

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ

VITORIA REGINA PEREIRA BETIM

COMPARATIVO DA VIABILIDADE ECONÔMICA ENTRE PLANTIO DE *Eucalyptus grandis* W. Hill ex Maiden. PARA CELULOSE E PLANTIO DE *Pinus taeda* L. PARA SERRARIAS NO MUNICÍPIO DE RESERVA - PR.

DOIS VIZINHOS

2023

VITORIA REGINA PEREIRA BETIM

COMPARATIVO DA VIABILIDADE ECONÔMICA ENTRE PLANTIO DE *Eucalyptus grandis* W. Hill ex Maiden. PARA CELULOSE E PLANTIO DE *Pinus taeda* L. PARA SERRARIAS NO MUNICÍPIO DE RESERVA - PR.

COMPARATIVE OF ECONOMIC VIABILITY BETWEEN PLANT OF *Eucalyptus grandis* W. Hill ex Maiden. FOR CELLULOSE AND PLANT OF *Pinus taeda* L. FOR SAWMILLS IN THE MUNICIPALITY OF RESERVA - PR.

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso II, do Curso Superior de Engenharia Florestal da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Campus Dois vizinhos, como requisito parcial para obtenção do título de Engenheiro Florestal.
Orientadora: Prof. Dr^a. Elisabete Vuaden
Coorientador: Prof. Dr. Eleandro José Brun

DOIS VIZINHOS

2023



[4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)

Esta licença permite compartilhamento, remixe, adaptação e criação a partir do trabalho, mesmo para fins comerciais, desde que sejam atribuídos créditos ao(s) autor(es). Conteúdos elaborados por terceiros, citados e referenciados nesta obra não são cobertos pela licença.

VITORIA REGINA PEREIRA BETIM

COMPARATIVO DA VIABILIDADE ECONÔMICA ENTRE PLANTIO DE *Eucalyptus grandis* W. Hill ex Maiden. PARA CELULOSE E PLANTIO DE *Pinus taeda* L. PARA SERRARIAS NO MUNICÍPIO DE RESERVA - PR.

Trabalho de Conclusão de Curso de Engenharia Florestal apresentado como requisito para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Florestal da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR).

Data de aprovação: Dia/mês por extenso/ano

Prof^a. Dr^a. Elisabete Vuaden
Orientadora (UTFPR)

Prof^a. Dr^a. Veridiana Padoin Weber
Membro titular (UTFPR)

Prof. Dr. Claudio Thomas
Membro titular (UTFPR)

DOIS VIZINHOS

2023

Dedico este trabalho à Dona Rejane, minha mãe,
por permanecer de joelhos em oração enquanto
estive ausente. As minhas irmãs Vânia e Raquel e
ao meu pai Sr. Edes.

AGRADECIMENTOS

Certamente não haverá espaço nessas linhas para nomear as pessoas que fizeram parte dessa jornada. Portanto, desde já peço desculpas àqueles que não estão presentes nesses breves parágrafos, mas fiquem cientes que fazem parte do meu pensamento e de minha gratidão.

Em primeiro lugar agradeço a Deus, que foi meu socorro bem presente na hora da angústia. Agradeço a minha orientadora Prof^a Dr^a Elisabete Vuaden, pela coragem de aceitar o desafio e sabedoria com que me guiou nesta trajetória.

Ao Prof^o Dr. Eleandro José Brun por apoiar esse trabalho. A Prof^a Dr^a Maria Madalena Santos da Silva, a quem carinhosamente chamo Mada, por ser um ponto de apoio e segurança durante a graduação.

Aos meus colegas do grupo PET Engenharia Florestal, e aos meus amigos Tamires Novais, Marcos Cardoso e David Pontes, que permanecem comigo desde que entrei na Universidade.

Gostaria de deixar registrado também, o meu reconhecimento à minha família, que me apoiou e incentivou em todos os dias que pensei em desistir, ao tio Edgar (Em memória), por ter sido um verdadeiro pai ao incentivar meus estudos. A Cecília, José e João Lucas por serem raios de sol nos meus dias nublados. A família Oliveira que foram parte essencial da minha permanência no curso.

Minha sincera gratidão a Wellington Dzindzik, Maiara Masiero Fianco, Nilson Costa Neto e Gabriel Michalichen pelas horas de descontração, amizade e compreensão, levo comigo a irmandade que encontrei em vocês, a Gabriele dos Santos Fonseca pela amizade verdadeira e finalmente a Mateus Grisang, por ser paciente e incansável comigo durante os dias difíceis.

Enfim, a todos os que por algum motivo contribuíram para a realização desta pesquisa e concretização desse sonho.

Não ajunteis tesouros na terra, onde a traça e a ferrugem tudo consomem, e onde os ladrões minam e roubam. Mas ajuntai tesouros no céu, onde nem a traça nem a ferrugem consomem, e onde os ladrões não minam, nem roubam. Porque onde estiver o vosso tesouro, aí estará também o vosso coração. A candeia do corpo são os olhos; de sorte que, se os teus olhos forem bons, todo o teu corpo terá luz.
(MATEUS; CAP. 6, VERSOS 19-22).

RESUMO

O objetivo do trabalho foi realizar uma comparação econômica entre um plantio de *Pinus taeda* L. para serraria e de *Eucalyptus grandis* W. Hill ex Maiden para produção de celulose no município de Reserva, localizado na região centro-oriental do Paraná. Os dados foram levantados por pesquisa de mercado em sites, livros, revistas, artigos e entre outras fontes. Os indicativos econômicos utilizados foram: Valor Presente Líquido (VPL); Valor Futuro Líquido (VFL); Valor Periódico Equivalente (VPE); Razão Benefício Custo (B/C); Taxa Interna de Retorno (TIR) e Valor Esperado da Terra (VET). Considerou-se a Taxa Mínima de Atratividade (TMA) de 6 % a.a., e custo de arrendamento da terra de R\$ 2.148,56/ha. O preço da madeira para o eucalipto foi de R\$ 103,68/m³, e para o pinus o custo variou, no primeiro desbaste considerou-se R\$ 128,46/m³, no segundo desbaste considerou-se R\$ 151,43/m³ e no corte raso R\$ 266,13/m³. Ambos os plantios são viáveis, tanto *E. grandis* para celulose como *P. taeda* para serraria. O *E. grandis* se torna inviável a partir de 8% a. a. O *P. taeda* se torna inviável a partir de 10% a.a. O plantio de *E. grandis* possui uma distância máxima até a fábrica de 63 km, maior que o *P. taeda* no corte raso de 20,7 km. Nos desbastes de *P. taeda* as receitas ainda são insuficientes para cobrir os custos de transporte.

Palavras-chave: comparação econômica; eucalipto; pinus.

ABSTRACT

The objective of the work was to carry out an economic comparison between a plantation of *Pinus taeda* L. for sawmills and *Eucalyptus grandis* W. Hill ex Maiden for cellulose production in the municipality of Reserva, located in the central-eastern region of Paraná. The data was collected through market research on websites, books, magazines, articles and other sources. The economic indicators used were: Net Present Value (NPV); Net Future Value (VFL); Equivalent Periodic Value (EPV); Benefit-Cost Ratio (B/C); Internal Rate of Return (IRR) and Expected Value of Land (VET). The Minimum Attractive Rate (MAR) of 6% p.a. was considered, and the land rental cost was R\$2,148.56/ha. The price of wood for *Eucalyptus* was R\$ 103.68/m³, and for *Pine* the cost varied, in the first thinning it was considered R\$ 128.46/m³, in the second thinning it was considered R\$ 151.43 /m³ and in clear cutting R\$ 266.13/m³. Both plantations are viable, both *E. grandis* for cellulose and *P. taeda* for sawmill. *E. grandis* becomes non-viable after 8% a. The *P. taeda* becomes unviable at 10% p.a. The planting of *E. grandis* has a maximum distance to the factory of 63 km, compared to *P. taeda* in the clear cut of 20,7 km. In *P. taeda* thinning, revenues are still insufficient to cover transport costs.

Keywords: economic comparison; Eucalyptus; pine.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1: Macroregiões paranaenses, limites municipais e área plantada em cada município.	18
Figura 2: Localização do município de Reserva – PR, e municípios vizinhos. .	19
Figura 3: Fluxo de Caixa de <i>E. grandis</i> para celulose no município de Reserva - PR.....	29
Figura 4: Fluxo de Caixa de <i>P.taeda</i> para serraria no município de Reserva - PR.	30

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Custos de implantação para <i>E. grandis</i> (insumos e atividades) em Reserva - PR.....	24
Tabela 2: Custos de implantação para <i>E. grandis</i> (insumos e atividades) em Reserva - PR.....	25
Tabela 3: Custos com tratos silviculturais para <i>E. grandis</i> (insumos e atividades) em Reserva - PR.....	25
Tabela 4: Custos de implantação para <i>P. taeda</i> (insumos e atividades) em Reserva - PR.....	26
Tabela 5: Custos com tratos silviculturais para <i>P. taeda</i> (insumos e atividades) em Reserva - PR.....	27
Tabela 6: Receita referentes ao plantio de <i>E. grandis</i> para celulose em Reserva - PR.....	28
Tabela 7: Receitas referentes ao plantio de <i>P. taeda</i> em Reserva - PR.....	28
Tabela 8: Indicativos econômicos analisados para <i>E. grandis</i> e <i>P. taeda</i> a 6% a. a. no município de Reserva - PR.	31
Tabela 9: Análise de sensibilidade para <i>E. grandis</i> no município de Reserva - PR.....	33
Tabela 10: Análise de sensibilidade para <i>P. taeda</i> no município de Reserva - PR.....	34
Tabela 11: Valores considerados para o cálculo de Distância máxima até a fábrica considerando o custo da terra.....	35

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	13
2	OBJETIVOS	14
2.1	Objetivo geral	14
2.2	Objetivos específicos	14
3	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	15
3.1	Os gêneros <i>Pinus</i> e <i>Eucalyptus</i> no Brasil	15
3.2	Economia Florestal e Mercado de Madeira	16
3.3	Economia na Região Central do Paraná	17
4	METODOLOGIA	18
4.1	Município de estudo	18
4.2	Metodologia empregada	20
4.2.1	Simulação do Modal de implantação e condução.	20
4.2.2	Levantamento, Organização e Processamento de dados	20
4.3	Análise econômica	21
4.3.1	Indicativos econômicos utilizados.....	21
4.3.1.1	<u>Valor Presente Líquido (VPL)</u>	<u>21</u>
4.3.1.2	<u>Valor Futuro Líquido</u>	<u>22</u>
4.3.1.3	<u>Razão Benefício/Custo</u>	<u>22</u>
4.3.1.4	<u>Custo Médio de Produção (CMPr)</u>	<u>22</u>
4.3.1.5	<u>Valor Periódico Equivalente (VPE)</u>	<u>23</u>
4.3.1.6	<u>Taxa Interna de Retorno (TIR)</u>	<u>23</u>
4.4	Análise de sensibilidade	23
4.5	Identificação do Raio de viabilidade econômica	24
5	RESULTADOS E DISCUSSÃO	24
5.1	Custos	24
5.2	Receitas	27
5.3	Fluxo de caixa	29
5.4	Análise econômica	30
5.5	Análise de sensibilidade	33
5.6	Raio de viabilidade econômica	35
6	CONCLUSÃO	36
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	37

1 INTRODUÇÃO

No decorrer do tempo, o crescimento do mercado florestal e das florestas plantadas no âmbito nacional e mundial é notável para os examinadores desse setor. Juntamente com esse crescimento, a preocupação com o desenvolvimento sustentável das florestas é de suma importância para uma gestão presente e futura de qualidade superior em relação ao passado.

Os gêneros *Eucalyptus* e *Pinus* tem ocupado 9,9 milhões de hectares das áreas nacionais de florestas plantadas para fins industriais (IBÁ, 2022). A cada ano decorrido, os plantios são estudados com a finalidade de aumentar a produtividade, além da qualidade exigida pela finalidade da madeira cultivada, visando alta rentabilidade e compensação econômica.

Os plantios de *Eucalyptus* tem várias finalidades, entre elas o processamento industrial; proteção do solo, água, fauna; entre outras. Quanto ao lenho, suas utilidades variam entre lenha, carvão, madeira para serraria, celulose fibras curtas, óleos essenciais, dormentes, estacaria para edificações, postes, moirões, esticadores, chapas de fibra, tanino, etc (ANDRADE, 2003).

Mesmo sendo um gênero com espécies exóticas plantadas em larga escala para fins industriais, o *Eucalyptus* pode ter uma participação significativa em programas de recuperação de áreas degradadas, fornecendo proteção adequada para áreas críticas por meio de estabilização de dunas, controle de erosão, funcionamento hidrológico harmônico de microbacias hidrográficas, recuperação de áreas de mineração a céu aberto, quebra-ventos, etc (ANDRADE, 2003).

O gênero *Pinus* contém as espécies madeireiras mais importantes dos Estados Unidos, na atualidade e é plantado em larga escala no Sul do Brasil. A sua madeira é indicada para construções, móveis e caixotaria. Os traqueídeos são longos e adequados à fabricação de papel, e celulose fibra longa. Além disso, essa espécie pode ser explorada para a produção de resina. (OLIVEIRA, 2006)

A Silvicultura em geral enfrenta assídua competição na expansão de suas áreas em pequenas e médias propriedades em relação a cultivos anuais. Baggio (2014) ressaltou que a falta de informação técnica e econômica, experiências mal sucedidas ocasionadas pelo manejo inadequado da espécie, aliadas ao retorno financeiro em longo prazo na atividade florestal, causam incerteza nos agricultores que optam pela agricultura de grãos.

Levando em consideração as exigências da silvicultura, as dificuldades enfrentadas nesse aspecto e a preocupação com o desenvolvimento sustentável, cita-se os pilares da sustentabilidade: ser socialmente justo, ambientalmente correto e economicamente viável. Nesse contexto a economia florestal é parte essencial na garantia de um plantio sustentável, pois na implantação ou condução de uma atividade florestal desde a compra de insumos e serviços é necessário conhecer os custos e receitas envolvidos, na perspectiva de que o empreendimento seja viável economicamente.

Uma vez que a viabilidade econômica é parte essencial do manejo sustentável em florestas plantadas e que a silvicultura vem perdendo espaço para culturas anuais, busca-se gerar informações técnicas e econômicas que atraiam produtores ao setor florestal. Sendo que a partir do comparativo econômico entre plantios de *Pinus* para serrarias e *Eucalyptus* para celulose e com o planejamento da condução adequada, pequenos produtores podem vislumbrar as vantagens da atividade florestal, trazendo alternativas para aumento de renda de acordo com sua necessidade.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

O presente trabalho objetiva realizar o comparativo econômico de um plantio de *Pinus taeda* L. para serraria e de *Eucalyptus grandis* Hill. ex Maiden para produção de celulose no município de Reserva - Paraná.

2.2 Objetivos específicos

- Levantar dados de custos e receitas de todas as atividades envolvidas em um plantio de *Pinus taeda* para serraria e em um plantio de *Eucalyptus grandis* para celulose.
- Obter o fluxo de caixa do sistema de produção em ambos os casos.
- Realizar a análise econômica dos investimentos florestais a partir dos indicadores econômicos VPL, TIR, razão B/C, CMP e VPE.
- Identificar o raio de viabilidade econômica a partir de custos de transporte.
- Realizar a análise de sensibilidade para ambos os empreendimentos florestais.

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 Os gêneros *Pinus* e *Eucalyptus* no Brasil

Atualmente no Brasil os plantios silviculturais ocupam um total de 9,93 milhões de hectares, tais quais são destinados para suprir um mercado de celulose, siderurgia, painéis, entre outros. Essa área presta um grande serviço ecossistêmico para a sociedade, pelo fato de que as árvores absorvem 1,88 bilhões de toneladas de CO₂ eq¹ da atmosfera e ocupam geralmente áreas que foram degradadas (IBÁ, 2022).

Baggio (2014) afirma que o aumento da demanda de madeira somada ao elevado índice de produtividade das florestas plantadas, relacionam-se a vários aspectos favoráveis no Brasil como: clima, mão-de-obra qualificada, investimentos em pesquisas com foco em desenvolvimento, compacta organização empresarial, linhas de financiamento para reflorestamento, fomento e manejo florestal, além de avanços tecnológicos.

De acordo com o IBÁ (2022) diariamente, a indústria florestal realiza o plantio de 1,5 milhão de árvores para fins industriais, entre as espécies florestais plantadas, 75,8% das áreas é composta pelo cultivo de eucalipto, com 7,53 milhões de hectares, e 19,4% de pinus, com aproximadamente 1,93 milhão de hectares. Essa grande área de reflorestamento está localizada principalmente nas regiões Centro-Oeste, Sul e Sudeste do país.

O gênero *Eucalyptus* é a que tem maior disponibilidade de indicações e orientações técnicas. Essas espécies exóticas, vindas da Austrália, apresentam grande potencial nos aspectos chave para plantios em grandes escalas com fins industriais. O gênero pertence à família Myrtaceae que abriga cerca de 700 espécies reconhecidas botanicamente (EMBRAPA, 2019), são árvores perenes de fuste ereto, boa qualidade de madeira e alta taxa de crescimento que geralmente atingem grandes alturas (BICHARA, 2022).

De acordo com De Vecchi *et al.* (2018) o gênero *Eucalyptus* teve introdução no Brasil no final do século XIX e cresceu rapidamente, impulsionado pela sua fácil adaptação ao meio ambiente. Essa facilidade contempla fatores como solo e clima, indo de encontro a sua utilização em empresas de celulose e em serrarias, pelo seu rápido crescimento e notável desenvolvimento por todo território nacional. Segundo a IBÁ (2022) a maior área de florestas de *Eucalyptus* fica no estado de Minas Gerais

que corresponde a 30% das áreas plantadas no país, seguido do estado do Mato grosso do Sul, com 14%.

O gênero *Pinus* foi introduzido no Brasil, principalmente para fins ornamentais, e vem sendo plantado a mais de um século no país, entretanto os plantios comerciais iniciaram somente na década de 60, nas regiões Sul e Sudeste (EMBRAPA, 2020). Atualmente, cerca de 88,9% dos plantios de *pinus* se concentram na região Sul, sendo o Paraná e Santa Catarina os principais estados produtores (IBÁ, 2022).

O *pinus* se destaca pela sua versatilidade de finalidade, isso pelas suas características, como: coloração variando de branca a amarelada; madeira de fibra longa; possibilidade de extração de resina, em escala comercial, em algumas espécies; rusticidade e tolerância, formação de cobertura protetora do solo; valor ornamental para arborização e paisagismo (EMBRAPA, 2020).

De acordo com Shimizu (2004), em 1936 foram iniciados os primeiros ensaios de introdução de *pinus* para fins silviculturais, os quais testaram espécies europeias, que não se adaptaram ao clima tropical. Após doze anos, o Serviço Florestal do Estado de São Paulo testou espécies americanas, a citar: *Pinus elliottii*; *Pinus palustris*; *Pinus echinata* e *Pinus taeda*. Das quais, *Pinus elliottii* e *Pinus taeda* foram destaque, pela facilidade nos tratamentos culturais, rápido crescimento e reprodução intensa no Sul e Sudeste do Brasil.

3.2 Economia Florestal e Mercado de Madeira

Segundo Silva *et al.* (2005) a economia florestal é o ramo da ciência que trata da utilização racional de recursos florestais com vistas à produção, à distribuição e ao consumo de recursos florestais. De acordo com os autores, os métodos de avaliação de um projeto florestal são vários, e cada um toma como base determinados conteúdos, sendo que não há um único método mais indicado.

Rezende (2001) afirma que a avaliação dos projetos florestais se baseia em seu fluxo de caixa, formado pelos custos e receitas distribuídos ao longo do horizonte do empreendimento. Se as receitas forem maiores que os custos, então tem-se um projeto viável economicamente.

Moreira *et al.* (2015) afirma que na busca pelo máximo retorno econômico da atividade florestal, deve-se analisar de diferentes formas de manejo da floresta e a escolha do melhor regime de manejo é essencial para que o silvicultor maximize os seus resultados. Essa relação entre aspectos financeiros e silviculturais é um vínculo

essencial com o sucesso de um empreendimento florestal, no que diz respeito até mesmo as tomadas de decisões técnicas de manejo e silvicultura.

A atividade florestal garante o abastecimento de um mercado superaquecido. Segundo IBÁ (2022) o valor adicionado da cadeia produtiva florestal foi superior a evolução do PIB nacional, chegando a um recorde na receita bruta de R\$ 244,6 bilhões. Esse valor adicionado da cadeia produtiva florestal representou 1,2% da economia brasileira, o maior percentual observado na última década.

Dentre os segmentos da atividade florestal de produtos madeireiros, a celulose se destaca nos índices de produção, apresentando um valor de 22,5 milhões de toneladas produzidas em 2021, mantendo o Brasil como 2º maior produtor no ranking mundial e apesar do mercado ser dominado pela exportação, em um ano o mercado interno aumentou seu consumo em 1,5% (IBÁ, 2022).

Os painéis de madeira por sua vez, apresentaram um crescimento das vendas em 2020, impulsionado pelo início da pandemia e o home office, assim em 2021 o setor apresentou crescimento de 14,6%. Enquanto que o segmento de madeira serrada no país se manteve constante desde o ano de 2017, com 10,2 milhões de toneladas (IBÁ, 2022).

3.3 Economia na Região Central do Paraná

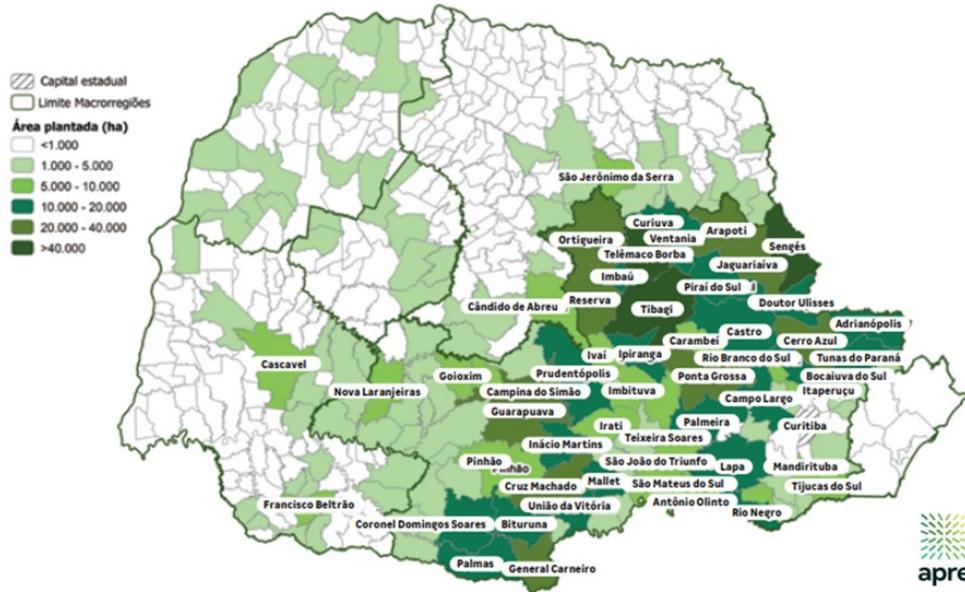
O estado do Paraná possui participação significativa na economia do País, segundo IPARDES (2019) a participação do estado no PIB nacional foi de 6,39%. Entre as atividades desenvolvidas no estado, a celulose e papel somaram R\$ 6.787 milhões e os produtos de madeira R\$4.035 milhões. As Madeiras e manufaturas de madeira correspondem a 9,7% da exportação do estado e o Papel e celulose a 6,3%.

É inegável a participação das florestas plantadas e seus produtos derivados na economia do Estado do Paraná. Segundo a APRE (2022), o Paraná representa 54% do volume de madeira de pinus produzido no país, sendo o principal estado em extensão de áreas de plantio do gênero. O estado também é o segundo maior na exportação de papel e primeiro nas exportações de compensado de pinus, painéis reconstituídos e molduras. Além de representar 16,5% dos empregos do setor florestal brasileiro.

A região Centro-Sul do Paraná concentra a maior parte dos plantios florestais do estado (82,44%), localizados principalmente nos núcleos regionais de Ponta Grossa (37,6%) e Curitiba (17,3%) (APRE, 2022). Na Figura 1 observa-se a forte

atividade florestal que ocorre na região Centro Sul do Paraná, na qual está localizada o Município de Reserva, demonstrando visualmente a localização favorável para implantação e comercialização de produtos florestais.

Figura 1: Macroregiões paranaenses, limites municipais e área plantada em cada município.



Fonte: APRE (2022).

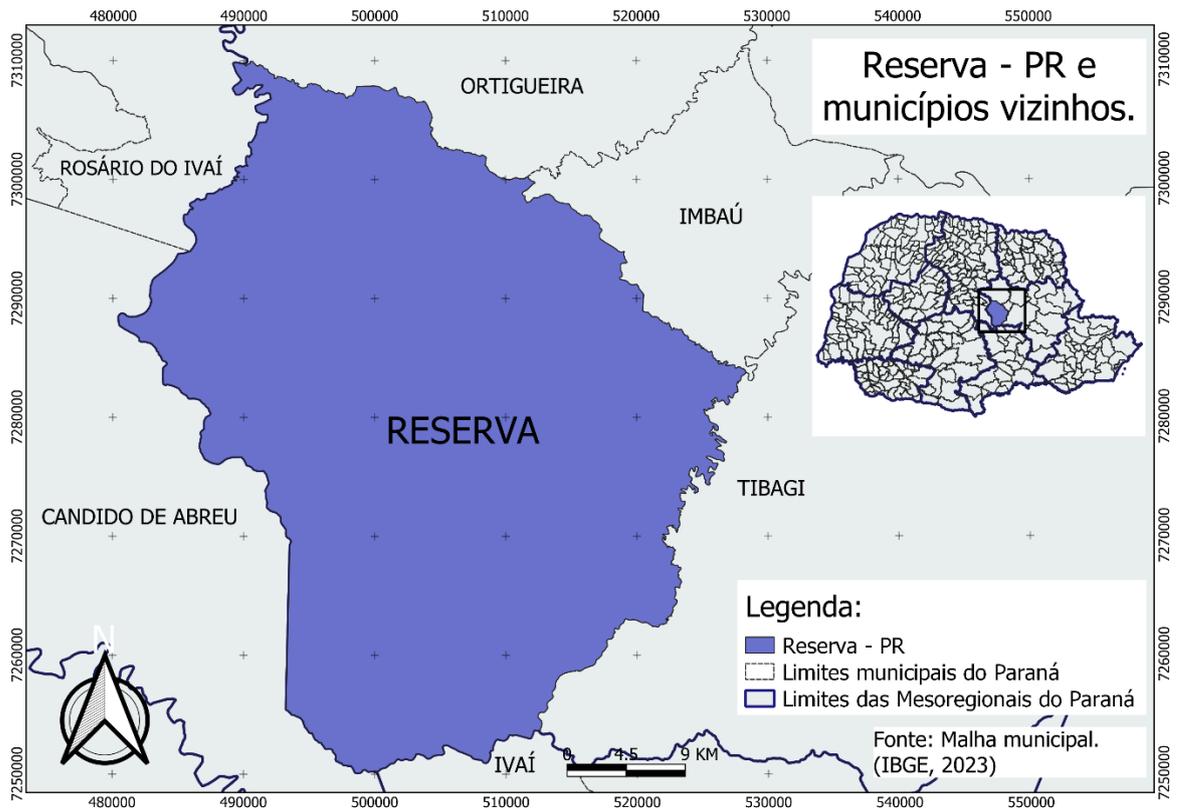
De acordo com o IBGE (2022), o município de Reserva apresenta 22.055 ha de áreas com silvicultura, sendo que 13.025 ha são plantios de eucalipto e 9.030 ha são plantios de pinus, contabilizados em produção de carvão, lenha e madeira em tora. Em 2022, o município comercializou 534.717 m³ de madeira em toras, a um valor total de R\$ 49,852 milhões.

4 METODOLOGIA

4.1 Município de estudo

O trabalho foi desenvolvido no município de Reserva – PR, localizado no segundo planalto paranaense, macro-região Centro-sul e mesoregião centro-oriental do estado. Com população aproximada de 24.573 habitantes e área de 1.635,522 km² (IBGE, 2022).

Figura 2: Localização do município de Reserva – PR, e municípios vizinhos.



Fonte: A Autora (2023).

O município de Reserva apresenta uma altitude de 919 m acima do nível do mar, nas coordenadas 24° 38' Sul, Longitude: 50° 50' Oeste. De acordo com a classificação climática de Köppen apresenta clima subtropical úmido mesotérmico (Cfb), com verões frescos, geadas severas no inverno, sem estação seca definida e as temperaturas dos meses mais quentes são inferiores a 22°C e dos meses mais frios inferiores a 18°C (ITCG, 2022).

Segundo Meneguzzo (2005) essa região caracteriza-se por apresentar um relevo “suavemente ondulado”, com colinas e outeiros. O solo predominante na região da propriedade é o Argissolo Vermelho-Amarelo Distrófico (GEOINFO, 2008). Os solos dessa característica, são solos muito profundos, bem estruturados e bem drenados e apresentam baixa fertilidade natural (EMBRAPA, 2021).

Dentre as atividades desenvolvidas no município destacam-se o cultivo de grãos e forrageiras, que somadas a áreas de pecuária totalizam 98.317 ha da extensão do município. Os dados de Silvicultura apontam uma área de 22.055 ha de cultivo de Eucalipto e Pinus e registraram no ano de 2022, 534.717 m³ de madeira em

toras foram produzidos, desses, 456.756 m³ foram destinados a produção de papel e celulose (IBGE, 2022).

4.2 Metodologia empregada

4.2.1 Simulação do Modal de implantação e condução.

Para realizar as análises econômicas, foram realizadas simulações de sistemas de produção para ambas as espécies, sendo os dados de volume somente projeções.

O sistema de produção de *Eucalyptus grandis* para celulose foi planejado para uma rotação de 7 anos, sem desbastes, com espaçamento de 2,5x2,5 m, totalizando aproximadamente 1.600 árvores/ha.

O sistema de produção de *Pinus taeda* para serraria foi planejado para uma rotação de 21 anos, com espaçamento de 3x3 m, totalizando aproximadamente 1.111 árvores/ha. No horizonte de planejamento para o plantio de Pinus, projetaram-se duas desramas manuais, aos 5 e 8 anos de idade do plantio e dois desbastes antes do corte raso, no 12° ano e no 16° ano. O volume de madeira retirado no primeiro desbaste será destinado para lenha, pois os diâmetros ainda não podem ser destinados a serraria, entretanto, o volume retirado no segundo desbaste já será destinado para serraria.

4.2.2 Levantamento, Organização e Processamento de dados

A coleta de informações foi realizada no mês de outubro de 2023, através do contato com profissionais do setor florestal, a citar: técnicos, vendedores, consultores, professores, colaboradores e produtores.

Para a obtenção dos custos foram consideradas as atividades de implantação e manutenção. As atividades de implantação contemplam: aquisição de mudas; preparo do solo com coveamento e adubação; combate inicial de formigas; plantio replantio e controle de mato-competição, no ano 0. Enquanto que as atividades de manutenção consideradas foram: roçada; coroamento e combate permanente a formigas, a partir do ano 1. Ressalta-se que para a cultura de *P. taeda* consideram-se ainda os custos de desbaste e desramas nos anos acima citados.

Na determinação da produção, considerou-se para o eucalipto um IMA de 60 m³/ha/ano e para pinus utilizaram-se dados de volume de tabela de produção correspondentes a cada idade que ocorreram as colheitas.

No planejamento e levantamento de custos para implantação de um florestamento, consideram-se fatores de embasamento, que variam de acordo com a região alvo da análise e influenciam a avaliação econômica. Uma vez que a região alvo foi estabelecida, os custos foram embasados nos preços específicos para a região de implantação no período do levantamento.

Os dados foram processados no programa de planilhas Excel 2021, contendo custos e receitas, considerando valores reais no momento de ocorrência. Nas planilhas os custos foram organizados de acordo com a descrição, atividade realizada, ano de ocorrência, quantidade e os preços unitários. As receitas foram embasadas na produção e venda da madeira em pé. Foram construídos dois fluxos de caixa, proveniente dos custos e receitas distribuídos ao longo do empreendimento, um para cada espécie abordada no estudo.

4.3 Análise econômica

4.3.1 Indicativos econômicos utilizados

Para a análise econômica utilizou-se a taxa de juros real (6% a.a.) e foram calculados os seguintes indicadores econômicos:

- Valor Presente Líquido;
- Valor futuro Líquido;
- Taxa interna de Retorno;
- Razão Benefício/Custo;
- Custo Médio de Produção;
- Valor Periódico Equivalente.

4.3.1.1 Valor Presente Líquido (VPL)

O Valor Presente Líquido representa o valor atual de um investimento, estimado a partir dos custos e receitas futuras, descontados a uma taxa mínima de atratividade definida previamente (Eq. 1). Considera o valor do capital no tempo, transformando receitas futuras em valores atuais (GITMAN, 2004). Se o VPL apresentar valor maior que 0, o projeto é considerado viável.

Equação 1: Valor Presente Líquido.

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

Onde: VPL: Valor Presente Líquido (R\$/ha); R_j: Receita por período do projeto (R\$); C_j: Custo por período do projeto (R\$); n: Duração do projeto; j: Quantidade de tempo do projeto em anos; i: Taxa de desconto (%).

4.3.1.2 Valor Futuro Líquido

O Valor Futuro Líquido representa o valor futuro de um investimento, estimado a partir do VPL, a uma taxa mínima de atratividade definida previamente, no final do empreendimento (Eq. 2), se apresenta valor maior que 0, o projeto é rentável, pois o valor significa lucro no final da rotação. (SILVA; JACOVINE e VALVERDE, 2005)

Equação 2: Valor Futuro Líquido.

$$VFL = VPL * (1+i)^n$$

Onde: VFL: Valor Futuro Líquido (R\$/ha); VPL: Valor Presente Líquido (R\$/ha); n: Duração do projeto; i: Taxa de desconto (%).

4.3.1.3 Razão Benefício/Custo

A Razão Benefício/Custo estabelece a relação entre o valor presente da receita e o valor presente dos custos (Eq. 3). Quando apresenta valor maior que 1, o investimento é viável. (REZENDE; OLIVEIRA, 2001)

Equação 3: Razão Benefício/Custo.

$$B/C = \frac{\sum_{j=0}^n R_j / (1+i)^j}{\sum_{j=0}^n C_j / (1+i)^j}$$

Onde: R_j: Receita no ano j (R\$); C_j: Custo no ano j (R\$); i: Taxa de juros ou Taxa mínima de atratividade utilizada para o projeto (%); n: Duração do projeto; j: Quantidade de tempo do projeto em anos.

4.3.1.4 Custo Médio de Produção (CMP_r)

O Custo Médio de Produção representa o valor que gasto na produção de uma unidade de produto no valor presente (Eq. 4). Quanto menor o valor encontrado mais lucrativo é o empreendimento. Para que o projeto seja considerado viável o CMP_r deve ser menor que o preço pago pelo produto. (REZENDE; OLIVEIRA, 2001)

Equação 4: Custo Médio de Produção.

$$CMP_r = \frac{\sum_{j=0}^n C_j / (1+i)^j}{\sum_{j=0}^n V_j / (1+i)^j}$$

Onde: V_j : Produção no ano j (m^3); C_j : Custo no ano j (R\$); i : Taxa de juros ou Taxa mínima de atratividade utilizada para o projeto (%); n : Duração do projeto; j : Quantidade de tempo do projeto em anos.

4.3.1.5 Valor Periódico Equivalente (VPE)

É a parcela periódica e constante de lucro do investimento em análise ao longo de sua vida útil (Eq. 5). É economicamente viável quando apresenta valor maior que 0. (SILVA; JACOVINE e VALVERDE, 2005)

Equação 5: Valor Periódico Equivalente.

$$VPE = VPL * \frac{i(1+i)^n}{(1+i)^n - 1}$$

Onde: VPE: Valor Periódico Equivalente (R\$/ha/ano); VPL: Valor Presente Líquido (R\$/ha); i : Taxa de juros ou Taxa mínima de atratividade utilizada no projeto (%); n : Duração do projeto.

4.3.1.6 Taxa Interna de Retorno (TIR)

Representa a taxa de retorno do investimento, quando apresenta valor maior que a Taxa mínima de atratividade o investimento é viável (Eq. 6). Quanto maior a TIR, mais lucrativo é o projeto, e menor será o risco do investimento. (SILVA; JACOVINE e VALVERDE, 2005)

Equação 6: Taxa Interna de Retorno.

$$0 = \sum_{j=0}^n \frac{R_j}{(1+TIR)^j} - \sum_{j=0}^n \frac{C_j}{(1+TIR)^j}$$

Onde: TIR: Taxa Interna de Retorno (%); R_j : Receita no ano j (R\$); C_j : Custo no ano j (R\$); n : Duração do projeto; j : Quantidade de tempo do projeto em anos.

4.4 **Análise de sensibilidade**

A análise de sensibilidade objetiva simular diferentes cenários e analisar o impacto destes empreendimentos florestais. Na decisão entre investir ou não em uma cultura perene, há necessidade de verificar a viabilidade econômica e analisar os riscos e situações adversas que podem surgir durante a rotação do plantio.

Foi realizada uma análise de sensibilidade variando a TMA em três valores: 4% a. a., 8% a. a. e 10% a. a. Os indicadores econômicos calculados nos diferentes cenários de TMA foram: VPL, VPE, CMP_r, B/C e VFL.

4.5 Identificação do Raio de viabilidade econômica

De acordo com Silva *et. al.* (2005), é possível determinar uma distância máxima de um reflorestamento até a fábrica considerando os custos descapitalizados do empreendimento, incluindo o custo anual da terra e os custos de transporte da produção no final da rotação. Para o cálculo do raio de viabilidade econômica utilizou-se a Equação 7:

Equação 7: Distância Máxima de um reflorestamento até a Fábrica.

$$\sum_j^n R_j = \sum_j^n C_j + \frac{Ct. 2D. Pr}{(1 + i)^n}$$

Onde: R_j: Receita no ano j (R\$); C_j: Custo no ano j (R\$); i: Taxa de juros ou TMA utilizada para o projeto (%); n: Duração do projeto. D: Distância Máxima de um reflorestamento até a fábrica (Km); Pr: Produção a ser transportada (m³); Ct: Custo de Transporte (R\$/m³/km).

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Custos

O custo de implantação (Ano 0) de *E. grandis* para a produção de celulose no município de Reserva foi de R\$ 9.744,56/ha, como pode ser verificado na descrição das atividades e insumos da Tabela 1 e 2.

Tabela 1: Custos de implantação para *E. grandis* (insumos e atividades) em Reserva - PR. (Contínua)

CUSTOS DE IMPLANTAÇÃO (ANO 0)		UNIDADE	QUANTIDADE	VALOR UNITÁRIO (R\$)	TOTAL (R\$/ha)
INSUMOS	Herbicida (Roundap Original DI)	Litro	3	80	240.00
	Mudas (Plantio e Replântio 10%)	Unidade	1760	1.2	2112.00
	Calcário	Tonelada	1.5	200	300.00
	Formicida granulado (Dinagro S)	Kg	6	27.99	167.94
	Fertilizante (Plantio + Cobertura)	kg	240	9	2160.00
	Hidrogel (Hidroterragel)	Kg	1	32.62	32.62
ATIVIDADES	Plantio/Aplicação de adubação de Arranque	Unidade/ha	1	682	682.00
	Replântio	Unidade/ha	1	230	230.00
	Aplicação Formicida	Unidade/ha	1	315	315.00
	Aplicação Cobertura	Unidade/ha	1	345	345.00
	Subsolagem (Ripper + Rotativa)	Unidade/ha	1	1128	1128.00

Tabela 2: Custos de implantação para *E. grandis* (insumos e atividades) em Reserva - PR.

(Final)

CUSTOS DE IMPLANTAÇÃO (ANO 0)		UNIDADE	QUANTIDADE	VALOR UNITÁRIO (R\$)	TOTAL (R\$/ha)
ATIVIDADES	Abertura de Estradas e Aceiros (motoniveladora)	Hora	4	310	1240.00
	Aplicação de Herbicida	Unidade/ha	1	792	792.00
TOTAL				4152.81	9744.56

Fonte: A Autora (2023).

Foram planejados para a implantação: 1 pulverização de herbicida pré e pós emergente em área total antes do plantio e 1 pulverização de herbicida pós emergente entre linhas depois do plantio; 160 Kg/ha de fertilizante comercial para adubação de plantio e 80 Kg/ha para adubação de cobertura; 3 aplicações de 2 Kg/ha de formicida; 1.600 mudas para plantio e 160 para replantio (considerando 10% de mortalidade); mão de obra para realizar aplicação de herbicida, adubação (arranque e cobertura) e formicida, coveamento, plantio e replantio; terceirização de maquinários para o preparo do solo e abertura de estradas e aceiros.

Nos anos 1, 2 e 3 foram realizados os seguintes tratamentos silviculturais: aplicação de formicida e coroamento das mudas no plantio de *E. grandis* para celulose. Os custos com insumos e atividades previstas nesses anos estão descritos na Tabela 3.

Tabela 3: Custos com tratamentos silviculturais para *E. grandis* (insumos e atividades) em Reserva - PR.

	ANO DE OCORRÊNCIA	CUSTOS	UNIDADE	QUANTIDADE	VALOR UNITÁRIO (R\$)	TOTAL (R\$/ha)
INSUMOS	1	Formicida granulado (Dinagro S)	Kg	4	27.99	111.96
	2	Formicida granulado (Dinagro S)	Kg	3	27.99	83.97
	3	Formicida granulado (Dinagro S)	Kg	2	27.99	55.98
ATIVIDADES	1	Aplicação Formicida	Unidade/ha	1	315	315.00
		Coroamento	Unidade/ha	1	490	490.00
	2	Aplicação Formicida	Unidade/ha	1	315	315.00
		Coroamento	Unidade/ha	1	490	490.00
	3	Aplicação Formicida	Unidade/ha	1	315	315.00
		Coroamento	Unidade/ha	1	490	490.00
TOTAL					2498.97	2666.91

Fonte: A Autora (2023).

O custo da terra foi considerado como arrendamento, resultando em R\$ 2148,76/ha/ano. Os custos anuais de manutenção, administração e proteção totalizaram em R\$ 400,00/ha, distribuídos do 1° ao 7° ano.

O custo para a implantação *P. taeda* por sua vez, foi de R\$ 8.108,87/ha no ano 0 em que as atividades e insumos considerados estão descritos na Tabela 4.

Tabela 4: Custos de implantação para *P. taeda* (insumos e atividades) em Reserva - PR.

CUSTOS DE IMPLANTAÇÃO (ANO 0)		UNIDADE	QUANTIDADE	VALOR UNITÁRIO (R\$)	TOTAL (R\$/ha)
INSUMOS	Herbicida (Roundap Original DI)	Litro	3	80	240.00
	Mudas (Plantio e Replântio 10%)	Unidade	1222	0.93	1136.46
	Calcário	Tonelada	1.5	200	300.00
	Formicida granulado (Dinagro S)	Kg	6	27.99	167.94
	Fertilizante (Plantio + Cobertura)	kg	166.65	9	1499.85
	Hidrogel (Hidroterragel)	Kg	1	32.62	32.62
ATIVIDADES	Plantio/Aplicação de adubação de Arranque	Unidade/ha	1	682	682.00
	Replântio	Unidade/ha	1	230	230.00
	Aplicação Formicida	Unidade/ha	1	315	315.00
	Aplicação Cobertura	Unidade/ha	1	345	345.00
	Subsolagem (Ripper + Rotativa)	Unidade/ha	1	1128	1128.00
	Abertura de Estradas e Aceiros (motoniveladora)	Hora	4	310	1240.00
	Aplicação de Herbicida	Unidade/ha	1	792	792.00
TOTAL				4152.54	8108.87

Fonte: A Autora (2023).

Foram planejados para a implantação de *P. taeda*: 1 pulverização de herbicida pré e pós emergente em área total antes do plantio e 1 pulverização de herbicida pós emergente entre linhas depois do plantio; 111,1 Kg/ha de fertilizante comercial para adubação de plantio e 55,55 Kg/ha para adubação de cobertura; 3 aplicações de 2 Kg/ha de formicida; 1.111 mudas para plantio e 111 para replântio (considerando 10% de mortalidade); mão de obra para realizar aplicação de herbicida, adubação (arranque e cobertura) e formicida, coveamento, plantio e replântio; terceirização de maquinários para o preparo do solo e abertura de estradas e aceiros.

Nos anos 1, 2 e 3 foram realizados os seguintes tratamentos silviculturais: aplicação de formicida e coroamento das mudas. No 5º e 8º ano foram realizadas as desramas em área total. No 7º e 12º ano foi realizada a marcação para os desbastes planejados, os custos com insumos e atividades envolvidas estão descritos na Tabela 5.

Tabela 5: Custos com tratamentos silviculturais para *P. taeda* (insumos e atividades) em Reserva - PR.

	ANO DE OCORRÊNCIA	CUSTOS	UNIDADE	QUANTIDADE	VALOR UNITÁRIO (R\$)	TOTAL (R\$/ha)
INSUMOS	1	Formicida granulado (Dinagro S)	Kg	4	27.99	111.96
	2	Formicida granulado (Dinagro S)	Kg	3	27.99	83.97
	3	Formicida granulado (Dinagro S)	Kg	2	27.99	55.98
ATIVIDADES	1	Aplicação Formicida	Unidade/ha	1	315	315.00
		Coroamento	Unidade/ha	1	490	490.00
	2	Aplicação Formicida	Unidade/ha	1	315	315.00
		Coroamento	Unidade/ha	1	490	490.00
	3	Aplicação Formicida	Unidade/ha	1	315	315.00
		Coroamento	Unidade/ha	1	490	490.00
	5	1° Desrama	Unidade/ha	1	605	605.00
	7	Marcação para desbaste	Unidade/ha	1	360	360.00
8	2° Desrama	Unidade/ha	1	603	603.00	
12	Marcação para desbaste	Unidade/ha	1	360	360.00	
TOTAL					4426.97	4594.91

Fonte: A Autora (2023).

O custo da terra foi o mesmo considerado para *E. grandis* como arrendamento, resultando em R\$ 2148,76/ha/ano. Os custos anuais de manutenção, administração e proteção totalizaram em R\$ 400,00/ha, distribuídos do 1° ao 21° ano.

5.2 Receitas

Na obtenção dos valores de receita o preço de venda da madeira em pé considerado foi de R\$ 103,68/m³ para *E. grandis* no ano 7. No caso do *P. taeda* foram consideradas as receitas geradas pelos desbastes, nos anos 7 e 12 e no corte final no ano 21. O preço considerado para a Lenha foi de R\$ 128,46/m³ no primeiro desbaste e R\$ 151,43/m³ para serraria no segundo desbaste. No corte final (ano 21) o preço considerado foi de R\$ 266,13/m³, segundo a Secretaria de Estado da Agricultura e do Abastecimento (SEAB) - preço de produtos florestais referente a agosto de 2023, para a região administrativa de Ponta Grossa.

Para o cálculo de volume do *E. grandis*, utilizou-se um incremento de 60 m³/ha/ano (Tabela 6). Pereira (2021) afirma que um incremento de 44,92 m³/ha/ano pode ser facilmente ultrapassado pelo *Eucalyptus grandis*, sob boas condições e alta

qualidade de plantio, destacando que as receitas aumentam em função da alta produtividade.

Tabela 6: Receita referentes ao plantio de *E. grandis* para celulose em Reserva - PR.

ANO DE OCORRÊNCIA	VOLUME RETIRADO (m ³)	TONELADAS	DESTINO	VALOR UNITÁRIO (R\$)	TOTAL (R\$)
7	420	364.56	CELULOSE	103.68	43545.6

Fonte: A Autora (2023).

Para o cálculo de volume do plantio de *P. taeda*, utilizaram-se tabelas de produção da espécie com dados de volume regionais nas idades de 7, 12 e 21 anos, seguindo as características de operações adicionais: primeiro desbaste aos 7 anos, deixou um remanescente de 778 árvores/ha, o segundo desbaste aos 12 anos deixou um remanescente de 333 árvores/ha, e o corte raso aos 21 anos de idade do povoamento.

A produção esperada para estes dois desbastes, estratificada por produtos e os seus respectivos preços, está descrita na Tabela 7.

Tabela 7: Receitas referentes ao plantio de *P. taeda* em Reserva - PR.

ANO DE OCORRÊNCIA	VOLUME RETIRADO (m ³)	TONELADAS	DESTINO	VALOR UNITÁRIO (R\$)	RECEITA (R\$)
7	57.7	45	LENHA	128.46	7412.14
12	235.9	183	SERRARIA	151.43	35722.34
21	498.7	386	SERRARIA	266.13	132719.03
TOTAL	792	614	-	546.02	175853.51

Fonte: A autora (2023).

Observa-se na Tabela 7, que no primeiro desbaste a finalidade do volume retirado foi a Lenha, diferindo-se da retirada posterior, em função do diâmetro não ser suficiente para serraria, o diâmetro considerado para a idade de 7 anos é menor que 18 cm na ponta fina, e na idade de 12 anos tem entre 18 e 25 cm, o comprimento de tora considerado é de 3 m. Essas características definem os preços que a madeira será comercializada no município de Reserva, no corte raso o diâmetro na ponta fina fica entre 25 e 35 cm.

Pereira (2021) realizou uma análise com regime de manejo com dois desbastes em eucalipto para serraria, afirmando que esse regime permite melhor crescimento das árvores em diâmetro. Além disso o autor destaca como alternativa atrativa para o investimento florestal, pois o investidor obtém receitas em diferentes períodos, porém suas receitas no primeiro desbaste podem ser prejudicadas pelo preço pago ao metro cúbico de lenha em pé de R\$ 42,48/m³ naquela região. Entretanto, o preço pago pela lenha na região do presente estudo para *P.taeda* foi de

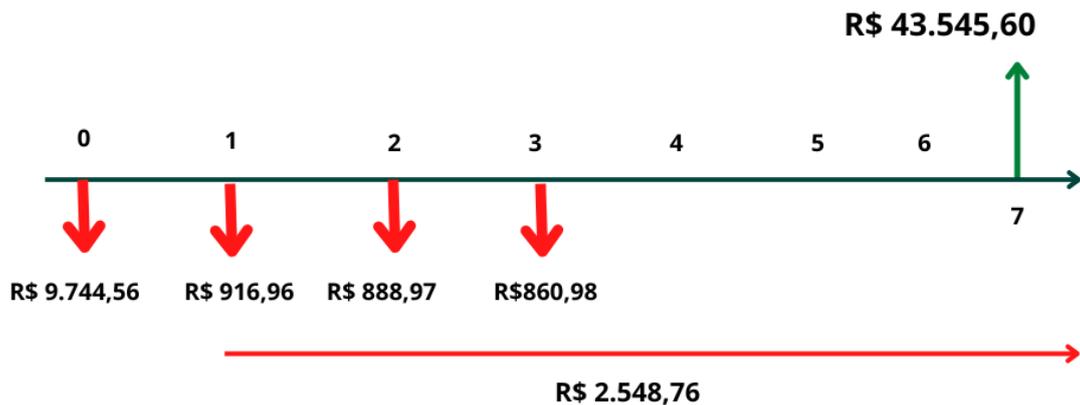
R\$ 128,46/m³ (Tabela 7), superando o preço pago para celulose de R\$103.62 (Tabela 6), demonstrando a valorização da lenha na região de Reserva - PR.

5.3 Fluxo de caixa

O fluxo de caixa é a demonstração visual das entradas e saídas do investimento ao longo do tempo. O eixo horizontal representa a rotação total, as setas descendentes em vermelho representam os custos nos respectivos anos e as setas ascendentes em verde representam as receitas nos respectivos anos. As linhas horizontais em vermelho representam os custos anuais do empreendimento (Figuras 3 e 4).

A Figura 3 representa o fluxo de caixa de *E. grandis* para celulose e possui apenas uma receita no ano 7, correspondente ao corte raso.

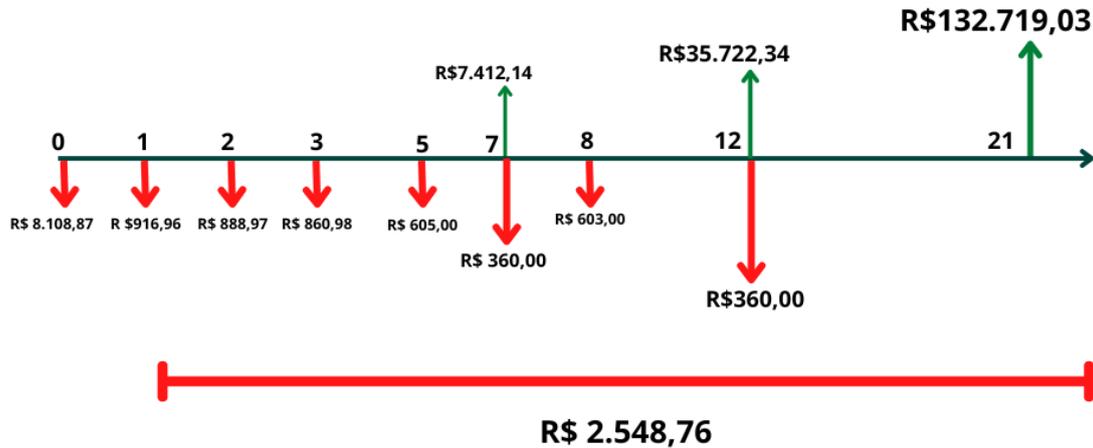
Figura 3: Fluxo de Caixa de *E. grandis* para celulose no município de Reserva - PR.



Fonte: A Autora (2023).

A Figura 4 representa o fluxo de caixa para *P. taeda* para serraria, onde visualizam-se as receitas distribuídas em 3 anos distintos em função do regime adotado com 2 desbastes, sendo que a maior delas está no 21º ano, que representa o corte raso no final da rotação, onde são retiradas as árvores de maior diâmetro.

Figura 4: Fluxo de Caixa de *P. taeda* para serraria no município de Reserva - PR.



Fonte: A Autora (2023).

Pereira (2014) ressalta que um grande atrativo em culturas perenes é a possibilidade de obter receitas no meio da rotação, proporcionada pelo regime de manejo com desbastes.

Moreira (2015) destaca que o regime com desbastes é utilizado quando o objetivo da produção é a obtenção de maior volume de madeira com diâmetro elevado, entretanto, sua duração é mais longa.

Rabobanck (2008), afirma que as culturas florestais passam por um fluxo de caixa negativo por muito tempo, isso difere das culturas anuais, e sugere que esses efeitos podem ser minimizados através da utilização de financiamentos de longo prazo, ou pela parceria com empresas que fomentam os reflorestamentos.

Zancanaro (2019) analisou o impacto da linha de financiamento do programa ABC na rentabilidade financeira de um plantio florestal de *E. urophylla* para energia, e concluiu que o empreendimento florestal financiado é viável economicamente e apresenta maior lucratividade quando comparado ao empreendimento sem financiamento sob uma TMA de até 8% a.a. Porém em cenários com uma TMA acima de 10% a. a. a autora concluiu que o lucro gerado pela atividade sem financiamento é maior.

5.4 Análise econômica

A análise econômica foi realizada para *E. grandis* e *P. taeda* a uma taxa de desconto real de 6% a. a. e apresentou os resultados descritos na Tabela 8.

Tabela 8: Indicativos econômicos analisados para *E. grandis* e *P. taeda* a 6% a. a. no município de Reserva - PR.

	INDICATIVO	Sl o custo da Terra	Cl o custo da Terra
<i>E. grandis</i>	VPL (R\$/ha)	14603.67	2608.47
	CMpr (R\$/m ³)	51.40	94.34
	VPE (R\$/ha/ano)	2616.03	467.27
	B/C	2.02	1.10
	TIR (%)	19%	8%
	VFL (R\$/ha)	21958.51	3922.17
	VET (R\$/ha)	56259.78	-
<i>P. taeda</i>	VPL (R\$/ha)	45280.04	20001.86
	CMpr (R\$/m ³)	54.39	138.01
	VPE (R\$/ha/ano)	3849.01	1700.25
	B/C	3.75	1.48
	TIR (%)	17%	10%
	VFL (R\$/ha)	153932.38	67997.60
	VET (R\$/ha)	64490.78	-

Fonte: A Autora (2023).

Percebe-se na Tabela 8, que o plantio de *E. grandis* se apresentou economicamente viável em ambas as situações, com o custo da terra e sem o custo da terra. Quando desconsiderado o custo da terra, o empreendimento se apresentou mais atrativo, gerando um lucro (VPL) de R\$ 14.603,67/ha, que transformado em parcelas anuais (VPE) representa um total de R\$ 2.616,03/ha. O valor máximo a ser pago pela terra (VET) sem tornar o projeto inviável é de R\$ 56.259,78/ha. Quando considerado o custo da terra os valores de VPL e VPE são inferiores, mesmo assim são suficientes para remunerar todos os custos de produção (terra, trabalho e capital) e apresentar um retorno de R\$ 1,10 para cada R\$1,00 investido, além de apresentar lucro de R\$ 3.922,17 aos 7 anos (VFL), confirmando a rentabilidade do empreendimento no final da rotação. O CMPr considerando o custo da terra apresentou valor de R\$ 9,34 menor que o preço pago pela madeira para celulose que é de R\$ 103,68/m³.

De Oliveira *et al.* (2008) analisou a viabilidade econômica de plantios de *Eucalyptus grandis* para a produção de celulose, e concluiu que os plantios em terras pouco produtivas são inviáveis e pequenas mudanças no preço de venda da madeira provocam grandes alterações na lucratividade, sugerindo medidas que visem aumentar o preço desse produto. Os autores citam alternativas que podem viabilizar

o plantio e aumentar o lucro dos plantios, como reduzir o diâmetro mínimo aproveitável do fuste e o comprimento das toras.

Pereira (2021) ressalta a importância de considerar o custo da terra em uma análise de viabilidade econômica florestal, pois ainda que o produtor já possua a terra, a mesma poderia ser empregada em outra atividade mais rentável.

O plantio de *P. taeda* também se apresentou economicamente viável e rentável em ambas as situações, com o custo da terra e sem o custo da terra. Na Tabela 8, observa-se que o empreendimento apresentou uma TIR de 10% considerando o custo da terra, uma boa margem de segurança em relação a TMA de 6%. O VPL apresentou valor de R\$ 20.001,86/ha e o VPE de R\$ 1.700,25/ha/ano, o VET é de R\$64.490,78/ha, estabelecendo o preço máximo da terra para que o projeto seja viável. Outro indicativo que apresentou valor significativo foi o VFL de R\$ 67.997,60 ao final da rotação de 21 anos, confirmando a rentabilidade do projeto. A madeira deve ser comercializada por um preço mínimo de R\$ 138,01/m³ para garantir lucro.

Stupp *et al.* (2017) analisou a viabilidade econômica do cultivo do *Pinus taeda* com 2 desbastes em Santa Catarina para colheita aos 25 anos e concluiu que o projeto é viável, porém arriscado. O VPL encontrado pelo autor foi de R\$ 358,65 e a TIR de 10,44%, nota-se que o VPL apresentou valor inferior ao encontrado no presente estudo de R\$20.001,86 para o *P. taeda*, porém a TIR apresentou maior valor que a do presente estudo que foi de 10%. Isso demonstra que apesar do projeto gerar uma receita maior os custos também aumentaram seu valor junto a alta variação de preços no mercado no decorrer do tempo, são fatores que impactam fortemente o retorno do investimento.

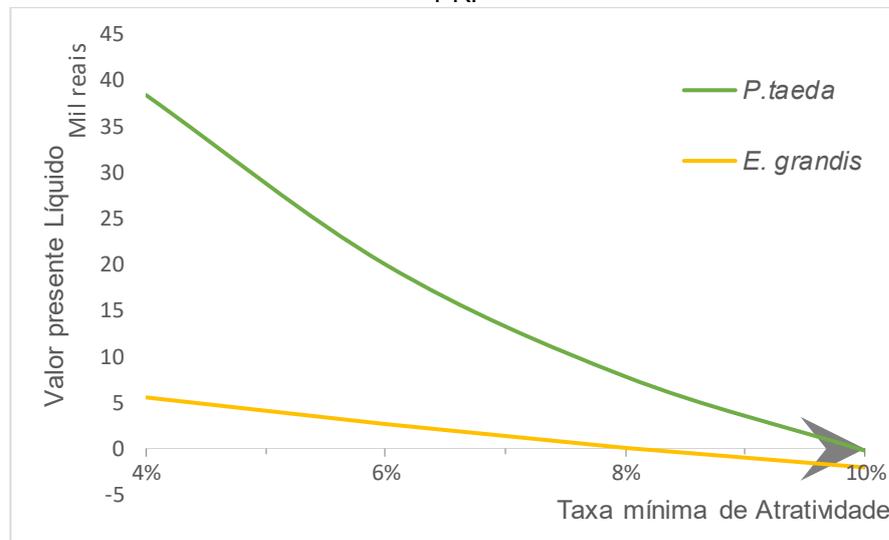
Stupp *et al.* (2017) recomendou o comparativo do rendimento do *P. taeda* com o rendimento do cultivo de *Eucalyptus*. Na comparação econômica entre os plantios de *P. taeda* e *E. grandis*, o plantio de *E. grandis* apresentou viabilidade e rentabilidade, entretanto considerando o custo da terra, a geração de riqueza do empreendimento é inferior ao *P.taeda*, apesar da rotação mais curta do *E. grandis*. Ainda que o VPL apresente valores positivos, nota-se a necessidade de redução de custos do empreendimento para que o mesmo possa apresentar receitas maiores.

O empreendimento de *P. taeda* por sua vez se destacou pela sua viabilidade e rentabilidade, além da possibilidade de obter receitas no meio da rotação em função do regime de desbastes adotado.

5.5 Análise de sensibilidade

Para a análise de sensibilidade aplicaram-se variações na TMA de 4, 8 e 10%, para os plantios de *P. taeda* e *E. grandis*. Essas variações foram analisadas para os custos e receitas considerados na análise econômica, no objetivo de identificar o quanto suscetível ao prejuízo ou lucro, o empreendimento será em diferentes cenários econômicos. No Gráfico 1, observam-se as variações do VPL sob diferentes taxas de juros para os plantios de *P. taeda* e *E. grandis*.

Gráfico 1: VPL de *E. grandis* e *P. taeda* analisado sob diferentes TMA's no município de Reserva - PR.



Fonte: A Autora (2023).

No Gráfico 1, observa-se que o *E. grandis* apresentou viabilidade até o cenário de 8% de TMA, na medida que a TMA aumenta o lucro do empreendimento diminui, e quando a TMA é superior a 8% o empreendimento se torna inviável e VPL passa a ser negativo. O *P. taeda* por sua vez apresentou ser inviável no cenário com TMA de 10% quando o VPL passa a ser negativo. Os valores dos indicadores econômicos encontrados sob a variação das TMA's estão descritos nas Tabelas 9 e 10.

Tabela 9: Análise de sensibilidade para *E. grandis* no município de Reserva - PR.

(Contínua)

		Taxa mínima de atratividade (%)			
Indicativo		4%	6%	8%	10%
<i>E. grandis</i>	VPL (R\$/ha)	5579.72	2608.47	99.43	-2022.37
	CMP _r (R\$/m ³)	86.20	94.34	103.27	113.06
	VPE (R\$/ha/ano)	929.63	467.27	19.10	-415.41
	B/C	1.20	1.10	1.00	0.92
	VFL (R\$/ha)	7342.52	3922.17	170.41	-3941.02

Tabela 10: Análise de sensibilidade para *P. taeda* no município de Reserva - PR.

(Final)

		Taxa mínima de atratividade (%)			
		Indicativo	4%	6%	8%
P. taeda	VPL (R\$/ha)	38415.12	20001.86	7851.63	-203.64
	CMP _r (R\$/m ³)	116.50	138.01	163.52	193.56
	VPE (R\$/ha/ano)	2738.23	1700.25	783.85	-23.55
	B/C	1.80	1.48	1.21	0.99
	VFL (R\$/ha)	87539.15	67997.60	39523.81	-1506.99

Fonte: A Autora (2023).

Observa-se na Tabela 9, os indicadores do plantio de *E. grandis*, o CMP_r no cenário de 10% já supera o preço pago pela madeira para celulose na região que é de R\$ 103,68/m³, assim como os indicadores VPL, VFL e VPE que passam a apresentar valores negativos a partir desse cenário, apontando a inviabilidade e ausência de renda do projeto.

Na tabela 10, o *P. taeda* apresenta no cenário de 10%, valores negativos de VPL, VFL e VPE, indicando inviabilidade, nesse cenário. O CMP_r passa a ter valor maior que o preço pago pela madeira no corte raso na região de R\$266,13/m³, representando prejuízo.

No comparativo da análise de viabilidade entre os plantios de *E. grandis* para celulose e *P. taeda* para serraria, nota-se que ambos são inviáveis somente no cenário de 10%, entretanto o *P. taeda* apresenta menor prejuízo perante esse cenário.

DALL'AGNOL (2013) aplicou diferentes TMA's (%) para diferentes produtividades (m³/ha) a diferentes preços venda (R\$/m³) buscando o máximo de cenários pessimistas e otimistas para um plantio de *P. taeda* para celulose. No pior de todos os cenários, ou seja, a maior TMA, menor produtividade e preço de venda a autora encontrou TIR de 7,6%. E para o melhor cenário, baixa TMA e alta produtividade e preço de venda, a TIR foi de 19,4%, demonstrando que as variações influenciam fortemente o retorno do empreendimento. A autora, porém, alertou sobre o risco da análise individual desse indicador, que mesmo quando apresenta altos valores nem sempre representa a viabilidade do investimento. O alerta afirma que a análise de viabilidade econômica leva em consideração diversos indicadores econômicos, e principalmente os custos da atividade.

Pereira (2021) ressalta a importância de analisar a sensibilidade do empreendimento principalmente, quando visa-se extrair receitas do mercado nacional que sofre diversas oscilações no decorrer do tempo.

5.6 Raio de viabilidade econômica

O raio de viabilidade econômica é a distância máxima de um reflorestamento até a fábrica ou serraria, calculada com base em receitas e custos sob aplicação da TMA do empreendimento, e o custo de transporte. Na região considerou-se um custo médio de R\$ 0,52/m³/km, e de R\$ 50,00/m³ para colheita.

O preço de venda da madeira de *E. grandis*, entregue na fábrica é de R\$ 210,00/m³. Para o *P. taeda* o preço de venda no ano 12 é de R\$ 281,43/m³ e no corte raso de R\$ 406,13/m³. Os resultados encontrados estão descritos na Tabela 11.

Tabela 11: Valores considerados para o cálculo de Distância máxima até a fábrica considerando o custo da terra.

	<i>E. grandis</i>		<i>P. taeda</i>	
	Corte raso	1° desbaste	2° desbaste	Corte raso
Receita (R\$/ha)	58658.04	4929.50	30648.77	59577.36
Custo (R\$/ha)	40318.40	27086.94	40467.28	56417.44
Custo de Transporte (R\$/m³/km)	0.52	0.52	0.52	0.52
Distância máxima até a fábrica (km)	63.0	-555.2	-80.5	20.7

Fonte: A Autora (2023).

De acordo com a Tabela 11, verifica-se que para o plantio de *E. grandis* a distância máxima que o empreendimento pode se estabelecer da fábrica é de 63 km. Se o cliente exige a entrega ajusta-se o preço de venda da madeira, para que o custo do frete seja remunerado.

Os resultados para o *P. taeda* demonstram que nos desbastes o valor de distância está negativo, pois o volume de madeira retirado é pequeno e tem diâmetros menores, dessa forma as receitas geradas não cobrem os custos com frete até a fábrica. Entretanto no corte raso onde os diâmetros aumentam e existe maior quantidade de volume retirado, a distância máxima que o empreendimento pode se estabelecer da fábrica é de 20,7 km.

Oliveira (2008) analisou as implicações econômicas derivadas das distâncias entre os plantios e a indústria consumidora, o autor afirma que à lucratividade da atividade florestal está diretamente relacionada com o custo de transporte, o qual tem

efeito significativo na viabilidade do plantio, e deve ser analisado com cuidado no momento de definir a localização do empreendimento florestal.

6 CONCLUSÃO

A partir das análises de viabilidade econômica realizadas, conclui-se que ambos os plantios são viáveis, tanto *E. grandis* para celulose como *P. taeda* para serraria, mesmo considerando o custo da terra, que está bem alto no município de Reserva - PR.

A análise de sensibilidade demonstrou que em cenários pessimistas de maior TMA, ambos os plantios se tornam inviáveis a partir de 10% a.a. Entretanto o *E. grandis* é mais suscetível a oscilações na TMA que o *P. taeda*. Nesses casos, a alternativa é a busca pelo aumento da produtividade e redução de custos, assim como estratégias para agregar valor à madeira.

O Raio de viabilidade econômica demonstrou que o plantio de *E. grandis* possui uma distância máxima até a fábrica maior, se comparada ao *P. taeda* no corte raso, e que, nos desbastes de *P. taeda* as receitas ainda são insuficientes para cobrir os custos de transporte.

Quando comparadas as culturas de *E. grandis* e *P. taeda*, nota-se que o *E. grandis* para celulose possui ciclo mais curto e a ausência de custos com desramas e desbastes. Em contrapartida, o *P. taeda* se mostrou menos suscetível a inviabilidade sob as oscilações na TMA que podem acontecer no horizonte de tempo da rotação, além de permitir receitas durante a rotação.

Ressalta-se a importância das análises econômicas considerando todos os custos, levantados no momento do planejamento de plantio, e todas as possíveis receitas a serem adquiridas para diferentes finalidades. Essas informações agregam de forma certa ao produtor, que conhecendo os riscos e oportunidades do seu empreendimento, poderá tomar as melhores decisões sobre seu reflorestamento.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANDRADE, F. A. DE. **Degradação de tocos de *Eucalyptus grandis* por fungos.** 2003. ix, 58 f. Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrônômicas, 2003.
- ASSOCIAÇÃO PARANAENSE DE EMPRESAS DE BASE FLORESTAL (APRE). **Estudo Setorial 2022.** Disponível em: <https://apreflorestas.com.br/wp-content/uploads/2022/11/Estudo-Setorial-Apre-2022.pdf>. Acesso em: 23 de outubro, 2023.
- BAGGIO, M.F. **Análise da viabilidade econômica de um plantio de *Pinus sp.* para a produção de Celulose em pequenas propriedades no Sudoeste do Paraná.** 2014. 42f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Florestal) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Dois Vizinhos, 2014.
- BICHARA, S. **Arquitetura e Características Morfológicas da raiz em Espécies de Eucalipto em resposta à disponibilidade do Fósforo.** 2022.
- DALL'AGNOL, Ana Amélia. **Análise econômica de Eucalipto para fins energéticos no município de Dois Vizinhos-PR.** 2013. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Dois Vizinhos, 2013.
- DE OLIVEIRA, Antonio Donizette *et al.* Avaliação econômica de plantios de *Eucalyptus grandis* para a produção de celulose. **Cerne**, v. 14, n. 1, p. 82-91, 2008.
- DE VECHI, Anderson; JÚNIOR, Carlos Alberto De Oliveira Magalhães. Aspectos positivos e negativos da cultura do eucalipto e os efeitos ambientais do seu cultivo. **Revista Valore**, v. 3, n. 1, p. 495-507, 2018.
- EMBRAPA. **O Eucalipto.** 2019. Disponível em: <https://www.embrapa.br/florestas/transferencia-de-tecnologia/eucalipto>. Acesso em: 23 de outubro, 2023.
- EMBRAPA. **O Pinus.** 2020. Disponível em: <https://www.embrapa.br/florestas/transferencia-de-tecnologia/pinus>. Acesso em: 23 de outubro, 2023.
- EMBRAPA. **Argissolos Vermelho-Amarelos.** 2021. Disponível em: <https://www.embrapa.br/agencia-de-informacao-tecnologica/territorios/territorio-mata-sul-pernambucana/caracteristicas-do-territorio/recursos-naturais/solos/argissolos-vermelho-amarelos>. Acesso em: 23 de outubro, 2023.
- GEOINFO. **Mapa de solos do estado do Paraná.** 2020. Disponível em: https://geoinfo.cnps.embrapa.br/layers/geonode%3Aparana_solos_20201105.
- GITMAN, L. J. **Princípios de Administração Financeira**, 2 ed. Bookman, 610p., 2004.
- INDÚSTRIA BRASILEIRA DE ÁRVORES (IBÁ). **Relatório Anual 2022.** Disponível em: <https://www.iba.org/datafiles/publicacoes/relatorios/relatorio-anual-iba2022-compactado.pdf>. Acesso em: 23 de outubro, 2023.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Portal Cidades – Reserva, PR. 2022.

INSTITUTO PARANAENSE DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E SOCIAL (IPARDES). **Leituras Regionais Mesorregião Geográfica Centro-Sul Paranaense**. Disponível em: <http://www.ipardes.gov.br/>. Acesso em: 23 de outubro, 2023.

INSTITUTO DE TERRAS CARTOGRAFIA E GEOGRAFIA DO PARANÁ (ITCG). **Clima – Classificação de Köppen**. 2013. Disponível em: <http://www.geo.pr.gov.br/ms4/itcg/geo.html>. Acesso em: 23 de outubro, 2023.

MENEGUZZO, I. S. **Considerações a respeito do conceito de depressão periférica aplicado ao Segundo Planalto Paranaense**. GEOGRAFIA, Londrina, PR, 2005. V. 14 n. 2.

MOREIRA, J. M. M. A. P, *et al.* **Avaliação econômica do cultivo de *Pinus spp.* para um sistema de produção modal no Sul do Brasil**. In: CONGRESSO FLORESTAL PARANAENSE, 2015, Curitiba.

DE OLIVEIRA, Fabio Lucas *et al.* Propriedades da madeira de *Pinus taeda L.* em função da idade e da posição radial na tora. **Revista do Instituto Florestal**, 2006.

PEREIRA, Marcus Ovidio de Freitas. **Análise da viabilidade econômica de um plantio de *Eucalyptus grandis* W. Hill ex Maiden destinado para serraria no núcleo regional de Dois Vizinhos-PR**. 2021. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Dois Vizinhos. 2021.

REZENDE, J. L. P.; OLIVEIRA, A. D. **Análise Econômica e Social de Projetos Florestais**. Viçosa, MG: UFV, 2001. 389 p.

SEAB – Secretaria estadual da agricultura e abastecimento. **Dados agropecuários**, 2023.

SHIMIZU, Jarbas.Yukio. Pinus na silvicultura brasileira. **Revista Madeira**, Curitiba, n. 83, ano 14, 2004. Disponível em: www.remade.com.br/pt/artigos_tecnicos_list.php?cat=1465. Acesso em: 18 de janeiro de 2014.

SILVA, Márcio. Lopes.; JACOVINE, Laércio Antônio Gonçalves; VALVERDE, Sebastião Renato. **Economia Florestal**. 2 ed. Viçosa – MG, 2008, p. 178.

STÜPP, Diego Rafael; JÚNIOR, Orlando Luiz Heck; EYERKAUFER, Marino Luiz. **Análise da viabilidade econômico-financeira do cultivo de *Pinus taeda* em propriedades rurais do Alto Vale do Itajaí-SC**. In: Anais do Congresso Brasileiro de Custos-ABC. 2017.

ZANCANARO, Gabriela Grisang. **Análise do impacto da linha de financiamento do programa ABC na rentabilidade financeira de um plantio florestal de *Eucalyptus urophylla* para energia**. 2019. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Dois Vizinhos, 2019.