobre a mecanização e silvicultura de precisão em uma empresa brasileira de celulose, identificou-se que a Eldorado Brasil Celulose S/A adota o controle de formigas por meio de um equipamento acoplado ao trator. Além disso, realiza plantio mecanizado utilizando uma plantadora que permite integrar sistemas de adubação, aplicação de gel e herbicida. O objetivo é otimizar processos e reduzir custos com mão de obra. A mecanização e a silvicultura de precisão são interdependentes e complementares, sendo essenciais para assegurar a competitividade do setor florestal brasileiro em termos de custo e qualidade das operações (Vieira *et al.*, 2014). Todavia, ainda carecem maquinários para atividades em áreas declivosas, o que torna-se um desvio a ser enfrentado no setor florestal.

Os custos de implantação e manutenção identificados neste estudo são expressivos, representando um investimento alto de capital. Os principais foram associados à aquisição das mudas e ao plantio, corroborando com os achados de Moreira *et al.* (2015), que indicam que o maior custo no ano inicial está relacionado também ao plantio. De maneira semelhante, Rodigheri, Graça e Lima (2005) destacam que, no primeiro ano, os custos mais elevados envolvem as mudas, seguidos pelos custos com a mão de obra. É importante ressaltar que os custos de implantação florestal podem variar substancialmente. Segundo a Apre (2020), fatores como a declividade do terreno, a mão de obra, a escala de produção e a espécie selecionada influenciam diretamente esses custos.

Ademais, há de se ter ciência de que os dados levantados neste estudo são estimativas para um hectare, contratos com áreas maiores, podem influenciar os custos, tornando o valores unitários menores, se adquiridos em maior escala.

Em relação aos custos de comercialização (D), observa-se que, em todos os três regimes de manejo, há uma variação entre o cenário de IS 19 e o IS 23. Esse

aumento decorre da relação direta com o volume produzido, de modo que, quando este é maior, como no cenário de IS 23, os custos seguem a mesma tendência de crescimento. Outro ponto relevante refere-se ao fato de que os custos com colheita são quase o dobro dos custos com transporte, considerando a distância analisada.

O montante global desses custos resulta em um valor elevado, o qual deve ser arcado pelo produtor, configurando um desafio financeiro substancial para a viabilidade econômica do empreendimento.

Assim, independentemente do regime ou cenário, estima-se que o produtor necessitará de um elevado capital de giro para comercializar sua madeira na modalidade posto indústria. No entanto, mesmo que opte pela venda da madeira em pé, os custos de colheita e transporte serão descontados do preço de venda dos sortimentos. Dessa forma, seja de maneira direta ou indireta, o produtor será impactado pelos elevados custos de colheita e transporte. Ao analisar o custo por metro cúbico (m^3), observa-se que os custos são superiores no primeiro desbaste em comparação ao corte raso, possivelmente em razão da maior complexidade e dificuldades associadas à operação no primeiro desbaste.

Outros estudos também apontam os altos custos com colheita e transporte, segundo Cruz, Makino e Damasceno (2023), o transporte de madeira responde por cerca de 60% do custo logístico e 10% do custo bruto da madeira. A colheita e extração representam mais de 50% dos custos totais na implantação de florestas comerciais. Em estudo semelhante, Lima (2021) realizou uma revisão sistemática sobre a produtividade e os custos da colheita florestal mecanizada no Brasil, identificando que os custos desse processo podem ultrapassar 50% do valor final da madeira. Portanto, otimizar essas etapas é crucial para reduzir os custos no setor silvicultural.

5.2 Estimativa das receitas brutas

A análise das receitas brutas estimadas é importante para entender o desempenho econômico dos regimes de manejo florestal. As diferenças entre o M0D, M1D e M2D, em termos de geração de receita, têm implicações diretas na escolha de qual manejo adotar em uma propriedade que objetiva entrar no mercado florestal.

Assim como observado neste trabalho, as pesquisas de Stüpp, Heck Júnior e

Eyerkauffer (2017), e de Lopes e Stroparo (2022), também indicam um aumento na receita do primeiro desbaste em relação ao segundo desbaste e ao corte raso, evidenciando uma tendência semelhante na análise de diferentes regimes de manejo analisados.

As receitas brutas estimadas evidenciam características importantes. O regime M0D gera receita apenas aos 15 anos. No regime M1D, a geração de receita ocorre aos 7 anos, proveniente do 1º desbaste. Contudo, no cenário IS 19, observa-se um saldo líquido ínfimo, ao observar os fluxos de caixa negativos nos anos iniciais, enquanto no cenário IS 23, os resultados são satisfatórios. O regime M2D, por sua vez, apresenta receitas bem distribuídas ao longo do horizonte de planejamento. Embora apresente os mesmos resultados do M1D no 1º desbaste, aos 7 anos, no 15º ano o montante gerado pelo 2º desbaste é promissor pensando na recuperação do capital investido.

Para analisar as receitas, é importante também considerar os custos que ocorrem no mesmo ano. Neste sentido, a análise das receitas e custos nos diferentes regimes de manejo florestal revela padrões semelhantes, mas com variações específicas para cada cenário.

Nos cenários IS 19 e IS 23, os custos aumentam conforme se avança de um cenário para o outro, mas as receitas, em termos percentuais, apresentam um crescimento mais acentuado. Isso ocorre porque, nos três regimes de manejo, os custos são calculados com base no volume total, independentemente do sortimento, ou seja, o custo por m³ é o mesmo para diferentes tipos de produtos, como celulose e serraria III. Por outro lado, as receitas estão diretamente atreladas ao sortimento: à medida que a produção de sortimentos de maior valor, como o de serraria III, aumenta, as receitas crescem de forma mais significativa.

No regime M0D, por exemplo, a maior valorização das toras com diâmetros maiores também resulta em receitas mais elevadas, mas os custos continuam a ser calculados sem levar em consideração essas variações. O mesmo ocorre nos regimes M1D e M2D, onde o aumento nas receitas, impulsionado pela valorização dos sortimentos de maiores diâmetros, não é acompanhado por um aumento proporcional nos custos. Esse padrão explica a disparidade entre o aumento das receitas e o crescimento dos custos observada nos diferentes cenários.

É importante ressaltar que os dados podem variar significativamente, dependendo da metodologia utilizada, da modalidade de comercialização, dos

cenários analisados, do ano da pesquisa, da região em questão, dentre outros vários fatores. Portanto, deve-se analisar os dados de maneira a identificar padrões, e não diretamente seus resultados em termos econômicos.

Os valores, entretanto, precisam ser ajustados para que se realizem comparações precisas, uma vez que ainda devem ser descontados conforme os critérios de análise financeira. Para uma avaliação mais robusta da viabilidade econômica, é imprescindível elaborar fluxo de caixa com os dados de receitas brutas e custos, incluindo saídas com impostos, além do uso de indicadores como o Valor Presente Líquido (VPL) e a Taxa Interna de Retorno (TIR), com os saldos gerados devidamente descontados com base na Taxa Mínima de Atratividade (TMA), conforme será discutido no tópico 5.3, a seguir.

5.3 Projeções de fluxos de caixa constantes, Valor Presente Líquido (VPL) e Taxa Interna de Retorno (TIR)

Em relação aos fluxos de caixa, observa-se que o saldo é positivo em todos os regimes de manejo e em todos os cenários de produção quando há geração de receitas, sendo que há, como já descrito em todos os demais tópicos, um aumento significativo do cenário de IS 19 para o cenário IS 23.

No regime M0D, a análise é mais direta, pois as receitas são geradas somente no ano do corte raso, onde o saldo é positivo e indica de maneira precoce, um investimento bastante promissor, mesmo após descontar impostos e os custos de cada ano.

No regime M1D, a particularidade está na geração precoce de receita devido ao 1º desbaste que ocorreu no ano 7. Contudo, a receita gerada é muito pequena, indicando ainda em valores não descontados, um saldo insuficiente para cobrir os saldos negativos acumulados nos anos iniciais do ciclo.

No regime M2D, há a realização de dois desbastes. O saldo gerado no 1º desbaste é igual ao observado no regime M1D, mas, ao contrário deste, ocorre um segundo desbaste em vez do corte raso aos 15 anos. Esse segundo desbaste, proporciona um saldo mais expressivo, embora indique, ainda sem considerar o valor do dinheiro no tempo, que não é suficiente para eliminar o saldo negativo acumulado até aquele momento. Além disso, o corte raso ocorre somente aos 20 anos, o que implica que o período para maximização do lucro do investimento será

cinco anos superior ao dos regimes M0D e M1D.

A análise sugere que, embora o regime M2D tenha um fluxo de caixa positivo em um prazo mais longo, a recuperação do investimento ocorre de forma mais lenta em comparação aos regimes M0D e M1D, que, apesar de também apresentarem saldos negativos nos primeiros anos, podem atingir a maximização de lucros de forma mais rápida.

Em termos de planejamento financeiro e de gestão dos fluxos de caixa, é importante considerar o tempo necessário para cada regime alcançar um equilíbrio financeiro, já que isso impacta diretamente na viabilidade econômica e na decisão sobre o regime de manejo mais adequado, especialmente em projetos de longo prazo, como os que envolvem atividades florestais com ciclos produtivos extensos.

Os fluxos de caixa em moeda constante permitiram uma visualização dos desembolsos de capital e das receitas ao longo do horizonte de planejamento de cada regime de gestão. Todavia, e se tratando de tomada de decisão, somente é possível avaliar corretamente as projeções do investimento considerando o valor do dinheiro no tempo, descontados a Taxa Mínima de Atratividade.

Neste sentido, em relação ao Valor Presente Líquido (VPL) e a Taxa Interna de Retorno (TIR), os indicadores demonstram que os regimes de manejo florestal: Regime M0D (corte raso aos 15 anos); Regime M1D (1º desbaste aos 7 anos de corte raso aos 15 anos); e Regime M2D (1º desbaste aos 7 anos, 2º desbaste aos 12 anos e corte raso aos 20 anos), apresentam inviabilidade econômica no cenário de Índice de Sítio 19. Todavia, apresentam-se viáveis no cenário IS 21, e no cenário IS = 23, onde a TIR é superior a Taxa Mínima de Atratividade de 4% a.a., e o VPL é positivo.

Desta forma, pode-se identificar, com base na metodologia empregada neste estudo, que a depender das condições de Índice de Sítio, que tem relação direta com as estimativas de produção, e consequentemente com as receitas, existe um impacto na viabilidade econômica do investimento na produção de *Pinus taeda* no município de Lages-SC.

No estudo de Stüpp, Heck Júnior e Eyerkauffer (2017), em que se avaliou a viabilidade econômico-financeira do cultivo de *Pinus taeda* em propriedades rurais do Alto Vale do Itajaí, no estado de Santa Catarina, foi utilizada uma Taxa Mínima de Atratividade (TMA) de 10% ao ano. Os resultados indicaram a viabilidade econômica do investimento, uma vez que a TIR superou a TMA de 10%, e o VPL foi positivo.

No trabalho de Victorazzi (2015), que buscou analisar a otimização dos benefícios econômicos do regime de manejo florestal em um reflorestamento de *Pinus taeda* em Taió, SC, com TMA de 8% a.a, foi concluído que espaçamentos ampliados e menor intensidade de desbaste apresentaram os melhores resultados econômicos. O regime para um Índice de Sítio (IS) de 18,8 m, mesmo o qual apresentou os melhores resultados, indicou inviabilidade econômica. Em contraste, o regime para IS de 23,3 m foi economicamente viável.

Os resultados de Victorazzi (2015), destacam a importância do Índice de Sítio e do regime de manejo para a viabilidade econômica do cultivo de *Pinus taeda*, como também demonstrado neste trabalho, onde nos três regimes de manejo analisados, os cenários com IS 19 se mostraram inviáveis.

A pesquisa de Folmann (2011 *apud* Moreira *et al.*, 2015), considerou diferentes regimes de manejo para análise da viabilidade econômica de plantios de *Pinus taeda* L. no estado do Paraná, semelhantes aos regimes M0D, M1D e M2D deste estudo. O foco da produção foi a madeira para celulose e que contemplaram três abordagens de manejo: o primeiro, sem desbastes, com corte raso aos 14 anos; o segundo, com um único desbaste aos 7 anos e corte raso aos 16 anos; e o terceiro, para múltiplo uso, com dois desbastes (o primeiro entre 8 e 10 anos e o segundo entre 12 e 14 anos), sendo o corte raso realizado entre 19 e 22 anos. Os regimes de maior rentabilidade foram os de múltiplo uso (com dois desbastes), seguidos pelos regimes sem desbastes. Por outro lado, os regimes que envolviam apenas um desbaste não se mostraram viáveis economicamente nas duas mesorregiões analisadas. Ao contrário do resultado de Folmann (2011 *apud* Moreira *et al.*, 2015), o regime com um desbaste se mostrou viável nos cenários de Índice de Sítio 21 e IS 23, neste trabalho.

Na pesquisa de Moreira *et al* (2015), foi utilizada a mesma TMA real usada neste trabalho, de 4% a.a., além de também não incluir poda, a pesquisa buscou identificar um sistema de produção modal para *Pinus spp.* no Sul do Brasil, sendo realizada a análise de viabilidade financeira para dois regimes de manejo distintos, um sem desbastes com corte raso aos 15 anos, semelhante ao “Regime M0D”, e outro com dois desbastes (8 e 12 anos) e corte raso aos 19 anos, semelhante ao “Regime M1D”. Os resultados apontaram que ambos são viáveis economicamente, incluindo e não incluindo o Custo de Oportunidade da Terra (COT).

Na pesquisa de Dossa *et al.* (2002), realizou-se uma análise sobre a

rentabilidade média da produção de Pinus em empresas florestais localizadas no Paraná e em Santa Catarina, adotando um regime de manejo que incluía dois desbastes e o corte raso aos 21 anos. A pesquisa concluiu que, sob as condições avaliadas, o cultivo mostrou-se economicamente viável.

Portanto, os resultados deste estudo estão em consonância com a literatura, onde estudos também apontam a viabilidade econômica da produção de Pinus. Contudo, é fundamental destacar que cada trabalho deve ser analisado individualmente, e não deve limitar-se a uma simples comparação entre trabalhos e pesquisas relacionadas ao VPL e à TIR. Isso porque existem diversas variáveis a serem consideradas, como as características do mercado regional, os regimes de manejo avaliados e seus horizontes de planejamento, as condições do sítio, o ano da pesquisa, o material utilizado para a estimativa dos preços de venda, a metodologia empregada, entre outros fatores.

O próximo tópico descreve de que maneira os dados levantados podem contribuir com tomadas de decisões por empreendedores e investidores do setor florestal.

5.4 Tomada de decisão

O presente trabalho permite concluir que o investimento em florestas pode ser altamente rentável, desde que as condições edafoclimáticas da área sejam favoráveis. Os projetos são viáveis nos três regimes de manejo analisados, sendo inviáveis apenas em cenários com estimativas de produção muito pessimistas.

A partir da análise dos resultados, pode-se concluir que o investimento demonstrou viabilidade em todos os regimes de manejo avaliados, considerando, inclusive, todos os fatores de produção, com destaque para a remuneração da terra por meio do Custo de Oportunidade da Terra (COT). Este achado sugere que o sucesso da implementação de diferentes regimes de manejo não está restrito apenas ao regime de manejo florestal adotado, mas também depende de uma série de variáveis relacionadas às características do sítio.

Dessa forma, é importante que o gestor esteja constantemente atento às condições específicas da propriedade, buscando estratégias que possibilitem a otimização da capacidade produtiva, independentemente do regime de manejo adotado. A viabilidade econômica, nesse contexto, está intimamente ligada à

adaptação das práticas de manejo às condições edafoclimáticas locais, o que, por sua vez, pode influenciar diretamente os custos de produção e a viabilidade econômica.

Entretanto, isso não implica que a escolha do regime de manejo seja irrelevante. A definição do regime mais adequado deve ser realizada com base em um diagnóstico preciso das condições do sítio e do ambiente de produção.

Se o objetivo for maximizar os retornos em um curto período, o regime de manejo sem desbastes, com corte raso aos 15 anos, pode ser a opção mais vantajosa. Por outro lado, caso o foco seja a venda de sortimentos maiores de madeira para serrarias dentro do mesmo horizonte temporal, o regime com o primeiro desbaste aos 7 anos e corte raso aos 15 anos se mostra mais adequado.

Para aqueles que buscam manter a floresta imobilizada por mais tempo e desejam obter toras de maiores diâmetros, o regime com o primeiro desbaste aos 7 anos, o segundo aos 12 anos e corte raso aos 20 anos é uma alternativa a ser considerada.

No entanto, é importante estar ciente dos altos custos associados à colheita e ao transporte, mesmo nos desbastes. Estes custos, relacionados às receitas, embora resultem em saldos positivos, são baixos e podem não ser suficientes para compensar os saldos negativos do investimento, especialmente no primeiro desbaste.

Com relação a Taxa Mínima de Atratividade (TMA), esta desempenha um papel fundamental na avaliação da viabilidade econômica dos regimes de manejo analisados. A Taxa Interna de Retorno (TIR) representa a taxa na qual o Valor Presente Líquido (VPL) é igual a zero, indicando o ponto de equilíbrio do investimento. Dessa forma, um projeto será considerado viável se a TMA adotada for inferior à TIR; caso contrário, será economicamente inviável. Embora este estudo tenha adotado uma TMA de 4%, os dados obtidos por meio da TIR permitem identificar quais taxas mínimas de atratividade tornam os projetos viáveis ou inviáveis. Essa análise possibilita que investidores, produtores e demais interessados avaliem a adequação de seus próprios parâmetros de rentabilidade antes de tomar decisões estratégicas. Além disso, pode-se existir, mesmo após o desconto da inflação, alternativas de investimentos que gerem retornos superiores a 4%, incluindo alternativas agrícolas. Portanto, a tomada de decisão deve considerar ambos os indicadores – VPL e TIR – para uma análise mais robusta da viabilidade

econômica do investimento, além de levar em consideração os retornos que cada investidor almeja com o projeto.

Desta forma, a economia florestal é uma ciência que está em constante evolução. Portanto, estudos e trabalhos nesta área devem ser estimulados para uma melhor compreensão de todas as variáveis.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O principal objetivo deste trabalho foi plenamente alcançado, ao realizar uma análise detalhada da viabilidade econômica de investimentos em projetos de reflorestamento, considerando diferentes regimes de manejo e cenários de Índice de Sítio no município de Lages (SC) sob áreas simuladas.

A estimativa da produção foi obtida com êxito, assim como dos custos de implantação, manutenção, comercialização e as receitas associadas a cada regime, facilitando o entendimento dos resultados sem abster nenhum dado das tabelas, garantindo que o leitor compreenda a linha de raciocínio e de onde vem os dados, contribuindo na formulação de hipóteses para futuras investigações.

A pesquisa também atingiu os objetivos ao projetar os fluxos de caixa, alocando as entradas e saídas de recursos, necessários para o cálculo do Valor Presente Líquido (VPL) e da Taxa Interna de Retorno (TIR), ferramentas essenciais para avaliar a viabilidade econômica dos projetos de reflorestamento.

O presente trabalho não vislumbrou indicar o melhor regime de manejo por meio de comparações, e sim destacar que, dependendo do regime de manejo adotado, bem como das características edafoclimáticas da área, os resultados econômicos apresentam diferenças que podem impactar a viabilidade econômica dos investimentos.

Este trabalho, assim como qualquer outra pesquisa, possui limitações, sendo a mais significativa a ausência de uma análise de sensibilidade, que não foi considerada nos indicadores de custos, receitas e de viabilidade econômica. Essa limitação está relacionada ao objetivo deste estudo, que se concentrou em uma análise dos regimes de manejo e das estimativas de produção com base em diferentes Índices de Sítio.

Nesse sentido, sugerem-se novos estudos que, de forma complementar abordem análises de sensibilidade, bem como pesquisas voltadas para a avaliação

dos retornos econômicos de projetos de reflorestamento de Pinus na região de Lages, visando avanços no setor.

Nesta perspectiva, pesquisas que comparem os retornos econômicos com culturas agrícolas, como soja e milho, que estão em expansão no município, e até mesmo fruticultura, tornam-se importantes para tomadas de decisões mais assertivas, sendo que a exploração desses dados é relevante. De maneira complementar, estudos que busquem avaliar ativos florestais com um maior horizonte de planejamento e com a venda de madeira de alta qualidade, apresentando o impacto da poda na viabilidade econômica dos regimes de manejo, representam-se como um nicho interessante para futuras pesquisas e investigações na área da cadeia produtiva florestal.

Portanto, a gestão do agronegócio torna-se fundamental para contribuir com as tomadas de decisões, com o gerenciamento de propriedades rurais, com o compromisso com o desenvolvimento pautado na sustentabilidade e com a persistência da colaboração para investimentos com maximização de retornos econômicos.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AFRY Radar. **Mercado Brasileiro de Base Florestal**. Ano 16, Ed. 4, p.2-37. 4º trimestre de 2023.

AGUIAR, A. V. de; SOUSA, V. A. de; SHIMIZU, J. Y. Espécies de pínus mais plantadas no Brasil. In: AGUIAR, A. V. de. (Ed.). **Cultivo de Pínus**. 2. Colombo, PR: Embrapa Florestas, 2014. p. 2-11. (Embrapa Florestas. Sistemas de produção, 5). Disponível em: <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/1155568>. Acesso em: 12 out. 2024.

ANDRADE, G. C.; BELLOTE, A. F. J.; SILVA, H. D. Implantação de cultivos de eucalipto. In: SANTAROSA, E.; PENTEADO JÚNIOR, J. F.; GOULART, I. C. G. dos R. (Ed.). **Transferência de tecnologia florestal: cultivo de eucalipto em propriedades rurais: diversificação da produção e renda**. Brasília, DF: Embrapa, 2014. p. 43-54. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1010933/1/ApostilaSerieTTEucalipto.pdf>. Acesso em: 1 fev. 2025.

ARCE, J. E.; DOBNER JR., M. **Manejo e planejamento de florestas plantadas: com ênfase nos gêneros Pinus e Eucalyptus**. Curitiba: Ed. dos Autores, 2024. 419 p.

ASSOCIAÇÃO CATARINENSE DE EMPRESAS FLORESTAIS (ACR). **Anuário Estatístico de Base Florestal para o Estado de Santa Catarina 2022: ano base**

2021. Lages, 2022. Disponível em: https://www.apreflorestas.com.br/wp-content/uploads/2020/03/Anuario_ACR_2019_atualizado.pdf. Acesso em: 14 dez. 2024.

ASSOCIAÇÃO CATARINENSE DE EMPRESAS FLORESTAIS (ACR). **O mercado de trabalho no setor florestal catarinense**. ACR, 2024. Disponível em: <https://acr.org.br/o-mercado-de-trabalho-no-setor-florestal-catarinense/>. Acesso em: 8 jan. 2025.

ASSOCIAÇÃO PARANAENSE DE EMPRESAS DE BASE FLORESTAL (Apre). **Quanto custa implantar uma floresta**. Apreflorestas, 2020. Disponível em: <https://apreflorestas.com.br/noticias/quanto-custa-implantar-uma-floresta/>. Acesso em: 9 jan. 2025.

BOGNOLA, I. A.; BELLOTE, A. F. B. Sistemas de plantio. In: AGUIAR, A. V. de. (Ed.). **Cultivo de Pínus**. 2. Colombo, PR: Embrapa Florestas, 2014. p. 41-43. (Embrapa Florestas. Sistemas de produção, 5). Disponível em: <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/1155568.pdf>. Acesso em: 12 out. 2024.

BRASIL. Lei nº 14.876, de 31 de maio de 2024. **Altera a descrição do Código 20 do Anexo VIII da Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981, acrescido pela Lei nº 10.165, de 27 de dezembro de 2000, para excluir a silvicultura do rol de atividades potencialmente poluidoras e utilizadoras de recursos ambientais**. Diário Oficial da União, Brasília. 2024. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2023-2026/2024/Lei/L14876.htm. Acesso em: 11 jan. 2025.

CAMLOFFSKI, R. **Análise de investimentos e viabilidade financeira das empresas**. Rio de Janeiro: Grupo GEN, 2014. *E-book*. ISBN 9788522486571 Disponível em: <https://app.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788522486571/>. Acesso em: 25 ago. 2024.

CRUZ, D. M. R.; MAKINO, F. Y.; DAMASCENO, V. B. **Avaliação técnica e econômica: Custos envolvidos na colheita florestal**. Universidade de São Paulo, Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Piracicaba, 2023. Disponível em: https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/8087338/mod_resource/content/1/Custos.pdf. Acesso em: 9 jan. 2025.

DALLA MARIA, G. M. et al. **Manual de Silvicultura: cultivo de florestas plantadas**. Florianópolis: Epagri, 2017. 72 p. (Boletim Didático, n. 136). Disponível em: <https://publicacoes.epagri.sc.gov.br/BD/article/view/439>. Acesso em: 26 out. 2024.

DOSSA, D. *et al.* **Produção e rentabilidade de pínus em empresas florestais**. Embrapa Florestas, Colombo, 2002. (Embrapa Florestas. Comunicado Técnico, 82). 6 p. Disponível em: <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/307448>. Acesso em: 11 jan. 2025.

EMBRAPA FLORESTAS. **Software SisPinus**. Colombo, PR: Embrapa Florestas, 1995. Disponível em: <https://www.cnpf.embrapa.br/software/>. Acesso em: 01 ago.

2024.

EPAGRI/CEPA. **Preços de Terra Agrícola**. Disponível em: <https://cepa.epagri.sc.gov.br/index.php/produtos/mercado-agricola/precos-de-terra-agricola/>. Acesso em: 25 dez. 2024.

FERREIRA, C. A.; SILVA, H. D. da. Silvicultura do Eucalipto. In: FERREIRA, C. A.; SILVA, H. D. da (org.). **Formação de Povoamentos Florestais**. Colombo, PR: Embrapa Florestas, 2008. p. 51-54. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/302664/1/formacaodepovoamentoflorestais.pdf>. Acesso em: 1 fev. 2025.

FILHO, R. V. **Tipos de herbicidas para uso em florestas**. Série Técnica IPEF, Piracicaba, v. 4, n. 12, p. 36-44, set. 1987. Disponível em: <https://www.ipef.br/publicacoes/stecnica/nr12/cap03.pdf>. Acesso em: 09 nov. 2024.

GITMAN, L. J. **Princípios de administração financeira**. 10. ed. Tradução de Antonio Zaratto Sanvicente. São Paulo: Pearson, 2004. 576 p.

GRIFFIN, M. P. **Contabilidade e finanças - Série Fundamentos**. Rio de Janeiro: Grupo GEN, 2012. *E-book*. ISBN 9788502180161. Disponível em: <https://app.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788502180161/>. Acesso em: 25 ago. 2024.

GUIDUCCI, R. do C. N. et al. Aspectos metodológicos da análise de viabilidade econômica de sistemas de produção. In: GUIDUCCI, R. do C. N.; LIMA FILHO, J. R. de; MOTA, M. M. (Ed.). **Viabilidade econômica de sistemas de produção agropecuários: metodologia e estudos de caso**. Brasília, DF: Embrapa, 2012. p. 17-78. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/959077/aspectos-metodo-logicos-da-analise-de-viabilidade-economica-de-sistemas-de-producao>. Acesso em: 29 jun. 2024.

HIGA, R. C. V.; ZANATTA, J. A.; RACHWAL, M. F. G. Plantações florestais comerciais e a mitigação na mudança do clima. In: OLIVEIRA, Y. M. M.; OLIVEIRA, E. B. (Org.). **Plantações florestais: Geração de benefícios com baixo impacto ambiental**. Brasília, DF: Embrapa, 2017. p. 67-72. Disponível em: <http://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/handle/doc/1076130>. Acesso em: 01 fev. 2025.

HIGA, R. C. V. et al. **Zoneamento climático: Pinus taeda no Sul do Brasil**. Colombo, PR: Embrapa Florestas, 2008. 17 p. (Embrapa Florestas. Documentos, 175). Disponível em: <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/315638>. Acesso em: 1 fev. 2025.

INDÚSTRIA BRASILEIRA DE ÁRVORES (IBÁ). **Relatório Anual 2024**. 2024. Disponível em: <https://iba.org/datafiles/publicacoes/relatorios/relatorio2024.pdf>. Acesso em: 14 dez. 2024.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Atlas**

Geográfico Escolar: Santa Catarina. s.d. Disponível em: https://geoftp.ibge.gov.br/produtos_educacionais/atlas_educacionais/atlas_geografico_escolar/mapas_do_brasil/mapas_estaduais/fisico/santa_catarina.pdf. Acesso em: 20 out. 2024.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Inflação:** o que é, como é medida e o que influencia. 2024. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/explica/inflacao.php>. Acesso em: 25 dez. 2024.

KAY, R. D.; EDWARDS, W. M.; DUFFY, P. A. **Gestão de Propriedades Rurais.** 7. ed. [S.l.]: Amgh, 2014. 466 p. Tradução de Théo Amon.

LIMA, Potira Gabriella Mascarenhas. **Produtividade e custos da colheita florestal mecanizada no Brasil:** uma revisão sistemática (2001-2021). 2021. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Universidade de Brasília, Faculdade de Tecnologia, Brasília, 2021. Disponível em: https://bdm.unb.br/bitstream/10483/30150/1/2021_PotiraGabriellaMascarenhasLima_tcc.pdf. Acesso em: 9 jan. 2025.

LOPES, L. R.; STROPARO, T. R. Cultura de Pinus taeda: custos e resultados. In: EDITORA CIENTÍFICA DIGITAL (Org.). **OPEN SCIENCE RESEARCH V.** Brasília, DF: Editora Científica Digital, 2022. p. 1118-1133. Disponível em: <https://www.editoracientifica.com.br/books/chapter/220709363>. Acesso em: 10 jan. 2025.

MATTAR, F. N. **Pesquisa de marketing.** 7. ed. Rio de Janeiro: GEN Atlas, 2013. E-book. ISBN 9788595152526. Disponível em: <https://app.minhabiblioteca.com.br/reader/books/9788595152526/>. Acesso em: 25 nov. 2024.

MEGLIORINI, E. **Custos:** análise e gestão. 3. ed. São Paulo: Pearson, 2011. 306 p.

MOREIRA, J. M. M. A. P. *et al.* **Avaliação econômica do cultivo de Pinus sp. para um Sistema de Produção Modal nos estados do Paraná e Santa Catarina.** Colombo, PR: Embrapa Florestas, 2015. 39 p. (Embrapa Florestas. Documentos, 289). Disponível em: <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/1039902>. Acesso em: 9 jan. 2025.

OLIVEIRA, E. B. Planejamento e manejo de plantação. In: AGUIAR, A. V. de. (Ed.). **Cultivo de Pinus.** 2. Colombo, PR: Embrapa Florestas, 2014. p. 43-52. (Embrapa Florestas. Sistemas de produção, 5) Disponível em: <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/1155568>. Acesso em: 12 out. 2024. 43-52

OLIVEIRA, E. B. **Softwares para manejo e análise econômica de plantações florestais.** Colombo, PR: Embrapa Florestas, 2011. p. 68. (Documento, 216. Versão eletrônica.) Disponível em: <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/898050>. Acesso em: ago. 2024.

OLIVO, A. M.; BOSCHILIA, L. **Contabilidade Geral e Gerencial: conceitos introdutórios para os cursos superiores de tecnologia**. Florianópolis: Publicação do IFSC, 2012. 103 p.

PICHELLI, Katia. **Reunião apresenta projeto para uso de drones no manejo de formigas cortadeiras**. Embrapa Florestas, 2022. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/73843813/reuniao-apresenta-projeto-para-uso-de-drones-no-manejo-de-formigas-cortadeiras>. Acesso em: 31 jan. 2025.

REIS FILHO, W. *et al.* **Recomendações para o controle químico de formigas cortadeiras em plantios de Pinus e Eucalyptus**. Colombo, PR: Embrapa Florestas, 2015. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/1023168>. Acesso em: 09 nov. 2024.

RODIGHERI, H. R.; GRAÇA, L. R.; LIMA, M. A. de. **Indicadores de custos, produtividade, renda e créditos de carbono de plantio de eucaliptos e pinus em pequenas propriedades rurais**. Colombo, PR: Embrapa Florestas, 2005. 8 p. (Embrapa Florestas. Comunicado técnico, 136). Disponível em: <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/312932>>. Acesso em: 9 jan. 2025.

SANTANDER. **Poupança: como funciona, como investir e rentabilidade**. 2024. Disponível em: <https://www.santander.com.br/blog/poupanca>. Acesso em: 31 dez. 2024.

SANTOS, G. J. dos; MARION, J. C.; SEGATTI, S. **Administração de custos na agropecuária**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2009. 154 p.

SILVA, M. L. da; JACOVINE, L. A. G.; VALVERDE, S. R. **Economia Florestal**. 2. ed. Viçosa, MG: Editora UFV, 2005. 178 p.

STÜPP, D. R.; HECK JÚNIOR, O. L.; EYERKAUFER, M. L. **Análise da viabilidade econômico-financeira do cultivo de Pinus taeda em propriedades rurais do Alto Vale do Itajaí - SC**. In: XXIV Congresso Brasileiro de Custos, Florianópolis, SC, Brasil, 15 a 17 de novembro de 2017. Disponível em: <https://anaiscbc.emnuvens.com.br/anais/article/download/4291/4291/4401>. Acesso em: 10 jan. 2025.

VICTORAZZI, T. **Otimização dos benefícios econômicos do regime de manejo florestal aplicado em um reflorestamento de Pinus taeda L. no município de Taió em Santa Catarina**. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Universidade Federal do Paraná, Setor de Ciências Agrárias, Curso de Engenharia Florestal, Curitiba, 2015. Disponível em: <http://www.engenhariaflorestal.ufpr.br/engflorestalcoord/tcc/003%20-%20TAISE%20VICTORAZZI.pdf>. Acesso em: 11 jan. 2025.

VIEIRA, César Gomes *et al.* **Mecanização e silvicultura de precisão na Eldorado**.

In: Anais da 50ª Reunião Técnico-Científica do Programa Cooperativo sobre Silvicultura e Manejo, 12-13 nov. 2014. Série Técnica IPEF, v. 24, n. 45, julho de 2016. Disponível em: <https://www.ipef.br/publicacoes/stecnica/nr45/st45-cap08.pdf>. Acesso em: 31 jan. 2025.

WIKIPEDIA. **Lages**. s.d. Disponível em: <https://pt.wikipedia.org/wiki/Lages>. Acesso em: 11 jan. 2025.