

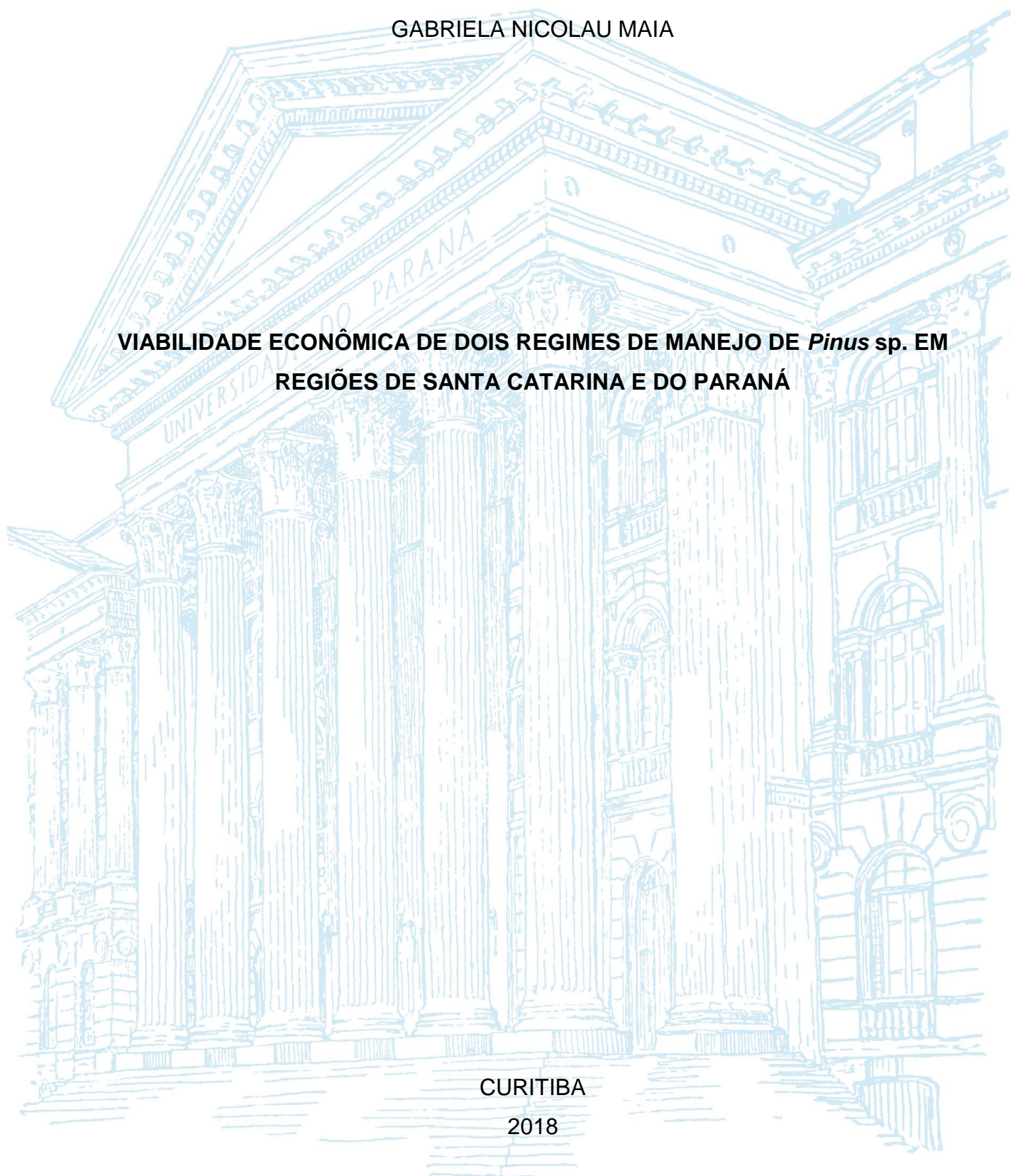
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

GABRIELA NICOLAU MAIA

**VIABILIDADE ECONÔMICA DE DOIS REGIMES DE MANEJO DE *Pinus* sp. EM  
REGIÕES DE SANTA CATARINA E DO PARANÁ**

CURITIBA

2018



GABRIELA NICOLAU MAIA

**VIABILIDADE ECONÔMICA DE DOIS REGIMES DE MANEJO DE *Pinus sp.* EM  
REGIÕES DE SANTA CATARINA E DO PARANÁ**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Graduação em Engenharia Florestal, Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel em Engenharia Florestal.

Orientador: Prof. Dr. Vitor Afonso Hoeflich  
Coorientador: Dr. José Mauro Magalhães Ávila Paz Moreira

CURITIBA

2018

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço à minha família e aos meus amigos pelo incentivo e suporte durante toda a minha jornada acadêmica.

À Universidade Federal do Paraná pela estrutura e pelo aprendizado durante a graduação.

À Embrapa Florestas pela estrutura oferecida durante o estágio obrigatório e a realização deste trabalho de conclusão de curso. Ao Ministério Público do Estado do Paraná pelos conhecimentos adquiridos durante o estágio e desenvolvimento profissional.

Aos mestres do curso de Engenharia Florestal que compartilharam seus conhecimentos em sala de aula e acompanharam a minha jornada enquanto universitária, em especial aos professores Alexandre França Tetto, Carlos Eduardo Camargo de Albuquerque, Renato Cesar Gonçalves Robert, Paulo de Tarso de Lara Pires e Marcelo Ricardo de Lima.

Ao meu orientador Prof. Dr. Vitor Afonso Hoeflich pela paciência, sabedoria e confiança, não só na orientação deste trabalho, mas por todas as demais atividades realizadas em conjunto e as oportunidades proporcionadas.

Ao meu coorientador Dr. José Mauro Magalhães Ávila Paz Moreira pela inspiração, confiança e pelos conhecimentos repassados, principalmente na área de microeconomia.

À Empresa Júnior de Consultoria e Planejamento Florestais (COPLAF) pelo intenso aprendizado e pelas amizades proporcionadas.

## RESUMO

As florestas plantadas possuem um forte desempenho econômico no Brasil incrementando em 6,2% o PIB industrial, além de representarem 91% de toda a madeira produzida para fins industriais no país. Dentre as espécies que possuem maior destaque nos plantios florestais estão as do gênero *Pinus*, o qual é o mais plantado no estado do Paraná, região que possui a maior área de plantio de pinus do país, seguida de Santa Catarina. Os plantios florestais podem ser boas alternativas de investimento para o produtor rural, mas para isso é necessário que o mesmo tenha um bom planejamento da sua produção. Um estudo de mercado avaliando sortimentos bem como os preços dos produtos e uma avaliação econômica são fatores imprescindíveis para um investimento florestal. O presente trabalho teve como objetivo analisar economicamente dois sistemas de manejo de *Pinus* sp. nos estados do Paraná e Santa Catarina em função da variação de preços em dois sortimentos de toras e da taxa de desconto e avaliar a relação das variáveis de preços com os indicadores econômicos utilizados por meio de regressão linear. Os regimes de manejo adotados foram sem desbastes e com dois desbastes, os sortimentos utilizados foram o S2 de 18 a 25 centímetros (cm) e o S3 de 25 a 35 cm, com variações de preço de R\$42,50 a R\$180,00 e taxas de desconto variando de 3% a 8% gerando um total de 267.583 combinações para análise. Os indicadores econômicos utilizados na análise foram o Valor Anual Equivalente (VAE) e a Taxa Interna de Retorno (TIR). Os resultados demonstraram que para o cenário base, com preços de R\$92,50 para o sortimento S2 e R\$135,00 para o sortimento S3, a uma taxa de desconto de 3,91%, os dois regimes se mostraram viáveis economicamente, sendo que o regime com dois desbastes apresentou uma rentabilidade maior. A análise de sensibilidade mostrou que o regime sem desbastes é muito mais sensível as alterações de preço do sortimento S2, já o regime com dois desbastes apresenta uma sensibilidade mais equilibrada em relação ao preço dos dois produtos. A medida que a taxa de desconto é elevada o impacto das alterações de preço diminui nos dois regimes. O coeficiente de determinação ( $R^2$ ) calculado na regressão linear foi igual a 1, demonstrando que o modelo ajustado é explicativo para as variáveis analisadas. Um acompanhamento das flutuações dos preços dos sortimentos é fundamental para que o investidor tome a melhor decisão, pois alterações relevantes podem fazer com que o produtor antecipe ou prolongue o ciclo de produção.

Palavras-chave: Análise econômica. Sensibilidade. Preços. TMA.

## ABSTRACT

Planted forests have a strong economic performance in Brazil, increasing by 6.2% the industrial GDP, besides representing 91% of all the wood produced for industrial purposes in the country. Among the species that are most prominent in the forest plantations are those of the genus *Pinus*, which is the most planted in the state of Paraná, which has the largest pine plantation area in the country, followed by Santa Catarina. Forest plantations can be good investment alternatives for the rural producer, but for this it is necessary that the plantation has a good planning of its production. A market study evaluating assortments as well as product prices and an economic evaluation are essential factors for a forestry investment. The present work had the objective of analyzing economically two management systems of *Pinus* sp. in the states of Paraná and Santa Catarina due to the variation of prices in two assortments of logs and the discount rate and to evaluate the relationship of the price variables with the economic indicators used by means of linear regression. The management regimes adopted were without slabs and with two slabs, the assortments used were the S2 of 18 to 25 centimeters (cm) and the S3 of 25 to 35 cm, with price variations from R\$ 42.50 to R\$ 180.00 and discount rates ranging from 3% to 8% generating a total of 267,583 combinations for analysis. The economic indicators used in the analysis were the Equivalent Annual Value (EAV) and the Internal Rate of Return (IRR). The results showed that for the base scenario, with prices of R\$ 92.50 for assortment S2 and R\$ 135.00 for assortment S3, at a discount rate of 3.91%, the two schemes proved to be economically viable. that the two-slab regime showed a higher profitability. The sensitivity analysis showed that the non-slab regime is much more sensitive to the price changes of the S2 assortment, since the two slab regime presents a more balanced sensitivity in relation to the price of the two products. As the discount rate is high the impact of price changes decreases in the two regimes. The coefficient of determination ( $R^2$ ) calculated in the linear regression was equal to 1, demonstrating that the adjusted model is explanatory for the variables analyzed. A monitoring of fluctuations in the prices of assortments is essential for the investor to make the best decision, as relevant changes may cause the producer to anticipate or prolong the production cycle.

Keywords: Economic analysis. Sensitivity. Prices. MARR.

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>8</b>
<b>2 OBJETIVOS .....</b>	<b>10</b>
2.1 OBJETIVO GERAL.....	10
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	10
<b>3 REFERENCIAL TEÓRICO .....</b>	<b>11</b>
3.1 REGIÕES DE ESTUDO.....	11
3.2 GÊNERO PINUS .....	14
3.3 SISTEMAS DE MANEJO E SORTIMENTOS .....	14
3.4 ANÁLISE ECONÔMICA.....	16
<b>4 MATERIAL E MÉTODOS .....</b>	<b>17</b>
4.1 MODAL DE PRODUÇÃO .....	17
4.2 ANÁLISE DE VIABILIDADE ECONÔMICA .....	19
4.2.1 Indicadores econômicos.....	19
4.2.1.1 Valor Presente Líquido (VPL).....	19
4.2.1.2 Valor Anual Equivalente (VAE) .....	19
4.2.1.3 Taxa Interna de Retorno (TIR) .....	20
4.3 COMBINAÇÕES DE PREÇOS E TAXAS.....	20
4.4 MODELO DE REGRESSÃO EM FUNÇÃO DOS PREÇOS DOS SORTIMENTOS .....	22
<b>5 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>23</b>
5.1 ANÁLISE ECONÔMICA NO CENÁRIO-BASE .....	23
5.2 ANÁLISE DE SENSIBILIDADE .....	24
5.3 REGRESSÃO LINEAR .....	29
<b>6 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES .....</b>	<b>32</b>
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>33</b>
<b>APÊNDICE 1 – FLUXO DE CAIXA REGIME SEM DESBASTES .....</b>	<b>38</b>
<b>APÊNDICE 2 – FLUXO DE CAIXA REGIME COM DOIS DESBASTES .....</b>	<b>39</b>
<b>APÊNDICE 3 – RESUMO DAS REGRESSÕES.....</b>	<b>40</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Os plantios florestais são fonte de diversos produtos e subprodutos presentes em nossas vidas. Além de exercerem grande influência atenuando os efeitos das mudanças climáticas, também fornecem serviços ambientais, tais como qualidade de solo, ar e água, e também a conservação da biodiversidade (IBA, 2017).

No Brasil, os plantios florestais começaram a se desenvolver na década de 60 devido a lei dos incentivos fiscais ao reflorestamento (Lei nº 5.106/66) surgindo como uma opção econômica para regiões com condições adversas de relevo, clima ou solo (RETSLAFF et al., 2016).

A área de florestas plantadas no Brasil é de 7,84 milhões de hectares, desses, 1,6 milhão de hectares são do gênero pinus e concentram-se principalmente no Paraná (42%) e em Santa Catarina (34%). As espécies do gênero eucalipto junto com as do gênero pinus compõem as espécies mais utilizadas nas plantações florestais brasileiras (IBA, 2017). A expressão do pinus na região sul é explicada devido ao clima mais propício para o seu desenvolvimento, com temperaturas médias mais baixas. Outro fator importante é a concentração de empresas associadas ao uso de madeira de pinus em seus processos industriais nessa região (APRE, 2018).

A atuação na sustentabilidade, inovação e competitividade faz da indústria brasileira de florestas plantadas referência mundial. O setor brasileiro florestal representa 91% de toda a madeira produzida para fins industriais, além de contribuir em 6,2% do PIB Industrial brasileiro, tornando a indústria florestal um dos segmentos com maior potencial de economia de baixo carbono. O país ainda configura entre os principais produtores de celulose, papel e painéis de madeira no mundo, o que resulta em grandes investimentos tecnológicos em processos industriais para o fortalecimento de uma economia verde brasileira (IBA, 2017).

Ainda de acordo com a Indústria Brasileira de Árvores (2017), os compensados são em sua maioria destinados à exportação (60%) e o mercado interno de madeira serrada é superior ao externo (74%), fato que pode ser explicado devido ao grande número de indústrias no Brasil, apresentando uma relevância no mercado interno e externo.

Diante desse cenário favorável, os plantios de pinus podem se destacar como uma boa opção de investimento, pois podem auxiliar o produtor rural na geração de uma nova renda complementar à agricultura, fortalecer as populações rurais e até mesmo evitar problemas de êxodo rural (COELHO et al., 2012).

Um plantio de pinus pode ser uma boa alternativa de investimento, mas o setor florestal de uma forma geral é caracterizado por retornos financeiros a longo prazo, o que pode torna-lo muitas vezes uma barreira para a atividade. O negócio florestal demanda investimentos em recursos de produção, elevando dessa forma o custo com a imobilização do capital em terra, equipamentos e operações. Dessa forma, o conhecimento dos custos de produção é determinante para o planejamento e administração de um projeto, bem como para a análise da garantia econômica do mesmo. Além disso, o investimento em plantações florestais deve, necessariamente, estar embasado em uma análise econômica para fomentar a decisão de escolha da melhor alternativa a ser adotada (BERGER et al., 2011).

Se tratando de um plantio florestal, a escolha do melhor regime de manejo é eminente para que o produtor obtenha bons resultados em seu investimento e pode ser precedida de um estudo do mercado em que pretende ofertar os seus produtos (MOREIRA et al., 2015).

Considerando a relevância dos plantios florestais, em específico de *Pinus* sp. nos estados do Paraná e Santa Catarina, os diferentes regimes de manejo e a importância de uma análise de investimento para a tomada de decisão do produtor rural, o presente trabalho tem como objetivo analisar dois sistemas de manejo no ponto de vista econômico e avaliar a influência do preço dos sortimentos e da taxa de desconto do projeto, apresentando possíveis direcionamentos aos produtores rurais.

## 2 OBJETIVOS

### 2.1 OBJETIVO GERAL

Analisar economicamente dois sistemas de manejo florestal de *Pinus* sp. nos estados do Paraná e Santa Catarina.

### 2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Avaliar a sensibilidade da rentabilidade dos regimes em função de alterações de preços de dois sortimentos de toras.
- Avaliar a sensibilidade de rentabilidade dos regimes em função de alterações na taxa de desconto.
- Avaliar por meio da regressão linear o relacionamento das variáveis de preços com os indicadores econômicos analisados.

### 3 REFERENCIAL TEÓRICO

#### 3.1 REGIÕES DE ESTUDO

De acordo com Coelho et al. (2012), o sul do Brasil apresenta condições propícias para o desenvolvimento de pinus, como chuvas bem distribuídas e temperaturas entre 0°C no inverno e 35°C no verão.

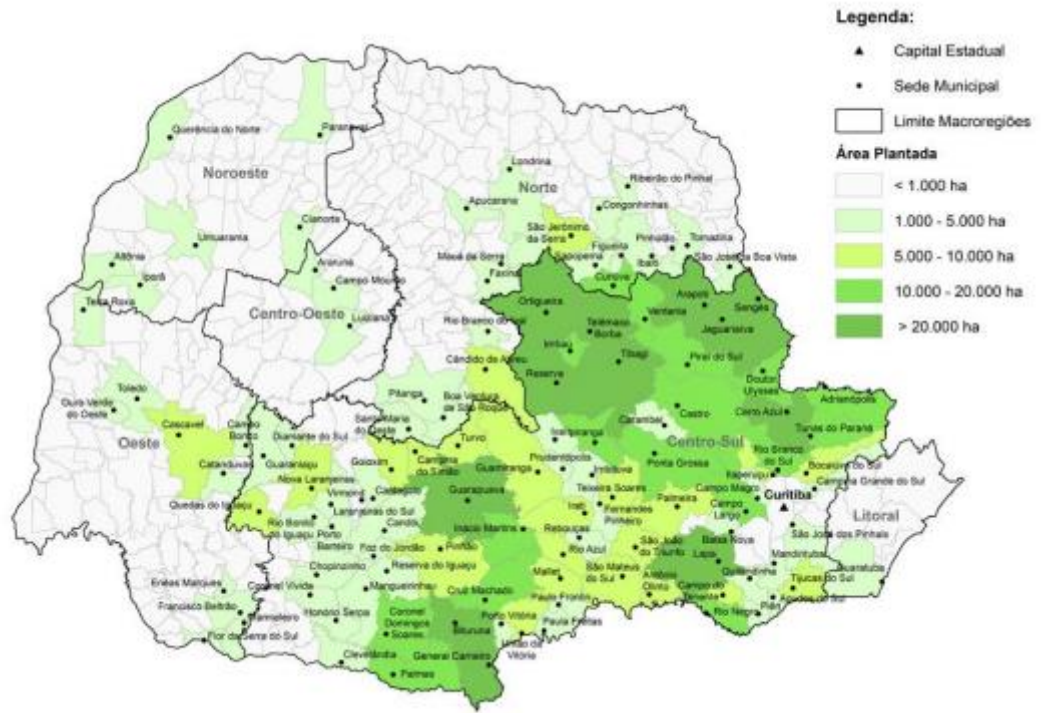
O Paraná possui 967 mil hectares de florestas plantadas, sendo cerca de 70% (672,6 mil hectares) de pinus, representando o estado com maior área de pinus do Brasil, e 30% (294,1 mil hectares) de eucalipto (IBA, 2016). Santa Catarina por sua vez possui 660,7 mil hectares de florestas plantadas, sendo que 82% (541,2 mil hectares) é de pinus, 17% (112,9 mil hectares) de eucalipto e apenas 1% (6,6 mil hectares) com outros grupos de espécies (ACR, 2016).

Em função das condições de clima e solo favoráveis, no Paraná e em Santa Catarina concentraram-se os plantios do gênero Pinus, principalmente nas espécies *Pinus elliottii* e *Pinus taeda* (IBA, 2017).

De acordo com o mapeamento do Instituto de Florestas do Paraná (2015), a distribuição dos plantios de pinus no estado sofre uma concentração na região centro sul (FIGURA 1). A região centro sul do estado compreende em 83,5% dos plantios do pinus do estado. Os municípios com maiores áreas de plantio são Sengés, Jaguariaíva, Telêmaco Borba, Cerro Azul, Tibagi, General Carneiro, Lapa e Guarapuava. Essa concentração explica a maior oferta de madeira em tora ao mercado e, conseqüentemente, a atração de unidades e polos industriais para a região (APRE, 2018).

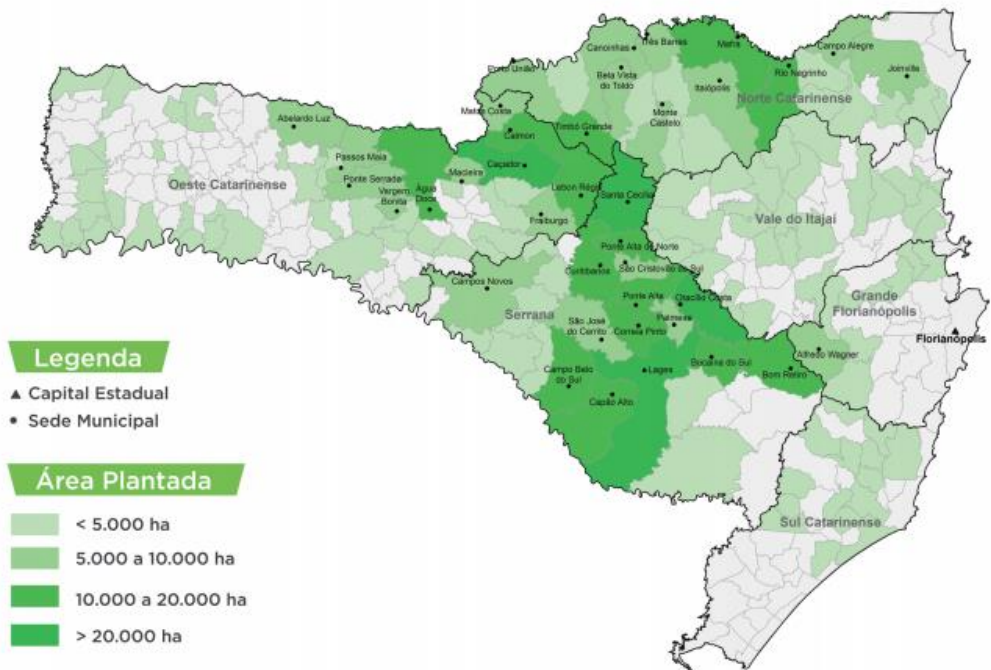
Os plantios com pinus e eucalipto no estado estão concentrados principalmente na Região Serrana (FIGURA 2), com destaque para os municípios de Santa Cecília, Lages e Otacílio Costa. A Região Oeste (Caçador) e Norte do estado (Rio Negrinho e Mafra), também sobressaem pela grande concentração de plantios florestais (ACR, 2016).

FIGURA 1 – DISTRIBUIÇÃO DOS PLANTIOS FLORESTAIS NO PARANÁ



FONTE: IFPR (2015), elaborado por STCP (2017), publicado por APRE (2018).

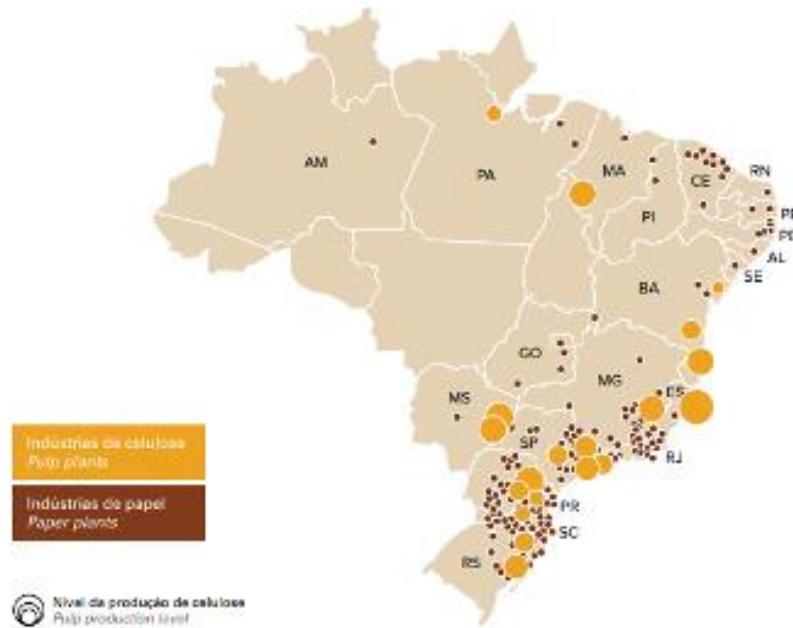
FIGURA 2 – DISTRIBUIÇÃO DOS PLANTIOS FLORESTAIS EM SANTA CATARINA



FONTE: STCP (2015), publicado por ACR (2016).

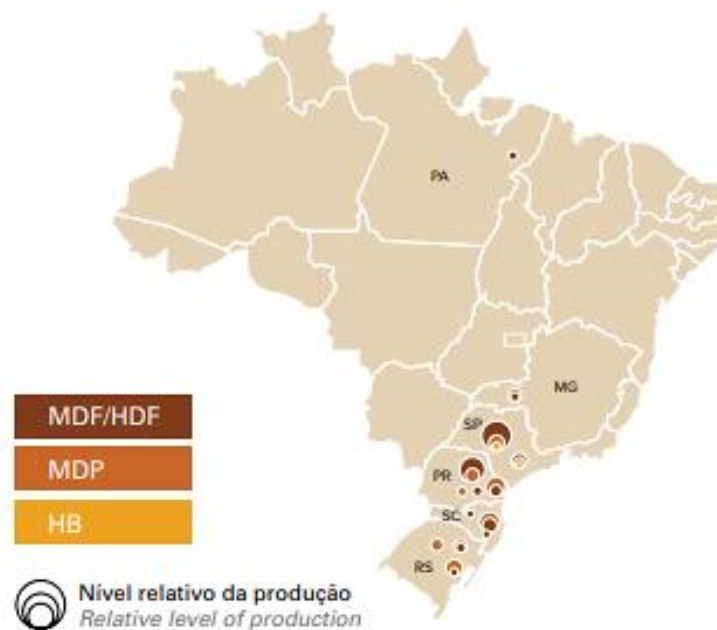
A distribuição geográfica das indústrias de celulose no Brasil pode ser observada na FIGURA 3 e a distribuição das indústrias de painéis de madeira reconstituída pode ser observada na FIGURA 4. É possível observar a relevância dos estados do Paraná e Santa Catarina no setor (IBA, 2017).

FIGURA 3 – DISTRIBUIÇÃO GEOGRÁFICA DAS INDÚSTRIAS DE CELULOSE NO BRASIL



FONTE: IBA (2017)

FIGURA 4 – DISTRIBUIÇÃO GEOGRÁFICA DAS INDÚSTRIAS DE PAINÉIS DE MADEIRA RECONSTITUÍDA



FONTE: IBA (2017)

### 3.2 GÊNERO PINUS

A madeira de pinus é caracterizada como uma das matérias primas mais importantes da indústria madeireira. Suas características tecnológicas e silviculturais permitem o uso alternativo às madeiras de florestas nativas mantendo uma boa qualidade (TRIANOSKI, 2009).

Para a região sul, as espécies mais recomendadas são o *Pinus elliotti* e o *Pinus taeda*, devido a facilidade de adaptação, o rápido crescimento, a facilidade manejo, a rusticidade, a tolerância de solos e possibilidade de plantio em solos marginais para agricultura, incrementando a renda e reconstituindo o ambiente (COELHO et al., 2008; COELHO et al., 2012).

A madeira de pinus está relacionada com a fabricação de diversos produtos, desde a indústria moveleira até a construção civil. Essa grande diversidade de aplicação está atrelada a algumas vantagens da madeira, como o melhor aproveitamento na conversão de toras e por ser um produto homogêneo, capaz de produzir painéis de grande dimensão e os seus resíduos também possuem aplicação em painéis particulados e até mesmo em agroindústrias (KRONKA et al., 2005).

Ao *Pinus elliotti* pode-se atribuir características como boa qualidade física e mecânica para processamento mecânico, uso estrutural em construções civis, marcenaria e até mesmo em embalagens, além da possibilidade do uso em resinagem. O *Pinus taeda* por sua vez é uma espécie muito utilizada para o processamento industrial, como celulose e papel e serrados (AGUIAR et al., 2011).

### 3.3 SISTEMAS DE MANEJO E SORTIMENTOS

Existem diversos sistemas de manejo que podem ser adotados em um plantio, variando a idade do povoamento e os diferentes produtos a serem obtidos. Os desbastes são atividades que visam favorecer o crescimento de árvores remanescentes com a retirada de alguns indivíduos do povoamento (IPEF, 2008).

Os tipos de desbaste mais utilizados são o sistemático e o seletivo. O sistemático consiste na retirada de indivíduos sem uma avaliação prévia dos mesmos, sendo recomendado para plantios mais homogêneos. No desbaste

seletivo, por sua vez, as árvores sofrem uma avaliação antes da sua remoção, onde são normalmente removidos os indivíduos dominados e defeituosos (IPEF, 2008).

De acordo com Pezzutti et al. (2016) e Pereira (2015) as podas e os desbastes contribuem para diferenças de crescimento de árvores e como consequência, afetam a quantidade e qualidade dos produtos obtidos.

Segundo Dean e Baldwin (1993), citados por Retslaff et al. (2016), os desbastes podem incrementar a produção total de um povoamento, uma vez que diminuem a competição da floresta, mas esses desbastes devem ser delineados de forma correta para que os benefícios possam ser maximizados.

A escolha do regime de manejo depende do objetivo da produção. Uma produção com foco na obtenção de madeira com maiores diâmetros, demanda desbastes e ciclos mais longo (19 a 22 anos). Se o foco de produção for para celulose ou chapas, os desbastes podem não ser necessários e o ciclo de produção é mais curto (14 a 16 anos). Dessa forma, a escolha adequada de um regime de manejo é fundamental para que o produtor obtenha um bom desempenho em sua produção (MOREIRA et al., 2015).

De acordo com Moreira et al. (2016) os regimes de produção mais longos com foco no uso múltiplo (madeira serrada, celulose, lenha, etc.) apresentam rentabilidades superiores aos plantios focados em um único produto e de ciclo mais curtos, mas demandam maior conhecimento dos produtores para que possam atender mercados mais exigentes.

O sortimento florestal é o termo utilizado para resumir a avaliação comercial quantitativa e qualitativa de uma floresta em pé decorrente de uma exposição dos diferentes produtos. O sortimento permite a obtenção de multiprodutos que agregam valor a madeira (ARCE, 2000).

No Paraná os sortimentos são definidos pelo Departamento de Economia Rural (DERAL) da Secretaria de Agricultura e do Abastecimento do Paraná (SEAB/PR). Os sortimentos são divididos em toras menores que 8 centímetros (cm) de diâmetro, toras de 8 a 18 cm, toras de 18 a 25 cm, toras de 25 a 35 cm e toras superiores a 35 cm. Essa divisão de sortimentos possui preços distintos, sendo semelhantes ou não conforme a região (SEAB, 2018).

A FIGURA 5 apresenta a distribuição dos sortimentos no estado do Paraná em 2016. Pode-se observar uma boa distribuição dos mesmos, fazendo com o que o

preço e mercado se tornem fatores determinantes na escolha do produtor rural (APRE, 2018).

FIGURA 5 – DISTRIBUIÇÃO DOS SORTIMENTOS NO ESTADO DO PARANÁ



FONTE: APRE (2018)

### 3.4 ANÁLISE ECONÔMICA

De acordo com Silva et al. (2005), a avaliação econômica de um projeto é baseada em um fluxo de caixa, o qual consiste na distribuição de custos e receitas ao longo do período de investimento. Ainda, de acordo com o autor, existem dois tipos de projetos florestais, os convencionais, como por exemplo um reflorestamento sem desbastes e os não convencionais, como os com desbastes e multiprodutos.

A análise de viabilidade econômica de um projeto consiste em verificar se as receitas obtidas superam os custos necessários. Existem vários métodos para avaliação de projetos, os que consideram a variação do valor do capital no tempo e os que não consideram. Dentre os que consideram o valor do capital no tempo, os mais utilizados são o método do Valor Presente Líquido (VPL), Valor Anual Equivalente (VAE) e Taxa Interna de Retorno (TIR) (REZENDE, et al., 2013; CESAROTTO FILHO et al., 2007).

## 4 MATERIAL E MÉTODOS

### 4.1 MODAL DE PRODUÇÃO

O modal de produção adotado neste trabalho é o mesmo utilizado por Moreira et al. (2017) o qual inclui um sistema de manejo sem desbastes e um com dois desbastes. O modal apresenta as seguintes características: preparo do solo simples apenas com enleiramento dos resíduos; plantio manual e sem adubação e tratos culturais como o combate à formiga, roçadas e capinas químicas, não sendo considerada a poda. O espaçamento adotado foi de 2,5 m x 2,5 m, resultando em uma densidade de 1.600 árvores por hectare.

A produtividade esperada foi de 36 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> aos 15 anos no povoamento sem a realização de desbastes. O regime com dois desbastes incluiu um desbaste sistemático aos 8 anos, restando 800 árvores e um seletivo aos 12 anos, resultando em 420 indivíduos e o corte raso aos 19 anos com produção esperada de 29,8 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>. A produção foi dividida em cinco produtos, conforme o sortimento da madeira. Um resumo dos dados de produção pode ser observado na TABELA 1.

TABELA 1 - RESUMO DOS DADOS DE PRODUÇÃO DOS DOIS REGIMES DE MANEJO

Regimes de Manejo	Vol SD_CR (m <sup>3</sup> )	Vol CD_D1 (m <sup>3</sup> )	Vol CD_D2 (m <sup>3</sup> )	Vol CD_CR (m <sup>3</sup> )
<b>S0 - Energia (m<sup>3</sup>/ha)</b>	23,7	16,4	4,50	8,3
<b>S1 - 08 - 18 (m<sup>3</sup>/ha)</b>	240,5	61,5	51,00	51,6
<b>S2 - 18 - 25 (m<sup>3</sup>/ha)</b>	257,2	2,6	38,30	124,9
<b>S3 - 25 - 35 (m<sup>3</sup>/ha)</b>	18,3	0	0,20	203,1
<b>S4 - &gt; 35 (m<sup>3</sup>/ha)</b>	0	0	0,00	4,3
<b>Volume Total (m<sup>3</sup>/ha)</b>	539,7	80,5	94	392,2
<b>IMA (m<sup>3</sup>/ha/ano)</b>	36			29,8
<b>Duração (anos)</b>	15			19

FONTE: MOREIRA et al. (2017).

LEGENDA: SD: sem desbaste, CR: corte raso, D1: desbaste 1 e D2: desbaste 2.

O custo de implantação do projeto foi de R\$ 1.896,70/ha no ano 0, e os custos de manutenção florestal totalizaram R\$ 718,24/ha no ano 1, e R\$ 672,49/ha no ano 2 (TABELA 2). Os custos de administração, proteção florestal e de manutenção de estradas não associadas à colheita totalizaram R\$ 270/ha ano<sup>-1</sup>.

TABELA 2 – RESUMO DOS CUSTOS DO MODAL

<b>Operação</b>	<b>Fatores de produção/atividade</b>	<b>Ano</b>	<b>Custo (R\$ há<sup>-1</sup>)</b>
<b>Preparo de solo - limpeza</b> <sup>(1)</sup>	Enleiramento	0	480
<b>Plantio</b> <sup>(1)</sup>	Mão de obra, mudas, equipamento	0	758,76
<b>Combate à formiga (pré-plantio)</b> <sup>(1)</sup>	Mão de obra, isca granulada	0	53,54
<b>Replantio</b> <sup>(1)</sup>	Mão de obra, mudas	0	60,28
<b>Combate à formiga (pós-plantio)</b> <sup>(1)</sup>	Mão de obra, isca granulada	0	76,38
<b>Roçada de manutenção - manual</b> <sup>(2)</sup>	Mão de obra e moto-roçadeira	0	98,78
<b>Aplicação de herbicida</b> <sup>(1)</sup>	Mão de obra e herbicida	0	368,97
<b>Roçada de manutenção - mecanizada</b> <sup>(3)</sup>	Roçadeira	1	277,52
<b>Roçada de manutenção - manual</b> <sup>(2)</sup>	Mão de obra e moto-roçadeira	1	71,76
<b>Aplicação de herbicida</b> <sup>(1)</sup>	Mão de obra e herbicida	1	368,97
<b>Roçada de manutenção - mecanizada</b> <sup>(3)</sup>	Roçadeira	2	277,52
<b>Roçada de manutenção - manual</b> <sup>(2)</sup>	Mão de obra e moto-roçadeira	2	86,01
<b>Aplicação de herbicida</b> <sup>(1)</sup>	Mão de obra e herbicida	2	308,97

FONTE: MOEIRA et al. (2017).

LEGENDA: <sup>(1)</sup>aplicação em 100% da área, <sup>(2)</sup>aplicação em 30% da área, <sup>(3)</sup>aplicação em 70% da área.

Os custos referentes a colheita considerando o corte, extração, carregamento, supervisão e manutenção de estradas foi R\$ 30,75/m<sup>3</sup> no corte raso no regime sem desbastes e R\$ 28,75/m<sup>3</sup> no regime com dois desbastes. O custo do primeiro desbaste foi R\$ 46,00/m<sup>3</sup> e o custo do segundo desbaste foi R\$ 39,25/m<sup>3</sup>. A atividade de transporte por sua vez ficou ao cargo do comprador, não integrando o custo de produção nem o preço recebido.

Os preços utilizados, com valores de 2015 para madeira em pé, foram: R\$ 5,00/m<sup>3</sup> para S0-Energia, R\$ 42,50/m<sup>3</sup> para S1-08-18, R\$ 92,50/m<sup>3</sup> para S2-18-25, R\$ 135,00/m<sup>3</sup> para S3-25-35, e R\$ 180,00/m<sup>3</sup> para S4->35.

A taxa mínima de atratividade (TMA) utilizada para a remuneração real do capital (acima da inflação) foi 3,91% ao ano, devido fluxo de caixa ter sido realizado com preços constantes. O cálculo da TMA, de acordo com o trabalho de Moreira et al. (2017) se deu através do cálculo da taxa de inflação acumulada pelo Índice Nacional de Preços ao Consumidor Amplo (IPCA) de 2016 (entre os anos de 2008 e 2015), cálculo da taxa de remuneração acumulada pelos títulos públicos do governo federal dado pela Selic para o mesmo período, cálculo da remuneração real da Selic, descontando-se a inflação dada pelo IPCA para os oito anos considerados e, por fim, calculou-se a taxa anual equivalente desta remuneração, chegando-se ao custo de oportunidade real anual do capital utilizado.

O valor anual de arrendamento para a remuneração da terra foi de R\$ 406,31 ha<sup>-1</sup>ano<sup>-1</sup>.

## 4.2 ANÁLISE DE VIABILIDADE ECONÔMICA

### 4.2.1 Indicadores econômicos

A análise de viabilidade econômica foi realizada no programa *Excel* da *Microsoft*. Os indicadores econômicos utilizados foram o Valor Presente Líquido (VPL), Valor Anual Equivalente (VAE) e Taxa Interna de Retorno (TIR).

#### 4.2.1.1 Valor Presente Líquido (VPL)

De acordo com Silva e Fontes (2005) o Valor Presente Líquido (VPL) consiste em uma soma algébrica dos valores descontados do fluxo de caixa. O projeto que resulta em um VPL maior que zero (positivo) é economicamente viável, sendo considerado o melhor aquele que apresentar maior VPL. Para uso desse indicador, é necessária a definição de uma taxa de desconto ( $i$ ). O cálculo do VPL, de acordo com Rezende e Oliveira (2013) é dado pela equação 1:

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

Onde:  $R_j$  = Receitas que acontecem no ano “j”;  
 $C_j$  = Custos que acontecem no ano “j”;  
 $i$  = Taxa de desconto;  
 $j$  = Período de ocorrência das receitas e custos;  
 $n$  = Duração do projeto.

#### 4.2.1.2 Valor Anual Equivalente (VAE)

O Valor Anual Equivalente (VAE) é o indicador que transforma o valor atual do projeto em fluxo de receitas ou custos periódicos e contínuos durante o período de duração do projeto (SILVA; FONTES, 2005). Assim como no VPL, um projeto é economicamente viável quando apresenta um VAE positivo. O VAE de um projeto pode ser calculado pela seguinte equação:

$$VAE = VPL * \frac{(1+i)^n * i}{(1+i)^n - 1} \quad (2)$$

Onde:  $n$  = duração do projeto; e  
 $i$  = taxa de desconto

#### 4.2.1.3 Taxa Interna de Retorno (TIR)

A Taxa Interna de Retorno (TIR), conceitualmente, é a taxa que torna o Valor Presente Líquido (VPL) de um fluxo de caixa igual a zero. De acordo com Coelho et al. (2012) essa taxa deve ser interpretada como uma medida de risco da decisão do empreendedor, tornando a diferença entre a TIR e a TMA como média de risco na decisão de investimento. Sua equação pode ser dada por:

$$VPL = \sum_{j=0}^n R_j(1+i)^{-j} - \sum_{j=0}^n C_j(1+i)^{-j} = 0 \quad (3)$$

#### 4.3 COMBINAÇÕES DE PREÇOS E TAXAS

As combinações de alterações de preço e taxas de desconto foram realizadas no programa *Microsoft Excel* e as análises por meio dos gráficos de “isoquantas” foram elaborados no programa estatístico *R*, um software livre para computação estatística e construção de gráficos que pode ser baixado e distribuído gratuitamente (LANDEIRO, 2011).

Em microeconomia, isoquanta consiste em uma curva que representa várias combinações de fatores de produção (terra, capital e trabalho) que resultem na mesma quantidade de produção (output) (USP, S/D). Neste trabalho as “isoquantas” correspondem aos vários cenários dos indicadores VAE e TIR, em relação às várias combinações de preços e taxas de desconto.

A base de dados utilizada foi composta por combinações de preço dos sortimentos S2 (18 a 25 cm) e S3 (25 a 35 cm), por serem os que possuem produções mais significativas nos sistemas de manejo e maior valor agregado.

No total foram avaliadas 267.582 combinações entre esses dois produtos com TMAs variando de 3% a 8% e preços em intervalos de R\$0,50, oscilando de R\$42,50 a R\$180,00, sempre partindo do princípio que nunca o preço de S2 ultrapassará o de S3 (TABELA 3).

TABELA 3 – COMBINAÇÕES DE PREÇOS E TAXAS

Preço sortimento 2 (R\$)	Preço sortimento 3 (R\$)	Taxa Mínima de Atratividade (TMA) (%)
42,5	42,5	3
42,5	42,5	3,91
42,5	42,5	4
42,5	42,5	5
42,5	42,5	6
42,5	42,5	7
42,5	42,5	8
42,5	43	3
42,5	43	3,91
42,5	43	4
42,5	43	5
42,5	43	6
42,5	43	7
42,5	43	8
43	43	3
43	43	3,91
43	43	4
43	43	5
43	43	6
43	43	7
43	43	8
42,5	43,5	3
42,5	43,5	3,91
42,5	43,5	4
42,5	43,5	5
42,5	43,5	6
42,5	43,5	7
42,5	43,5	8
43	43,5	3
43	43,5	3,91
43	43,5	4
43	43,5	5
43	43,5	6
43	43,5	7
43	43,5	8
...	...	....
...	...	...
...	...	...
180	180	8

FONTE: A Autora (2018).

O cenário-base utilizado na análise foi de uma TMA de 3,91% e preços S2 de R\$92,50 e S3 de R\$135,00.

#### 4.4 MODELO DE REGRESSÃO EM FUNÇÃO DOS PREÇOS DOS SORTIMENTOS

O grau de relacionamento entre os indicadores VAE e TIR com os preços alternativos dos suprimentos foi determinado por modelos de regressão linear composta a seguir especificados:

$$VAE = \beta_0 + \beta_1 P2 + \beta_2 P3 + \epsilon \quad (4)$$

$$TIR = \beta_0 + \beta_1 P2 + \beta_2 P3 + \epsilon \quad (5)$$

Onde: VAE = Variável explicada (dependente);  
 TIR = Variável explicada (dependente);  
 $\beta_0$ ,  $\beta_1$  e  $\beta_2$  = Coeficientes;  
 P2 e P3 = Variáveis explicativas (independentes);  
 $\epsilon$  = Erro.

A regressão foi realizada com o objetivo do fornecimento das diversas equações que descrevam os termos analisados bem como a correlação, a fim de medir o grau de relacionamento entre as duas variáveis, os preços dos sortimentos.

O coeficiente de determinação ( $R^2$ ) da regressão possui destaque na análise, pois é o quociente entre a soma dos quadrados da regressão (SSR ou SQR) e a soma dos quadrados totais (SST ou SQT), fornecendo uma medida da proporção da variação total que é explicada pelo modelo de regressão, mediando o grau de ajustamento da equação em relação aos dados amostrais (SELL, 2005; MARQUES et al., 2015).

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 5.1 ANÁLISE ECONÔMICA NO CENÁRIO-BASE

O fluxo de caixa para os dois regimes analisados pode ser observado nos Apêndices 1 e 2. Em relação ao cenário-base apresentado os dois regimes de manejo se demonstraram viáveis de acordo com os indicadores econômicos avaliados, sendo que o regime com dois desbastes se mostrou como a melhor escolha, quando comparados (TABELA 4).

TABELA 4 – RESUMO DA ANÁLISE ECONÔMICA

	<b>Regime sem Desbastes</b>	<b>Regime dois Desbastes</b>
<b>TMA (%)</b>	3,91	3,91
<b>VPL (R\$)</b>	205,73	3.126,11
<b>TIR (%)</b>	4,10	5,78
<b>VAE (R\$)</b>	18,39	236,20

FONTE: A autora (2018).

O resultado obtido é semelhante ao encontrado por Coelho et al. (2012), trabalho que avaliou a potencialidade econômica de *Pinus elliotti* com ciclo de 21 anos no estado do Paraná. Os autores utilizaram uma TMA de 6,5% e cenários de custos mínimos e máximos, onde o projeto se demonstrou viável sob as duas condições de análise.

Stüpp et al. (2017) também encontraram um cenário positivo para o investimento em plantios de *Pinus taeda* com ciclo de 25 anos e dois desbastes no Alto Vale do Itajaí (SC). O projeto teve uma TMA de 10% e um VPL de R\$ 358,65 para colheita final e TIR de 10,44%.

Berger et al. (2011) analisaram a rentabilidade econômica de pinus por mesorregiões do estado do Paraná e obtiveram resultados positivos a uma TMA de 6%, com taxa de retorno variando de 6,1% a 23,5% conforme as regiões analisadas.

Costa (2014) analisou a viabilidade econômica da produção de *Pinus elliotti*, tanto madeireira quanto de resinação em pequenos módulos rurais de Santa Catarina e obteve valores positivos.

## 5.2 ANÁLISE DE SENSIBILIDADE

A TABELA 5 apresenta os valores de VAE e TIR resultantes das combinações de preços e taxas de desconto. Nas TABELAS 6 e 7 constam os sumários dos valores de VAE e TIR encontrados nas análises, sendo que na TABELA 7 foi realizado um recorte apenas para a TMA de 3,91%.

TABELA 5 – VALORES DE VAE E TIR COM ALTERAÇÕES DE PREÇOS E TAXAS

P2 (R\$)	P3 (R\$)	TMA (%)	VAE_SD (R\$)	VAE_CD (R\$)	TIR_SD (%)	TIR_CD (%)
42,50	42,50	3	-676,15	-737,39	-12	-12
42,50	42,50	3,91	-713,27	-775,83	-12	-12
42,50	42,50	4	-716,91	-779,58	-12	-12
42,50	42,50	5	-757,03	-820,84	-12	-12
42,50	42,50	6	-796,53	-861,16	-12	-12
42,50	42,50	7	-835,41	-900,58	-12	-12
42,50	42,50	8	-873,68	-939,13	-12	-12
42,50	43,00	3	-675,65	-733,34	-12	-12
42,50	43,00	3,91	-712,81	-772,12	-12	-12
42,50	43,00	4	-716,45	-775,91	-12	-12
42,50	43,00	5	-756,61	-817,51	-12	-12
42,50	43,00	6	-796,14	-858,15	-12	-12
42,50	43,00	7	-835,04	-897,86	-12	-12
42,50	43,00	8	-873,34	-936,68	-12	-12
43,00	43,00	3	-668,74	-729,84	-11	-12
43,00	43,00	3,91	-706,34	-768,86	-11	-12
43,00	43,00	4	-710,03	-772,67	-11	-12
43,00	43,00	5	-750,65	-814,51	-11	-12
43,00	43,00	6	-790,61	-855,37	-11	-12
43,00	43,00	7	-829,93	-895,30	-11	-12
43,00	43,00	8	-868,61	-934,31	-11	-12
42,50	43,50	3	-675,16	-729,29	-12	-11
42,50	43,50	3,91	-712,35	-768,41	-12	-11
42,50	43,50	4	-715,99	-772,24	-12	-11
42,50	43,50	5	-756,19	-814,18	-12	-11
42,50	43,50	6	-795,74	-855,14	-12	-11
42,50	43,50	7	-834,68	-895,14	-12	-11
42,50	43,50	8	-873,01	-934,23	-12	-11
43,00	43,50	3	-668,25	-725,79	-11	-11
43,00	43,50	3,91	-705,88	-765,15	-11	-11
43,00	43,50	4	-709,57	-769,00	-11	-11
43,00	43,50	5	-750,23	-811,18	-11	-11
43,00	43,50	6	-790,22	-852,36	-11	-11

43,00	43,50	7	-829,56	-892,57	-11	-11
43,00	43,50	8	-868,27	-931,85	-11	-11
...	...	...	...	...	...	...
...	...	...	...	...	...	...
...	...	...	...	...	...	...
180	180	8	521,47	388,03	12	11

FONTE: A autora (2018).

LEGENDA: P2: Preço do produto 2; P3: Preço do produto 3; TMA: Taxa mínima de atratividade; VAE\_SD: Valor anual equivalente para regime sem desbastes; VAE\_CD: Valor anual equivalente para regime com dois desbastes; TIR\_SD: Taxa interna de retorno para regime sem desbastes; TIR\_CD: Taxa interna de retorno para regime com dois desbastes.

TABELA 6 – SUMÁRIO DOS VALORES DE VAE E TIR COM BASE NAS ALTERAÇÕES DE PREÇOS E TMA

	P2 (R\$)	P3 (R\$)	TMA (%)	VAE_SD (R\$)	VAE_CD (R\$)	TIR_SD (%)	TIR_CD (%)
<b>Mínimo</b>	42,50	42,50	3,00	-873,70	-939,13	-11,78	-11,93
<b>1º quartil (25%)</b>	61,00	111,00	3,91	-495,40	-259,21	-1,90	3,19
<b>Mediana (50%)</b>	82,50	140,00	5,00	-227,90	20,07	2,65	5,59
<b>Média</b>	88,33	134,20	5,27	-151,60	41,59	2,11	4,91
<b>3º quartil (75%)</b>	111,50	161,50	7,00	127,40	318,11	6,45	7,38
<b>Máximo</b>	180,00	180,00	8,00	1.360,60	1.337,14	11,96	10,66

FONTE: A autora (2018).

TABELA 7 – SUMÁRIO DOS VALORES DE VAE E TIR COM BASE NAS ALTERAÇÕES DE PREÇOS PARA A TMA DE 3,91%

	P2 (R\$)	P3 (R\$)	TMA (%)	VAE_SD (R\$)	VAE_CD (R\$)	TIR_SD (%)	TIR_CD (%)
<b>Mínimo</b>	42,50	42,50	3,91	-713,27	-775,83	-11,78	-11,93
<b>1º quartil (25%)</b>	61,00	111,00	3,91	-404,42	-78,45	-1,90	3,19
<b>Mediana (50%)</b>	82,50	140,00	3,91	-110,35	212,62	2,65	5,59
<b>Média</b>	88,33	134,20	3,91	-36,26	202,84	2,11	4,91
<b>3º quartil (75%)</b>	111,50	161,50	3,91	272,79	486,65	6,45	7,38
<b>Máximo</b>	180,00	180,00	3,91	1.191,25	1.140,73	11,96	10,66

FONTE: A autora (2018).

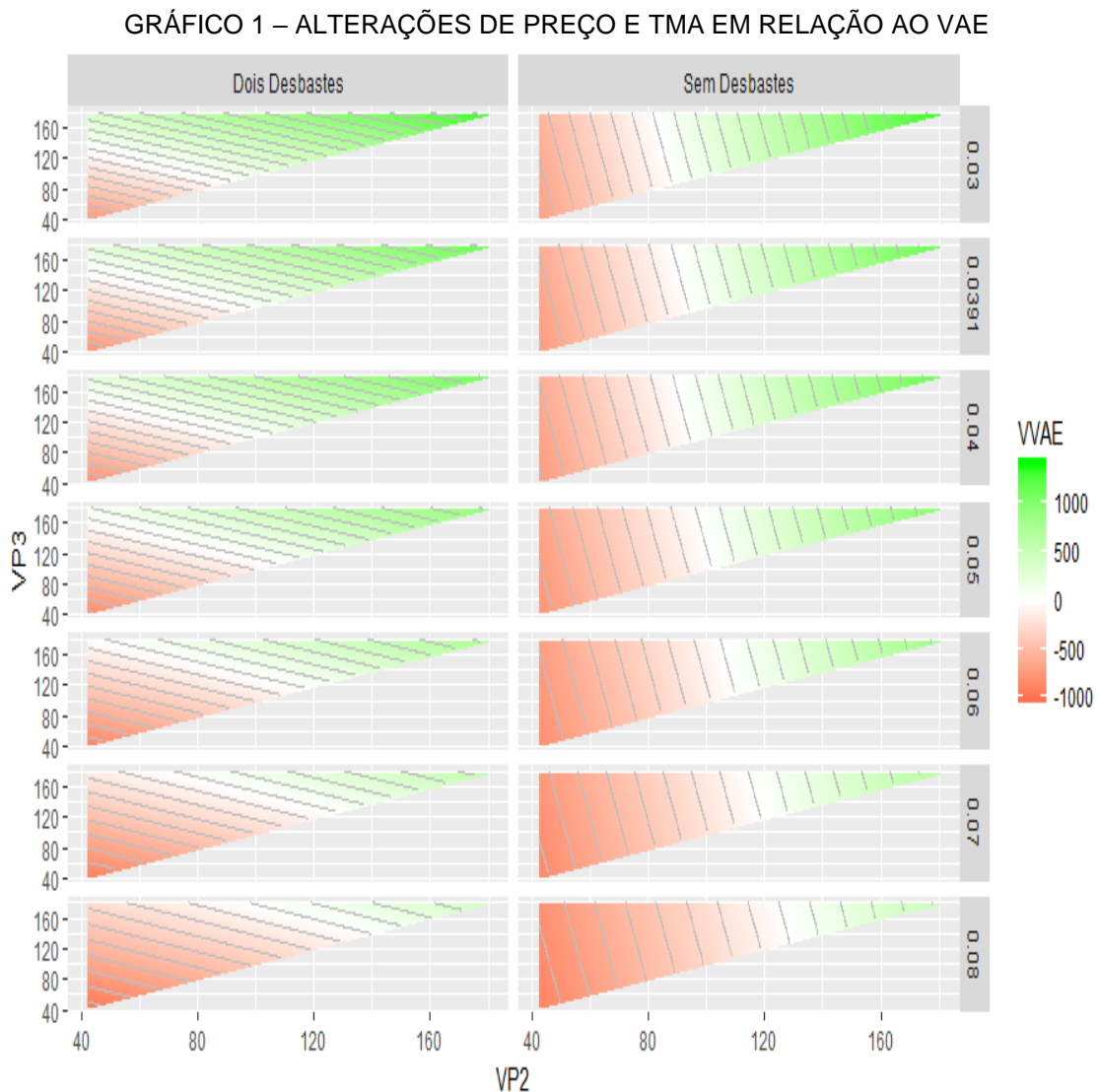
O GRÁFICO 1 apresenta a relação dos regimes de manejo com base nas alterações do preço do sortimento 2 (P2) e o preço do sortimento 3 (P3) em diferentes cenários de TMA para o indicador VAE. É possível observar um comportamento linear das linhas de “isoVAE” devido relação entre os dois preços e o indicador financeiro.

No GRÁFICO 1 é evidenciada a tendência de o regime sem desbastes possuir maior dependência do preço do sortimento 2 do que o preço de sortimento 3,

explicação que pode ser dada uma vez que a quantidade produzida do sortimento 2 é bastante superior ao do sortimento 3. Quanto ao regime com dois desbastes, ele apresentou uma relação de dependência dos dois preços bem semelhante.

É possível observar a clara relação inversa entre aumento da taxa de juros e o valor do indicador VAE, pois quanto maior a taxa de juros, menor a lucratividade do investimento (PASA et al., 2017).

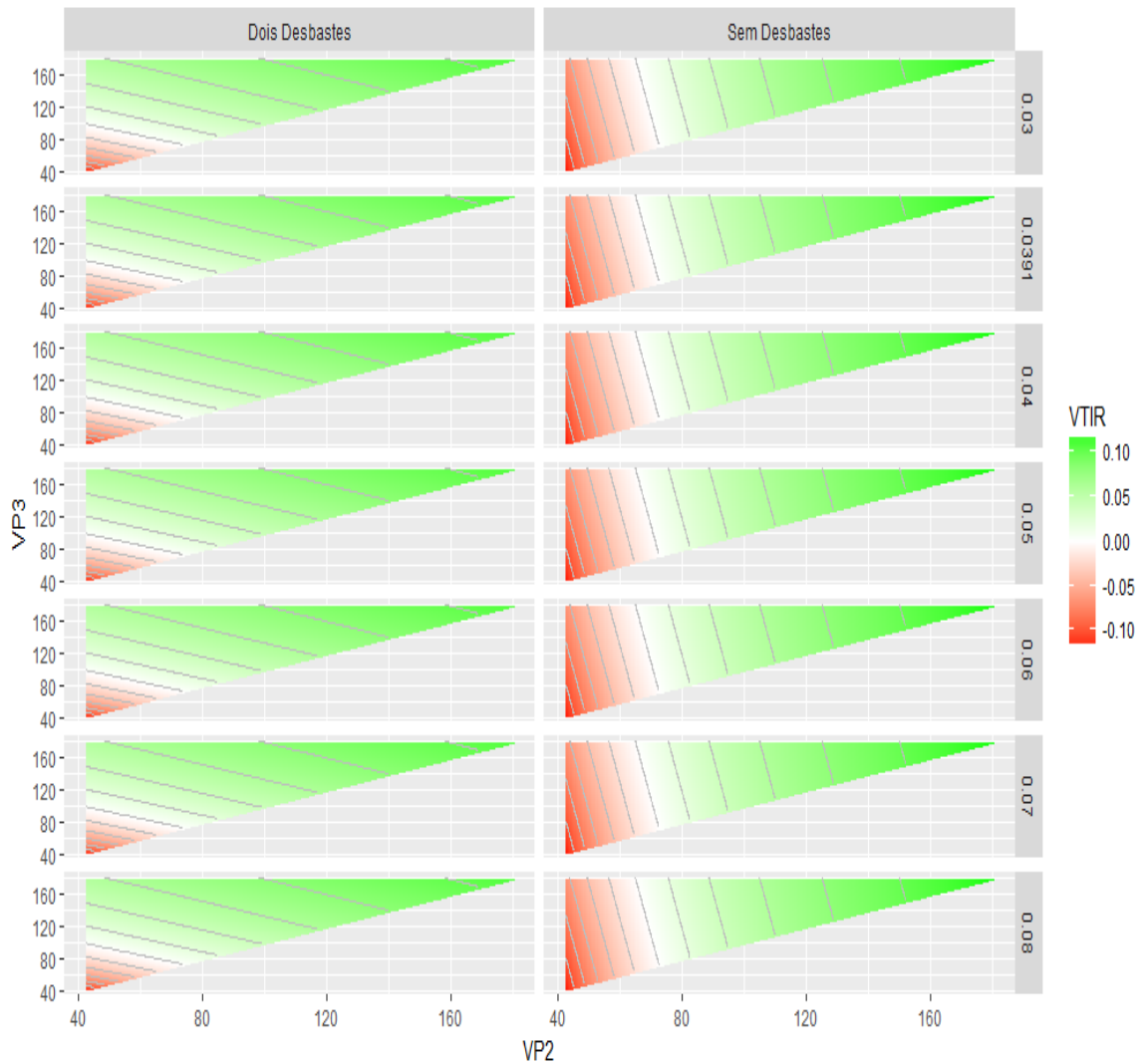
O GRÁFICO 2 apresenta a relação dos regimes de manejo com base nas alterações do preço do sortimento 2 (P2) e o preço do sortimento 3 (P3) em diferentes cenários de TMA para o indicador TIR. O gráfico mostra que a TIR é influenciada pelo preço dos produtos, mas não pela taxa de desconto, resultado já esperado uma vez que a taxa de desconto não influencia no resultado da TIR.



FONTE: A autora (2018)

LEGENDA: VP2 = Preço do sortimento 2 (R\$); VP3 = Preço do sortimento 3 (R\$); VVAE = Valor do indicador VAE.

GRÁFICO 2 – ALTERAÇÕES DE PREÇO E TMA EM RELAÇÃO À TIR

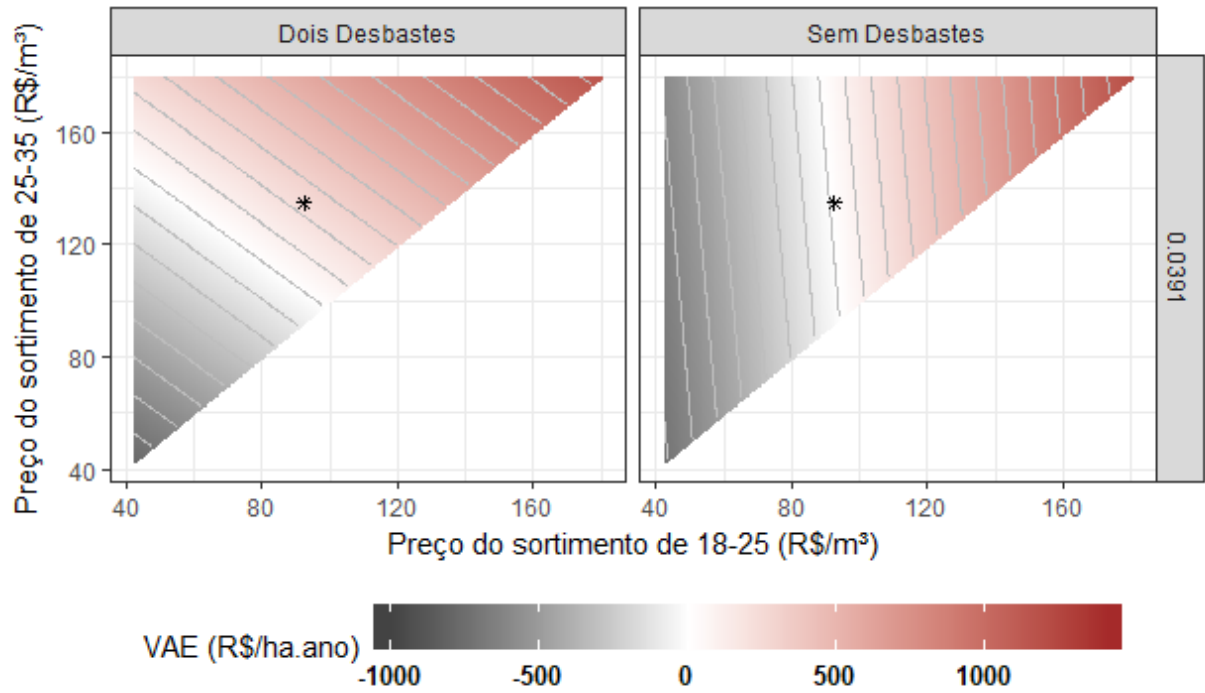


FONTE: A autora (2018)

LEGENDA: VP2 = Preço do sortimento 2 (R\$); VP3 = Preço do sortimento 3 (R\$); VTIR = Valor do indicador TIR.

Quando analisado o recorte do cenário com a TMA base de 3,91% em relação às alterações de preço é possível observar que o melhor projeto pode ser o com dois desbastes em relação ao VAE (GRÁFICO 3) e a TIR (GRÁFICO 4), pois apresenta menor risco referente às oscilações de preços.

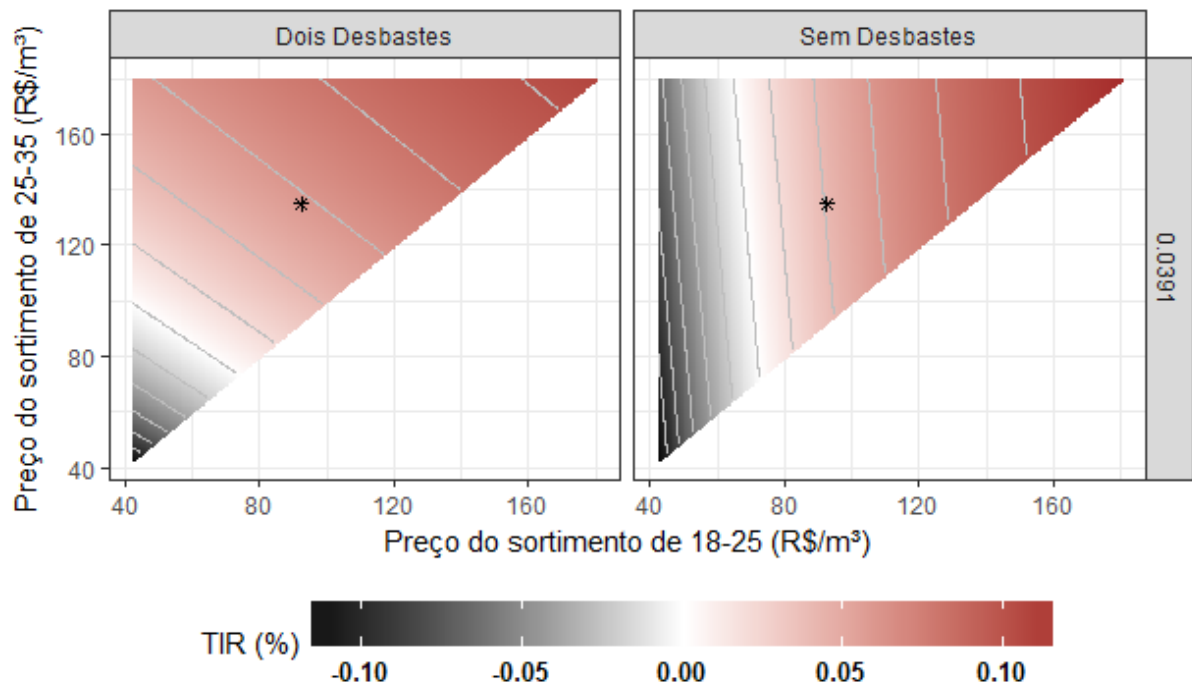
GRÁFICO 3 – ANÁLISE DO VAE PARA O CENÁRIO BASE DE TMA 3,91%



FONTE: A autora (2018)

LEGENDA: \*: Preços do cenário-base (R\$ 92,50 para S2 e R\$135,00 para S3)

GRÁFICO 4 – ANÁLISE DA TIR PARA O CENÁRIO BASE DE TMA DE 3,91%



FONTE: A autora (2018)

LEGENDA: \*: Preços do cenário-base (R\$ 92,50 para S2 e R\$135,00 para S3)

Haight e Smith (1991) citados por Gomes (1999) também estudaram a relação das alterações de preço e concluíram que um aumento do preço da madeira de serraria pode fazer com que o produtor tenha que diminuir a idade do corte final do seu plantio, pois a preços altos de sortimentos S2, o projeto pode ser mais rentável com ciclos menores e muitas vezes sem a necessidade de desbastes.

Gomes (1999), por sua vez, encontrou cenários em que a madeira com maiores dimensões, por ter um preço diferenciado, aumentou a rentabilidade em sistemas com desbastes em relação aos sem desbastes.

Oliveira (1995) e Volpi (1997), concluíram que os preços dos produtos são os fatores que apresentam maior impacto sobre a rentabilidade de um regime de manejo em povoamentos de *Pinus* sp, seguido da taxa de desconto adotada e dos coeficientes de produção.

### 5.3 REGRESSÃO LINEAR

As análises das regressões aplicadas para os dois regimes de manejo a diferentes taxas de desconto para VAE e TIR podem ser observadas no Apêndice 3. Para a TIR a regressão foi calculada no programa apenas uma vez, pois para as diferentes taxas de desconto os coeficientes serão os mesmos. Optou-se dessa forma em analisar apenas o VAE. O resumo dos coeficientes em relação ao VAE pode ser observado na TABELA 8 a seguir:

TABELA 8 – RESUMO DOS COEFICIENTES DA REGRESSÃO LINEAR (VAE) PARA OS DOIS REGIMES DE DESBASTES

REGIME	TMA (%)	VARIÁVEL	COEFICIENTE
<b>Sem Desbastes</b>	3%	Intercepto	-1305,685196
		P2	13,8287645
		P3	0,9839284
<b>Dois Desbastes</b>	3%	Intercepto	-1378,601655
		P2	6,991444
		P3	8,095992
<b>Sem Desbastes</b>	3,91%	Intercepto	-1301,9357
		P2	12,9309888
		P3	0,9200509
<b>Dois Desbastes</b>	3,91%	Intercepto	-1368,215199
		P2	6,524479
		P3	7,414093

<b>Sem Desbastes</b>	4%	Intercepto	-1301,65677
		P2	12,844851
		P3	0,9139221
<b>Dois Desbastes</b>	4%	Intercepto	-1367,318032
		P2	6,479754
		P3	7,349265
<b>Sem Desbastes</b>	5%	Intercepto	-1299,643631
		P2	11,9192364
		P3	0,8480639
<b>Dois Desbastes</b>	5%	Intercepto	-1358,881092
		P2	6,000157
		P3	6,659727
<b>Sem Desbastes</b>	6%	Intercepto	-1299,569104
		P2	11,0500229
		P3	0,7862186
<b>Dois Desbastes</b>	6%	Intercepto	-1353,165033
		P2	5,551678
		P3	6,024905
<b>Sem Desbastes</b>	7%	Intercepto	-1301,352198
		P2	10,2351775
		P3	0,7282416
<b>Dois Desbastes</b>	7%	Intercepto	-1350,034849
		P2	5,133209
		P3	5,442129
<b>Sem Desbastes</b>	8%	Intercepto	-1304,908637
		P2	9,472559
		P3	0,6739807
<b>Dois Desbastes</b>	8%	Intercepto	-1349,34893
		P2	4,743533
		P3	4,908591

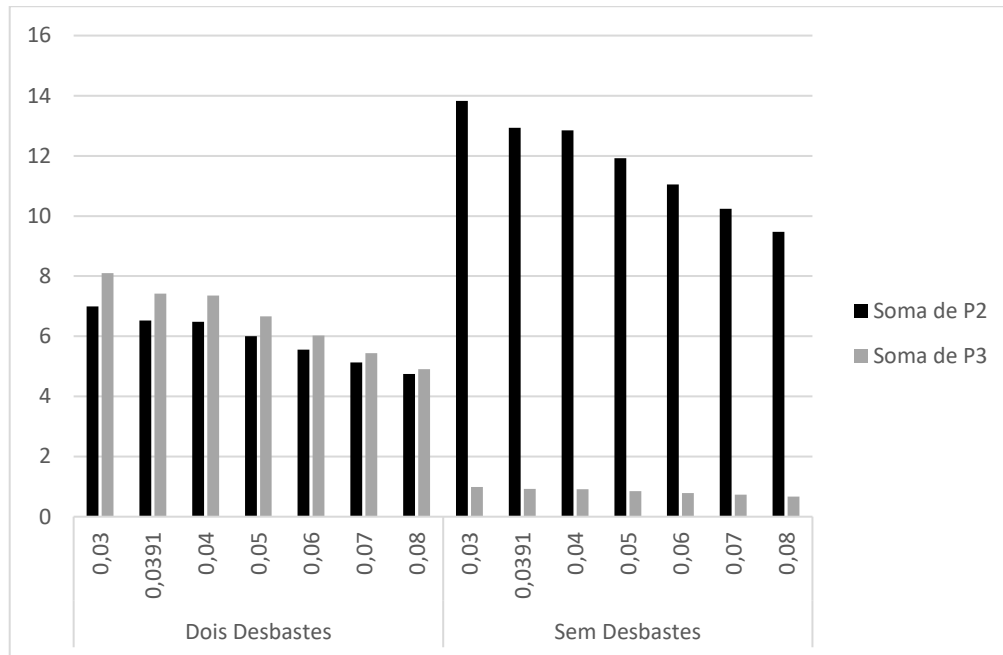
FONTE: A autora (2018).

É possível observar na TABELA 8 que os coeficientes de P2 e P3 são muito próximos no regime com desbastes, e a medida de que taxa de desconto aumenta, eles se tornam mais semelhantes, inferindo na alta dependência dos dois preços nesse regime de manejo.

A soma dos coeficientes apresentada nos GRÁFICO 5 confirma a relação de maior dependência do P2 em relação ao P3 no regime sem desbastes e confirma também uma maior dependência do P3 para o regime de dois desbastes, embora essa dependência não seja tão acentuada como a do outro regime. À medida que a taxa de desconto é aumentada essa dependência tende a diminuir, principalmente

no regime com dois desbastes em que a taxas de 9% a 12% possivelmente apresentem maior dependência do sortimento 2.

GRÁFICO 5 – SOMA DOS COEFICIENTES DE P2 E P3



FONTE: A autora (2018)

Em relação aos resíduos das estimativas e erro padrão, os dois apresentam valores próximos de zero, representando que o modelo escolhido para análise dos dados foi eficiente.

O coeficiente de determinação ( $R^2$ ) igual a 1 indica que as variáveis independentes explicam 100% da variação da variável dependente.

## 6 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Com base nos resultados obtidos no presente estudo, é possível concluir que:

- Os dois regimes de manejo se mostraram viáveis no cenário-base utilizado, sendo que o regime com dois desbastes apresentou uma maior rentabilidade, quando comparado ao regime sem desbastes.
- Quanto às alterações de preço, essas mostraram ser muito relevantes na avaliação, sendo que o regime sem desbastes pouco foi afetado pelo preço do sortimento 3, mas em compensação, é muito dependente do preço do sortimento 2. O regime com dois desbastes apresentou uma relação mais equilibrada em relação aos preços dos dois sortimentos.
- Em relação à influência das diferentes taxas de desconto aplicadas, a sensibilidade foi maior no regime com dois desbastes, alterando a relação dos preços em taxas mais elevadas. A medida que a taxa de desconto é elevada o impacto das alterações de preço diminui nos dois regimes.
- O coeficiente de determinação ( $R^2$ ) igual a 1, mostrou que o modelo de análise escolhido é explicativo para as variáveis analisadas e ajustado a amostra avaliada.

O acompanhamento das flutuações dos preços dos sortimentos é fundamental para que o investidor tome a melhor decisão, pois alterações relevantes podem fazer com que o produtor antecipe ou prolongue o ciclo de produção.

Estudos de viabilidade econômica podem embasar e incentivar a implantação de políticas públicas voltadas ao fomento florestal, como solicitação de linhas de crédito para desbastes, pois os produtores rurais podem ter retornos maiores em seus plantios florestais e ainda aumentar a oferta de madeira ao mercado.

A presente análise teve foco na madeira de maior valor agregado, futuros trabalhos podem vir a realizar a análise de sensibilidade de preços para a madeira de celulose. Análises de elasticidade de preço da demanda também podem ser realizadas a fim de verificar a intensidade da alteração das variáveis utilizadas.

## REFERÊNCIAS

- ASSOCIAÇÃO CATARINENSE DE EMPRESAS FLORESTAIS (ACR). **Anuário estatístico de base florestal para o estado de santa catarina 2016 (ano base 2015)**. Lages, 2016. Relatório Técnico. Disponível em: <[http://www.acr.org.br/download/biblioteca/ACR\\_2016.pdf](http://www.acr.org.br/download/biblioteca/ACR_2016.pdf)>. Acesso em: 02 jul. 2018.
- AGUIAR, A. V.; SOUZA, V. A.; FRITZSONS, E.; PINTO, J. E. J. Programa de melhoramento de pinus da Embrapa Florestas. **Documentos Embrapa**, Colombo, n.233, p.1-81, 2011. Disponível em: <<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/921231/1/Documento233.pdf>>. Acesso em: 16 abr. 2018.
- ARCE, J. E. **Um sistema de análise, simulação e otimização do sortimento florestal em função da demanda por multiprodutos e dos custos de transporte**. 136 f. Tese (Doutorado em Ciências Florestais), Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2000. Disponível em: <<https://acervodigital.ufpr.br/bitstream/handle/1884/25305/T%20-%20ARCE,%20JULIO%20EDUARDO.pdf?sequence=1>>. Acesso em: 18 maio 2018.
- ASSOCIAÇÃO PARANAENSE DE EMPRESAS DE BASE FLORESTAL (APRE). **Estudo Setorial 2017/2018**. Curitiba, 2018. Relatório Técnico. Disponível em: <<http://www.apreflorestas.com.br/wp-content/uploads/2018/02/Estudo-Setorial-2018-APRE.pdf>>. Acesso em: 10 abr. 2018.
- BERGER, R.; TIMOFEICZYK, R.; SANTOS, A. J.; BITTENCOURT, A. M.; SOUZA, V. S.; EISFELD, C. L.; POLZ, W. B. Rentabilidade econômica da produção de pinus spp. por mesorregião homogênea no estado do paraná. **Revista Floresta**, Curitiba, v. 41, n. 1, p. 163-168, jan/mar. 2011. Disponível em: <<https://revistas.ufpr.br/floresta/article/view/21198/13984>>. Acesso em: 10 abr. 2018.
- CASAROTTO FILHO, N.; KOPITTKKE, B. H. **Análise de investimentos: matemática financeira, engenharia econômica, tomada de decisão, estratégia empresarial**. 10. ed. São Paulo: Atlas, 2007. 468p.
- COELHO, M. H.; KWASNIEWS, C. M. Aspectos econômicos do reflorestamento de pinus na pequena propriedade rural: um estudo de caso. 4º Evento de Engenharia e Tecnologia dos Campos Gerais. Ponta Grossa, 2008. **Anais**. Disponível em: <[http://www.4eetcg.uepg.br/oral/47\\_1.pdf](http://www.4eetcg.uepg.br/oral/47_1.pdf)>. Acesso em: 10 maio 2018.
- COELHO, M. H.; COELHO, M. R. F. Potencialidades econômicas de florestas plantadas de pinus elliottii, em pequenas propriedades rurais. **Revista Paranaense de Desenvolvimento**, Curitiba, n.123, p.257-278, jul./dez. 2012. Disponível em: <<http://www.ipardes.pr.gov.br/ojs/index.php/revistaparanaense/article/view/464>>. Acesso em: 10 abr. 2018.
- COSTA, R. **Análise da viabilidade econômica de pinus elliottii engelm. para fins de resinagem e produção de madeira**. Monografia (Pós-Graduação – Gestão Florestal) - Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2014. Disponível em:

<<https://acervodigital.ufpr.br/bitstream/handle/1884/49870/R%20-%20E%20-%20RENATA%20COSTA.pdf?sequence=1>>. Acesso em: 03 jun. 2018.

GOMES, F. S. **A seleção de regimes de manejo mais rentáveis em pinus taeda I. na produção de madeira para papel e celulose.** Dissertação (Pós-Graduação – Engenharia Florestal) – Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 1999. Disponível em:

<<https://acervodigital.ufpr.br/bitstream/handle/1884/25430/D%20-%20GOMES%20c%20FERNANDO%20DOS%20SANTOS.pdf?sequence=1&isAllowed=y>>. Acesso em: 03 de jun. 2018.

GOVERNO DO PARANÁ. **Secretaria da Agricultura e do Abastecimento.** Curitiba, 2018. Disponível em:

<<http://www.agricultura.pr.gov.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=129>>. Acesso em: 18 maio 2018.

INDÚSTRIA BRASILEIRA DE ÁRVORES (IBA). **Relatório 2016.** São Paulo/Brasília, 2016. Relatório Técnico. Disponível em:

<[http://iba.org/images/shared/Biblioteca/IBA\\_RelatorioAnual2016\\_.pdf](http://iba.org/images/shared/Biblioteca/IBA_RelatorioAnual2016_.pdf)>. Acesso em: 16 abr. 2018.

INDÚSTRIA BRASILEIRA DE ÁRVORES (IBA). **Relatório 2017.** São Paulo/Brasília, 2017. Relatório Técnico. Disponível em:

<[http://iba.org/images/shared/Biblioteca/IBA\\_RelatorioAnual2017.pdf](http://iba.org/images/shared/Biblioteca/IBA_RelatorioAnual2017.pdf)>. Acesso em 10 abr. 2018.

INSTITUTO DE FLORESTAS DO PARANÁ. **Mapeamento dos plantios florestais do estado do paraná – pinus e eucalyptus.** Curitiba, 2015. Relatório Técnico. Disponível em:

<[http://www.florestasparana.pr.gov.br/arquivos/File/Mapeamento/Publicacao\\_Mapeamento\\_Site\\_02.pdf](http://www.florestasparana.pr.gov.br/arquivos/File/Mapeamento/Publicacao_Mapeamento_Site_02.pdf)>. Acesso em: 16 abr. 2018.

INSTITUTO DE PESQUISA E ESTUDOS FLORESTAIS (IPEF). **Silvicultura e Manejo.** Piracicaba, 2008. Disponível em:

<<http://www.ipef.br/silvicultura/manejo.asp>>. Acesso em: 15 maio 2018.

KRONKA, F. J. N.; BERTOLANI, F.; PONCE, R. H. A cultura do pinus no brasil.

**Sociedade Brasileira de Silvicultura**, 2005. Ebook. Disponível em:

<[http://www.celsofoelkel.com.br/artigos/outros/04\\_O\\_Pinus\\_como\\_materia\\_prima.pdf](http://www.celsofoelkel.com.br/artigos/outros/04_O_Pinus_como_materia_prima.pdf)>. Acesso em: 16 abr. 2018.

LANDEIRO, V. L. **Introdução ao uso do programa R.** Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, 2015. Disponível em:

<<https://cran.r-project.org/doc/contrib/Landeiro-Introducao.pdf>>. Acesso em: 02 jun. 2018.

MARQUES, A. C.; CANELA, A. C.; BEZERRA, K. D.; SANTOS, L. D.; NUNES, M. M. A. Uso da análise estatística para avaliar o grau de satisfação dos clientes e análise das despesas com a alimentação fora do domicílio dos consumidores: estudo de

caso no natal shopping. **XXXV Encontro Nacional de Engenharia de Produção: Perspectivas Globais para a Engenharia de Produção**, Fortaleza, CE, Brasil, 13 a 16 de outubro de 2015. Disponível em:  
<[http://www.abepro.org.br/biblioteca/TN\\_STO\\_207\\_232\\_27770.pdf](http://www.abepro.org.br/biblioteca/TN_STO_207_232_27770.pdf)>. Acesso em 02 jun. 2018.

MOREIRA, J. M. A. P.; OLIVEIRA, E. B.; LIEBSCH, D.; MIKICH, S. B. Avaliação econômica do cultivo de Pinus sp. para um Sistema de Produção Modal nos estados do Paraná e Santa Catarina. **Documentos Embrapa**, Colombo, n. 289, 2015. Disponível em:  
<<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/141936/1/Doc.289-AvaliacaoEconomica-JoseMauro.pdf>>. Acesso em: 10 abr. 2018.

MOREIRA, J. M. A. P.; OLIVEIRA, E. B.; LIEBSCH, D.; MIKICH, S. B. Avaliação do impacto econômico de danos causados por macacos-prego a plantios de Pinus taeda no Sul do Brasil: método proposto e estudo de caso. **Documentos Embrapa**, Colombo, n. 302, 2017. Disponível em:  
<<https://www.embrapa.br/florestas/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1071572/avaliacao-do-impacto-economico-de-danos-causados-por-macacos-prego-a-plantios-de-pinus-taeda-no-sul-do-brasil-metodo-proposto-e-estudo-de-caso>>. Acesso em: 10 abr. 2018.

MOREIRA, J. M. A. P.; SIMIONI, F, J.; OLIVEIRA, E, B. Importância e desempenho das florestas plantadas no contexto do agronegócio brasileiro. **Revista Floresta**, Curitiba, PR, v. 47, n. 1, p. 85 - 94, jan. / mar. 2017. Disponível em:  
<<https://revistas.ufpr.br/floresta/article/view/47687/31915>>. Acesso em: 19 maio 2018.

OLIVEIRA, E. B. **Um sistema computadorizado de prognose do crescimento e produção de pinus taeda I., com critérios quantitativos para a avaliação técnica e econômica de regimes de manejo**. Tese (Pós-Graduação – Engenharia Florestal) - Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 1995. Disponível em:  
<<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/122946/1/Tese-OLIVEIRA-EDILSON-BATISTA-DE.pdf>>. Acesso em: 01 jun. 2018.

PASA, D. L.; LAUREANO, F.; FARIAS, J. A.; NOLASCO, B. G. Análise econômica de plantios florestais na agricultura familiar da região sul. **Revista de Economia e Agronegócio – REA**, Viçosa, v. 15, n.2, p. 277-292, fev./ago. 2017. Disponível em:  
<[http://www.rea.ufv.br/index.php/rea/article/view/2526553915022017277/pdf\\_1](http://www.rea.ufv.br/index.php/rea/article/view/2526553915022017277/pdf_1)>. Acesso em: 20 abr. 2018.

PEREIRA, D. G. L. **Influência do espaçamento de plantio em povoamento de clones híbridos de eucalyptus spp. no estado do pará**. 22 f. Monografia (Pós-Graduação – Gestão Florestal) - Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2015. Disponível em:  
<<https://acervodigital.ufpr.br/bitstream/handle/1884/40031/R%20-%20E%20-%20DENNY%20GYN%20LIMA%20PEREIRA.pdf?sequence=2&isAllowed=y>>. Acesso em: 21 abr. 2018.

PEZZUTTI, R. V.; FLEIG, F. D.; FINGER, C. A. G.; SCHNEIDER, P. R. Estudo e modelagem do crescimento em diâmetro de povoamentos de pinus taeda l. submetidos a podas e desbastes na argentina. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 26, n. 4, p. 1225-1237, out.-dez., 2016. Disponível em: <<http://www.redalyc.org/html/534/53449110017/>>. Acesso em: 15 maio 2018.

RETSLAFF, F. A de S.; FIGUEIREDO FILHO, A.; MACHADO, S. do A.; ARCE, J. E.; JASKIU, E. Diagrama de manejo da densidade para pinus taeda no estado do paraná. **Revista Floresta**, Curitiba, v. 46, n. 2, p. 185-195, 2016. Disponível em: <<https://revistas.ufpr.br/floresta/article/view/38301>>. Acesso em: 10 abr. 2018.

REZENDE, J. L. P.; OLIVEIRA, A. D. **Análise econômica e social de projetos florestais: matemática financeira, formula o de projetos, avalia o de projetos, localiza o de projetos, análise de custo-benefício**. 3. ed. rev. e ampl. Viçosa: Ed. UFV, 2013. 385 p.

SELL, ISAIR. Utiliza o da regressão linear como ferramenta de decisão na gestão de custos. **IX Congresso Internacional de Custos** - Florianópolis, SC, Brasil - 28 a 30 de novembro de 2005. Disponível em: <<https://www.ime.usp.br/~salles/fatec/estatistica/trabalho/Utiliza%C3%A7%C3%A3o%20da%20regress%C3%A3o%20linear%20como%20ferramenta%20de%20decis%C3%A3o%20na%20gest%C3%A3o%20de%20custos.pdf>>. Acesso em 05 jun. 2018.

SILVA, M. L.; FONTES, A. A. Discussão sobre os critérios de avalia o econômica: valor presente líquido (vpl), valor anual equivalente (vae) e valor esperado da terra (vet)<sup>1</sup>. **Revista  rvore**, Viçosa-MG, v.29, n.6, p.931-936, 2005. Disponível em: <<http://www.ciflorestas.com.br/download.php?tabela=documentos&id=139&leitura=s>>. Acesso em: 25 maio 2018.

SILVA, M. L.; JACOVINE, L. A.G.; VALVERDE, S. R. **Economia florestal**. 2.ed. rev Viçosa: Ed. UFV, 2005. 178p.

STUPP, D. R.; HECK JUNIOR, O. L.; EYERKAUFER, M. L. Análise da viabilidade econ mico-financeira do cultivo de Pinus taeda em propriedades rurais do Alto Vale do Itajaí – SC. **XXIV Congresso Brasileiro de Custos** – Florianópolis, SC, Brasil, 15 a 17 de novembro de 2017. Disponível em: <<https://anaiscbc.emnuvens.com.br/anais/article/view/4291/4291>>. Acesso em: 02 jun. 2018.

TRIANOSKI, R. **Caracteriza o tecnológica de espécies de pinus tropicais Provenientes de plantios experimentais no brasil**. 128 p. Trabalho de Gradua o (Bacharelado em Engenharia Industrial Madeireira). Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2009. Disponível em: <<https://acervodigital.ufpr.br/bitstream/handle/1884/45680/ROSILANI%20TRIANOSKI.pdf?sequence=1>>. Acesso em: 21 abr. 2018  
UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO (USP). **Disciplinas – Cap 20**. Disponível em: <[https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/362216/mod\\_resource/content/1/cap20.pdf](https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/362216/mod_resource/content/1/cap20.pdf)>. Acesso em: 22 maio 2018.

VOLPI, N. M. P. **O impacto de perturbações estocásticas em um modelo de planejamento florestal**. Tese (Pós-Graduação – Engenharia Florestal) - Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 1997. Disponível em: <<https://acervodigital.ufpr.br/bitstream/handle/1884/26788/T%20-%20VOLPI,%20NEIDA%20MARIA%20PATIAS.pdf?sequence=1>>. Acesso em: 03 jun. 2018.





### APÊNDICE 3 – RESUMO DAS REGRESSÕES

#### REGRESSÃO (VAE) TMA 0,03 – SEM DESBASTES

Residuals:

	Min	1Q	Median	3Q	Max
	-2.344e-09	-9.000e-14	5.000e-14	2.000e-13	5.833e-10

Coefficients:

	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t )
(Intercept)	-1.306e+03	2.720e-13	-4.800e+15	<2e-16 ***
VP2	1.383e+01	2.240e-15	6.174e+15	<2e-16 ***
VP3	9.839e-01	2.240e-15	4.393e+14	<2e-16 ***

---  
 Signif. codes: 0 '\*\*\*' 0.001 '\*\*' 0.01 '\*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 1.236e-11 on 38223 degrees of freedom  
 Multiple R-squared: 1, Adjusted R-squared: 1  
 F-statistic: 2.735e+31 on 2 and 38223 DF, p-value: < 2.2e-16

#### REGRESSÃO (VAE) TMA 0,03 – DOIS DESBASTES

Residuals:

	Min	1Q	Median	3Q	Max
	-7.60e-13	-1.40e-13	-3.00e-14	8.00e-14	1.05e-09

Coefficients:

	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t )
(Intercept)	-1.379e+03	1.182e-13	-1.166e+16	<2e-16 ***
VP2	6.991e+00	9.737e-16	7.180e+15	<2e-16 ***
VP3	8.096e+00	9.737e-16	8.315e+15	<2e-16 ***

---  
 Signif. codes: 0 '\*\*\*' 0.001 '\*\*' 0.01 '\*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 5.372e-12 on 38223 degrees of freedom  
 Multiple R-squared: 1, Adjusted R-squared: 1  
 F-statistic: 1.203e+32 on 2 and 38223 DF, p-value: < 2.2e-16

#### REGRESSÃO (VAE) TMA 0,0391 – SEM DESBASTES

Residuals:

	Min	1Q	Median	3Q	Max
	-2.262e-09	-9.000e-14	5.000e-14	1.900e-13	4.082e-10

Coefficients:

	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t )
(Intercept)	-1.302e+03	2.589e-13	-5.029e+15	<2e-16 ***
VP2	1.293e+01	2.132e-15	6.066e+15	<2e-16 ***
VP3	9.201e-01	2.132e-15	4.316e+14	<2e-16 ***

---  
 Signif. codes: 0 '\*\*\*' 0.001 '\*\*' 0.01 '\*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 1.176e-11 on 38223 degrees of freedom  
 Multiple R-squared: 1, Adjusted R-squared: 1  
 F-statistic: 2.64e+31 on 2 and 38223 DF, p-value: < 2.2e-16

## REGRESSÃO (VAE) TMA 0,0391 – DOIS DESBASTES

Residuals:

	Min	1Q	Median	3Q	Max
	-2.753e-10	-1.100e-13	-2.000e-14	8.000e-14	8.959e-10

Coefficients:

	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t )
(Intercept)	-1.368e+03	1.064e-13	-1.286e+16	<2e-16 ***
VP2	6.524e+00	8.760e-16	7.448e+15	<2e-16 ***
VP3	7.414e+00	8.760e-16	8.463e+15	<2e-16 ***

---  
 Signif. codes: 0 '\*\*\*' 0.001 '\*\*' 0.01 '\*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 4.833e-12 on 38223 degrees of freedom  
 Multiple R-squared: 1, Adjusted R-squared: 1  
 F-statistic: 1.268e+32 on 2 and 38223 DF, p-value: < 2.2e-16

## REGRESSÃO (VAE) TMA 0,04 – SEM DESBASTES

Residuals:

	Min	1Q	Median	3Q	Max
	-2.241e-09	-8.000e-14	5.000e-14	1.700e-13	8.700e-10

Coefficients:

	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t )
(Intercept)	-1.302e+03	2.709e-13	-4.806e+15	<2e-16 ***
VP2	1.284e+01	2.230e-15	5.759e+15	<2e-16 ***
VP3	9.139e-01	2.230e-15	4.098e+14	<2e-16 ***

---  
 Signif. codes: 0 '\*\*\*' 0.001 '\*\*' 0.01 '\*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 1.231e-11 on 38223 degrees of freedom  
 Multiple R-squared: 1, Adjusted R-squared: 1  
 F-statistic: 2.38e+31 on 2 and 38223 DF, p-value: < 2.2e-16

## REGRESSÃO (VAE) TMA 0,04 – DOIS DESBASTES

Residuals:

	Min	1Q	Median	3Q	Max
	-3.231e-10	-1.200e-13	-2.000e-14	8.000e-14	8.673e-10

Coefficients:

	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t )
(Intercept)	-1.367e+03	1.052e-13	-1.300e+16	<2e-16 ***
VP2	6.480e+00	8.662e-16	7.481e+15	<2e-16 ***
VP3	7.349e+00	8.662e-16	8.484e+15	<2e-16 ***

---  
 Signif. codes: 0 '\*\*\*' 0.001 '\*\*' 0.01 '\*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 4.779e-12 on 38223 degrees of freedom  
 Multiple R-squared: 1, Adjusted R-squared: 1  
 F-statistic: 1.276e+32 on 2 and 38223 DF, p-value: < 2.2e-16

## REGRESSÃO (VAE) TMA 0,035– SEM DESBASTES

Residuals:

	Min	1Q	Median	3Q	Max
	-2.039e-09	-9.000e-14	5.000e-14	1.900e-13	1.955e-10

Coefficients:

	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t )
(Intercept)	-1.300e+03	2.307e-13	-5.634e+15	<2e-16 ***
VP2	1.192e+01	1.900e-15	6.275e+15	<2e-16 ***
VP3	8.481e-01	1.900e-15	4.465e+14	<2e-16 ***

---  
 Signif. codes: 0 '\*\*\*' 0.001 '\*\*' 0.01 '\*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 1.048e-11 on 38223 degrees of freedom  
 Multiple R-squared: 1, Adjusted R-squared: 1  
 F-statistic: 2.825e+31 on 2 and 38223 DF, p-value: < 2.2e-16

## REGRESSÃO (VAE) TMA 0,05 – DOIS DESBASTES

Residuals:

	Min	1Q	Median	3Q	Max
	-6.800e-13	-1.500e-13	-4.000e-14	7.000e-14	7.807e-10

Coefficients:

	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t )
(Intercept)	-1.359e+03	1.045e-13	-1.301e+16	<2e-16 ***
VP2	6.000e+00	8.602e-16	6.975e+15	<2e-16 ***
VP3	6.660e+00	8.602e-16	7.742e+15	<2e-16 ***

---  
 Signif. codes: 0 '\*\*\*' 0.001 '\*\*' 0.01 '\*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 4.746e-12 on 38223 degrees of freedom  
 Multiple R-squared: 1, Adjusted R-squared: 1  
 F-statistic: 1.084e+32 on 2 and 38223 DF, p-value: < 2.2e-16

## REGRESSÃO (VAE) TMA 0,06 – SEM DESBASTES

Residuals:

	Min	1Q	Median	3Q	Max
	-1.886e-09	-7.000e-14	3.000e-14	1.400e-13	7.701e-10

Coefficients:

	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t )
(Intercept)	-1.300e+03	2.294e-13	-5.666e+15	<2e-16 ***
VP2	1.105e+01	1.889e-15	5.850e+15	<2e-16 ***
VP3	7.862e-01	1.889e-15	4.163e+14	<2e-16 ***

---  
 Signif. codes: 0 '\*\*\*' 0.001 '\*\*' 0.01 '\*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 1.042e-11 on 38223 degrees of freedom  
 Multiple R-squared: 1, Adjusted R-squared: 1  
 F-statistic: 2.456e+31 on 2 and 38223 DF, p-value: < 2.2e-16

## REGRESSÃO (VAE) TMA 0,06 – DOIS DESBASTES

## Residuals:

	Min	1Q	Median	3Q	Max
	-9.600e-13	-1.300e-13	-2.000e-14	9.000e-14	6.853e-10

## Coefficients:

	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t )
(Intercept)	-1.353e+03	7.910e-14	-1.711e+16	<2e-16 ***
VP2	5.552e+00	6.513e-16	8.524e+15	<2e-16 ***
VP3	6.025e+00	6.513e-16	9.250e+15	<2e-16 ***

---

Signif. codes: 0 '\*\*\*' 0.001 '\*\*' 0.01 '\*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 3.594e-12 on 38223 degrees of freedom

Multiple R-squared: 1, Adjusted R-squared: 1

F-statistic: 1.58e+32 on 2 and 38223 DF, p-value: &lt; 2.2e-16

## REGRESSÃO (VAE) TMA 0,07 – SEM DESBASTES

## Residuals:

	Min	1Q	Median	3Q	Max
	-1.77e-09	-8.00e-14	4.00e-14	1.80e-13	6.80e-13

## Coefficients:

	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t )
(Intercept)	-1.301e+03	1.994e-13	-6.527e+15	<2e-16 ***
VP2	1.024e+01	1.642e-15	6.234e+15	<2e-16 ***
VP3	7.282e-01	1.642e-15	4.436e+14	<2e-16 ***

---

Signif. codes: 0 '\*\*\*' 0.001 '\*\*' 0.01 '\*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 9.058e-12 on 38223 degrees of freedom

Multiple R-squared: 1, Adjusted R-squared: 1

F-statistic: 2.789e+31 on 2 and 38223 DF, p-value: &lt; 2.2e-16

## REGRESSÃO (VAE) TMA 0,07 – DOIS DESBASTES

## Residuals:

	Min	1Q	Median	3Q	Max
	-5.500e-13	-1.000e-13	-2.000e-14	7.000e-14	5.441e-10

## Coefficients:

	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t )
(Intercept)	-1.350e+03	6.159e-14	-2.192e+16	<2e-16 ***
VP2	5.133e+00	5.071e-16	1.012e+16	<2e-16 ***
VP3	5.442e+00	5.071e-16	1.073e+16	<2e-16 ***

---

Signif. codes: 0 '\*\*\*' 0.001 '\*\*' 0.01 '\*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 2.798e-12 on 38223 degrees of freedom

Multiple R-squared: 1, Adjusted R-squared: 1

F-statistic: 2.175e+32 on 2 and 38223 DF, p-value: &lt; 2.2e-16

## REGRESSÃO (VAE) TMA 0,08 – SEM DESBASTES

## Residuals:

	Min	1Q	Median	3Q	Max
	-1.681e-09	-7.000e-14	4.000e-14	1.500e-13	1.961e-10

## Coefficients:

	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t )
(Intercept)	-1.305e+03	1.906e-13	-6.848e+15	<2e-16 ***
VP2	9.473e+00	1.569e-15	6.037e+15	<2e-16 ***
VP3	6.740e-01	1.569e-15	4.295e+14	<2e-16 ***

---  
 signif. codes: 0 '\*\*\*' 0.001 '\*\*' 0.01 '\*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 8.657e-12 on 38223 degrees of freedom  
 Multiple R-squared: 1, Adjusted R-squared: 1  
 F-statistic: 2.615e+31 on 2 and 38223 DF, p-value: < 2.2e-16

## REGRESSÃO (VAE) TMA 0,08 – COM DESBASTES

## Residuals:

	Min	1Q	Median	3Q	Max
	-5.300e-13	-1.100e-13	-2.000e-14	7.000e-14	4.566e-10

## Coefficients:

	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t )
(Intercept)	-1.349e+03	6.415e-14	-2.103e+16	<2e-16 ***
VP2	4.744e+00	5.282e-16	8.980e+15	<2e-16 ***
VP3	4.909e+00	5.282e-16	9.293e+15	<2e-16 ***

---  
 signif. codes: 0 '\*\*\*' 0.001 '\*\*' 0.01 '\*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 2.914e-12 on 38223 degrees of freedom  
 Multiple R-squared: 1, Adjusted R-squared: 1  
 F-statistic: 1.67e+32 on 2 and 38223 DF, p-value: < 2.2e-16

## REGRESSÃO (TIR) TMA 0,03 – SEM DESBASTES

## Residuals:

	Min	1Q	Median	3Q	Max
	-0.054564	-0.008436	0.004942	0.011256	0.017647

## Coefficients:

	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t )
(Intercept)	-1.336e-01	3.179e-04	-420.24	<2e-16 ***
VP2	1.471e-03	2.617e-06	561.92	<2e-16 ***
VP3	1.849e-04	2.617e-06	70.64	<2e-16 ***

---  
 signif. codes: 0 '\*\*\*' 0.001 '\*\*' 0.01 '\*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 0.01444 on 38223 degrees of freedom  
 Multiple R-squared: 0.9263, Adjusted R-squared: 0.9263  
 F-statistic: 2.403e+05 on 2 and 38223 DF, p-value: < 2.2e-16

## REGRESSÃO (TIR) TMA 0,03 – DOIS DESBASTES

## Residuals:

	Min	1Q	Median	3Q	Max
	-0.080696	-0.003690	0.001389	0.005419	0.012359

## Coefficients:

	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t )	
(Intercept)	-8.863e-02	1.868e-04	-474.3	<2e-16	***
VP2	4.413e-04	1.538e-06	286.9	<2e-16	***
VP3	7.363e-04	1.538e-06	478.6	<2e-16	***

---

Signif. codes: 0 '\*\*\*' 0.001 '\*\*' 0.01 '\*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 0.008488 on 38223 degrees of freedom

Multiple R-squared: 0.9399, Adjusted R-squared: 0.9399

F-statistic: 2.991e+05 on 2 and 38223 DF, p-value: &lt; 2.2e-16