

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DO CENTRO-OESTE, UNICENTRO-PR**

**CENÁRIOS PARA O INVESTIMENTO NO CULTIVO E  
COMERCIALIZAÇÃO DO *Pinus taeda* L.: O CASO DO  
SETOR DE BASE FLORESTAL NO MUNICÍPIO DE  
GUARAPUAVA**

TESE DE DOUTORADO

**ADEMIR JURACY FANFA RIBAS**

**IRATI-PR**

**2019**

**ADEMIR JURACY FANFA RIBAS**

**CENÁRIOS PARA O INVESTIMENTO NO CULTIVO E COMERCIALIZAÇÃO DO  
*Pinus taeda* L.: O CASO DO SETOR DE BASE FLORESTAL NO MUNICÍPIO DE  
GUARAPUAVA**

Tese apresentada à Universidade Estadual do Centro-Oeste, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais, área de concentração em Manejo Sustentável de Recursos Florestais, para a obtenção do título de Doutor.

Prof. Dr. Luciano Farinha Watzlawick - UNICENTRO  
Orientador

Prof. Dr. Flávio Augusto de Oliveira Garcia - UNICENTRO  
Coorientador

Prof. Dr. Álvaro de Oliveira Borges Filho - UNICENTRO  
Coorientador

IRATI-PR

2019

## Catálogo na Publicação

Biblioteca Central da UNICENTRO, Campus Irati

R482a

Ribas, Ademir Juracy Fanfa  
Cenários para o investimento no cultivo e comercialização do *Pinus taeda* L.: O caso do setor de base florestal no município de Guarapuava / Ademir Juracy Fanfa Ribas. – – Irati, 2019.

xvi, 120 f. : il. ; 28 cm

Tese (doutorado) - Universidade Estadual do Centro-Oeste, Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais, 2019

Orientador: Luciano Farinha Watzlawick

Coorientador: Flávio Augusto de Oliveira Garcia

Coorientador: Álvaro de Oliveira Borges Filho

Banca examinadora: Anderson Lange, Valdir Michels, Álvaro de Oliveira Borges Filho, Flávio Augusto de Oliveira Garcia, Luciano Farinha Watzlawick

### Bibliografia

1. Ciências Florestais. 2. *Pinus Taeda*. 3. Análise econômico financeira. 4. Viabilidade de investimento. I. Título. II. Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais.

CDD 585.2

## TERMO DE APROVAÇÃO

Defesa de Tese Nº 12

**Ademir Juracy Fanfa Ribas**

**“Cenários para o investimento no cultivo e comercialização do *Pinus taeda* L.:  
o caso do setor de base florestal no município de Guarapuava”**

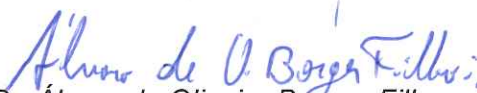
Tese aprovada em 08/03/2019, como requisito parcial para obtenção do grau de Doutor no Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais, área de concentração em Manejo Sustentável de Recursos Florestais, da Universidade Estadual do Centro-Oeste, pela seguinte Banca Examinadora:



*Dr. Anderson Lange*  
Universidade Federal de Mato Grosso  
Primeiro Examinador



*Dr. Valdir Michels*  
Faculdade Guarapuava  
Segundo Examinador



*Dr. Álvaro de Oliveira Borges Filho*  
Universidade Estadual do Centro-Oeste  
Terceiro Examinador



*Dr. Flávio Augusto de Oliveira Garcia*  
Universidade Estadual do Centro-Oeste  
Quarto Examinador



*Dr. Luciano Farinha Watzlawick*  
Universidade Estadual do Centro-Oeste  
Orientador e Presidente da Banca Examinadora

Irati - PR  
2019

## **Dedicatória**

**Dedico esta obra a Deus, a minha família e amigos.**

## AGRADECIMENTOS

Escrever uma tese com certeza é um desafio que não conseguiria fazer sozinho. No momento de agradecer, muitas lembranças à mente, desde os primeiros passos escolares, onde minha mãe me levou para escola, até os momentos mais difíceis com os amigos nas madrugadas pegando a estrada em busca de novos conhecimentos.

Um esforço acadêmico que provavelmente não fazia parte das minhas ambições enquanto adolescente, claro que inspirado na mãe professora universitária, o caminho da docência e da pesquisa foram seguidos de forma profissional e com uma imensa satisfação da profissão escolhida.

Preciso enaltecer as pessoas que fazem parte desta trajetória e foram fundamentais nesta conquista. Iniciando pelo amigo orientador professor Dr. Flavio Augusto de Oliveira Garcia, que me ajudou, cobrou e principalmente me inspirou com o seu amor pela docência, pela simpatia e pela força interior na busca dos melhores resultados.

O professor Luciano Farinha que me acolheu em um momento difícil da continuidade no programa de pós graduação, e me auxiliou muito na construção deste momento. O professor Álvaro Borges, que fez parte do comitê de orientação do doutorado e me orienta desde a pós graduação *latu sensu*. Também quero agradecer ao Professor Valdir Michels pelas conversas, dicas e orientação tanto do momento da qualificação quanto da defesa da tese e ao professor Anderson Lange, que se dispôs a vir de tão longe para participar da defesa.

Alguns colegas de departamento e amigos precisam ser exaltados neste momento, o professor Ari Swans, que sem ele eu não teria conseguido chegar a este momento, os Professores Marcio Facini e Cleverson Salache que me acompanharam em algumas disciplinas e me deram força na conclusão da Obra, e a amiga Joceliane Araujo que esteve comigo debatendo e ajudando a superar dificuldades da escrita da tese.

Tenho que agradecer também a todos os colegas do Doutorado entrantes em 2016, que sabem perfeitamente o esforço e a dedicação necessária para concluir o curso, além é claro de todo o corpo docente que nos ajudaram com a condução na

busca do conhecimento. Dedico uma citação especial à servidora Adriane Mores, secretária do Programa, que sempre nos recebeu com uma alegria e simpatia inspiradora nas nossas jornadas.

Reservei os últimos parágrafos para falar da família, fonte de motivação e razão da vida. Minha Irmã Kelly com um sorriso encantador que serviu de gotas de motivação diárias para superar obstáculos. Meus pais, que sempre ao meu lado, serviram de reflexo para lutar da mesma maneira que eles sempre lutaram. A Minha mãe Professora Klevi ou professora Mãe, responsável pela minha vontade de entrar na academia através da sua experiência, simplicidade e muita competência. Isso fez com que me superasse a cada momento e pudesse alcançar este título.

A Família criada em parceria com a minha esposa Maria Eliete fez com que cada momento difícil fosse superado, tendo a certeza que o exemplo, a parceria e a dedicação pudesse servir de inspiração aos meus filhos Gabriel, Junior, Juliano e Mariana. Comprovando que é possível alcançar os objetivos mais difíceis desde que se tenha foco, dedicação e muita força de vontade. Muito obrigado Família por dar sentido a minha vida.

## RESUMO

Ademir Juracy Fanfa Ribas. **Cenários para o investimento no cultivo e comercialização do *Pinus taeda* L.: O caso do setor de base florestal no município de Guarapuava**

O presente trabalho tem como objetivo realizar uma análise econômica, sob a perspectiva dos resultados gerados pela indústria de base florestal, do município de Guarapuava, projetando cenários para o retorno de investimento na cultura de *Pinus taeda*. O município de Guarapuava localizado na região centro-Sul do Paraná, tem no Agronegócio um dos principais fatores de riquezas e a cadeia produtiva da madeira uma fonte de desenvolvimento local e regional. A metodologia é apresentada em três seções, descrição do ambiente de estudo, referencial metodológico, operacionalização do modelo metodológico, de coleta e análise dos dados. Foram divididas quatro regiões como objeto de estudo, o Município sede Guarapuava e três regiões com um raio máximo de municípios com até 100 km da sede, além de três sistemas de manejo, cultivo de pinus para biomassa, cultivo pinus multiprodutos tradicional e cultivo de pinus multiprodutos tora, proporcionando três cenários. Com a utilização de modelagem matemática e Análise da viabilidade econômica financeira, identificou-se que o melhor cenário para investimento é o cultivo de pinus para biomassa desconsiderando a remuneração do fator terra, com uma taxa interna de retorno de 12,93 %, demonstrando viabilidade no investimento.

**Palavras-chave:** *Pinus taeda*; Análise econômico financeira; Viabilidade de investimento.



## ABSTRACT

Ademir Juracy Fanfa Ribas. **Scenarios for investment in the cultivation and commercialization of Pinus taeda L. : The case of the forest-based sector in the city of Guarapuava**

The present work aims to accomplish an economic analysis, under the perspective of the results generated from the forestry industry, of the county of Guarapuava, designing scenarios for the return of investment in the Pinus taeda culture. The county of Guarapuava located in the south-central region of Paraná, has in Agribusiness one of the main factors of wealth and the productive chain of wood a source of local and regional development. The methodology is presented in three sections, description of the study environment, methodological reference and operationalization of the methodological model, data collection and analysis. Four regions were divided as object of study, the county of Guarapuava and three regions with a maximum radius of municipalities with until a 100 km of the head county, besides three handling systems, pinus cultivation for biomass, cultivation of traditional multiproducts pinus and cultivation of multi-product log pinus, providing three scenarios. With the use of mathematical modeling and Analysis of financial economics viability, it was identified that the best scenario for investment is the cultivation of pine for biomass disregarding the remuneration of the soil factor, with an internal rate of return of 12.93%, demonstrating viability in the investment.

**Keywords:** Pinus taeda; Economic financial analysis; Viability of investment.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Distribuição da Área Florestal Plantada com <i>Pinus</i> e <i>Eucalipto</i> no Brasil, 2016.....	6
Figura 2: Climas do Paraná.....	15
Figura 3: Mapa da Distribuição Espacial das Áreas de Florestas Plantadas no Paraná. .....	16
Figura 4: Índice de Produção Física da Indústria de Transformação do Paraná, por Atividade Industrial, 2004 - 2017. ....	18
Figura 5: Evolução Histórica do Número de Empregos, 2006-2016.....	19
Figura 6: Representação das Regiões de Consumo, de acordo com a Distância e Custo de Transporte.....	51
Figura 7: Distribuição espacial dos plantios de <i>Pinus</i> nas regionais da SEAB. ....	56
Figura 8: Comparativo na linha do tempo dos custos de produção (R\$), para os três sistemas de manejos propostos. ....	74

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Características do <i>Pinus</i> .....	30
Quadro 2: Modelo Matemático. ....	44
Quadro 3: Características do Fator Terra.....	46
Quadro 4: Características do Fator Mão de Obra.....	47
Quadro 5: Características do Fertilizante. ....	48
Quadro 6: Características das Modalidades de Capital.....	48
Quadro 7: Características dos Sistemas de Produção. ....	49
Quadro 8: Regiões Distribuídas de Acordo com o Raio Econômico de Transporte. ....	50
Quadro 9: Representação Matricial do Modelo Matemático. ....	52
Quadro 10: Segmento industrial instalado nas regiões do raio econômico de comercialização.....	60

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Estimativa da quantidade de carbono, em milhões de toneladas métricas, para as florestas naturais por bioma, 2015.....	8
Tabela 2: Consumo de madeira para uso industrial, por segmento e gênero, 2016.	10
Tabela 3: Área Total de Plantio no Estado do Paraná.....	17
Tabela 4: Principais Componentes do VBP do Agronegócio Município de Guarapuava. ....	41
Tabela 5: Área de Plantio por Classe, do Núcleo Regional de Guarapuava, 2015. .	57
Tabela 6: Ocupação e uso do solo no Município de Guarapuava. ....	58
Tabela 7: Preços da terra, por hectare, na região de Guarapuava.....	59
Tabela 8: Capacidade Industrial Instalada na R1. ....	60
Tabela 9: Capacidade Industrial Instalada na R2. ....	61
Tabela 10: Capacidade Industrial Instalada na R3. ....	61
Tabela 11: Capacidade Industrial Instalada na R4. ....	62
Tabela 12: Capacidade de Produção de Pinus, Processamento Atual e Capacidade Instalada da Indústria na R1.....	63
Tabela 13: Capacidade de produção de Pinus, processamento atual e capacidade instalada da indústria na R2. ....	65
Tabela 14: Capacidade de produção de Pinus, processamento atual e capacidade instalada da indústria na R3. ....	67
Tabela 15: Capacidade de produção de Pinus, processamento atual e capacidade instalada da indústria na R4. ....	69
Tabela 16: Processamento de madeira atualmente / ha. ....	70
Tabela 17: Capacidade de processamento instalada .....	71
Tabela 18: Variação entre capacidade de processamento e processamento de madeira atual.....	71
Tabela 19: Preço médio para torras de Pinus em pé, de acordo com sortimento, na Região de Guarapuava, 2010 - 2015.....	77
Tabela 20: Fluxo de caixa e retorno econômico financeiro para o sistema de manejo para produção de Biomassa.....	80
Tabela 21: Fluxo de caixa e retorno econômico financeiro para o sistema de manejo multiproduto tradicional.....	81

Tabela 22: Fluxo de caixa e retorno econômico financeiro para o sistema de manejo multiproduto tora.....	82
Tabela 23: Análise de sensibilidade para projeto de investimento em plantio de Pinus sistema de manejo biomassa .....	83
Tabela 24: Análise de sensibilidade para projeto de investimento em plantio de Pinus sistema de manejo multiproduto tradicional.....	83
Tabela 25 Análise de sensibilidade para projeto de investimento em plantio de Pinus sistema de manejo multiproduto tora.....	84
Tabela 26: Cenário probabilístico para biomassa.....	85
Tabela 27: Cenário probabilístico para multiproduto tradicional. ....	85
Tabela 28: Cenário probabilístico para multiproduto tora. ....	85
Tabela 29: Medidas estatísticas para análise de cenários. ....	86
Tabela 30: Função Objetivo em R\$, os três sistemas de manejo nas quatro regiões de consumo/processamento.....	90
Tabela 31: Função Objetivo em R\$, os três sistemas de manejo nas quatro regiões de consumo/processamento.....	93
Tabela 32: Simulação com alteração na demanda por madeira para biomassa na região 1 com a implantação de uma nova unidade de produção industrial. ....	96

## LISTA DE SIGLAS

APP: Área de Preservação Permanente

EUA: Estados Unidos da América

GEE: Gases de Efeito Estufa

Ha: Hectare

HDF: *High Density Fiber board*

IL: ÍNDICE DE LUCRATIVIDADE

KM: Kilometro

M: Metro

MDF: *Medium Density Fiberboard*

MDP: *Medium Density Particleboard*

PIB: Produto Interno Bruto

OSB: *Oriented Strand Board*

PL: Programação Linear

PO: Pesquisa Operacional

PR: Paraná

RPPN: Reserva Particular do Patrimônio Natural

TMA: Taxa Mínima De Atratividade

TIR: Taxa Interna De Retorno

TIRM: Taxa Interna de Retorno Modificada

VBP: Valor Bruto da Produção

VPL: Valor Presente Líquido

## SUMÁRIO

<b>1.INTRODUÇÃO .....</b>	<b>1</b>
<b>2.OBJETIVOS .....</b>	<b>3</b>
<b>3.REFERENCIAL TEÓRICO-CONCEITUAL .....</b>	<b>4</b>
3.1 SETOR FLORESTAL NO BRASIL .....	4
3.2 PANORAMA DO MERCADO DE PRODUTOS FLORESTAIS .....	9
3.2.1 Setor de Celulose e Papel .....	10
3.2.2 Painéis e Pisos de Madeira Reconstituída .....	12
3.2.3 Madeira Serrada .....	13
3.3 SETOR FLORESTAL NO PARANÁ .....	14
3.4 MODELO CONCEITUAL .....	21
3.4.1 Modelo Econômico .....	21
3.5 ESTUDO DE VIABILIDADE ECONÔMICO FINANCEIRO .....	23
3.5.1 Técnicas de Orçamento de Capital.....	24
3.5.2 Pesquisa Operacional.....	26
3.6 CULTURA ANALISADA: <i>PINUS</i> .....	29
3.6.1 Caracterização da cultura.....	30
3.6.2 SisPinus.....	33
3.7 ANÁLISE DE INVESTIMENTO EM ATIVOS FÍSICOS .....	34
3.8 FORMULAÇÃO DE POLÍTICAS PÚBLICAS .....	36
<b>4. MATERIAL E MÉTODOS .....</b>	<b>37</b>
4.1 DESCRIÇÃO E LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO .....	37
4.1.1 Atividades Produtivas Desenvolvidas .....	41
4.2 REFERENCIAL METODOLÓGICO .....	42
4.3 MODELO MATEMÁTICO .....	43
4.4 OS DADOS.....	44
4.5 OPERACIONALIZAÇÃO DO MODELO.....	45
4.5.1 Atividades Produtivas .....	45
4.5.3 Sistemas de Manejo de Produção .....	45
4.5.4 Produtividade.....	49
4.5.5 Custos de Produção .....	49
4.5.6 Preço dos Produtos .....	50
4.5.7 Regiões de Consumo .....	50
4.5.8 Custos de transporte .....	51

4.5.9 Demanda regional .....	51
4.5.10 Horizonte de Planejamento .....	52
4.5.11 Processamento.....	52
4.5.12 Representação Matricial .....	52
<b>5 ANÁLISE DE DADOS .....</b>	<b>53</b>
5.1 FORMULAÇÃO DO MODELO MATEMÁTICO.....	53
5.1.1 Sistemas de Manejo de Produção .....	53
5.1.2 Região de Produção .....	55
5.1.3 Preço da Terra.....	59
5.1.4 Capacidade Instalada de Processamento Madeira em Guarapuava e Região. 59	
5.1.5 Custos de Produção .....	72
5.1.6 Produtividade.....	74
5.1.7 Preço .....	76
5.1.8 Uso de Insumos.....	77
5.1.9 Raio Econômico de Transporte .....	77
5.2 ANÁLISE DE VIABILIDADE ECONÔMICA FINANCEIRA.....	78
5.2.1 Cálculos de VPL e TIR .....	78
5.2.2 Análise de sensibilidade .....	83
5.2.3 Análise de cenários .....	84
5.3 PLANO DE MAXIMIZAÇÃO DA RECEITA LÍQUIDA.....	86
5.3.1 Análise da Maximização da Receita Líquida .....	87
5.3.2 Análise das Restrições .....	89
5.4 ANÁLISE GERAL .....	98
<b>6 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES .....</b>	<b>100</b>
<b>7 REFERÊNCIAS .....</b>	<b>102</b>



## 1. INTRODUÇÃO

O Brasil é o maior país da América Latina, com mais de 8,5 milhões de quilômetros quadrados, posicionando-se como o quinto de maior extensão territorial, atrás da Rússia, Canadá, China e Estados Unidos, de acordo com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2017). Mas algo que chama atenção é que mais da metade (58%) desse território é coberto por florestas naturais ou plantadas, posicionando-se em segundo lugar no ranking das maiores áreas de florestas do mundo, atrás apenas da Rússia, como cita o Sistema Nacional de Informações Florestais (SNIF, 2016).

A cadeia produtiva de origem florestal é diversificada. Ela gera produtos madeireiros como, por exemplo, lenha, carvão vegetal, madeira serrada, celulose, produtos de madeira sólida e madeira processada, bem como produtos não madeireiros, das indústrias químicas, farmacêutica, automobilística e alimentícia (SNIF, 2018). Nesta conjuntura, vale salientar a importância de se preservar as florestas naturais e utilizar como alternativa recursos advindos do reflorestamento, as florestas plantadas.

Neste cenário, o Paraná, estado brasileiro localizado na Região Sul, destaca-se por ter completa cadeia de silvicultura, abrigando plantios florestais e indústrias de transformação de madeira, papel e celulose, móveis e energia, gerando benefícios sociais, econômicos e ambientais (APRE FLORESTAS, 2018). Os principais cultivos no Paraná são o Pinus e Eucalipto. A região Centro-Sul contribui com 83% de área de plantios florestais, onde destaca-se as maiores áreas plantadas os municípios de Ponta Grossa (36,88%), Curitiba (18,70%), União da Vitória (8,53%) e Guarapuava (6,99%) (EISFELD e NASCIMENTO, 2015).

Os plantios dessas espécies devem ser planejados a longo prazo, para a geração de receitas. Considerando que o objetivo dessa tese é realizar uma análise econômica, sob a perspectiva dos resultados gerados pela indústria de base florestal, do município de Guarapuava, projetando cenários para o retorno de investimento na cultura de *Pinus taeda*. Foram utilizadas técnicas de orçamento de capital para analisar a viabilidade de implantação de três sistemas de manejo para análise, sendo cultivo de *pinus* para biomassa, cultivo *pinus* multiprodutos tradicional e cultivo de *pinus* multiprodutos tora, bem como o *software* SISPINUS.

Para esse estudo, procura-se responder quais são os cenários para o investimento no cultivo e comercialização do *P. taeda* no setor de base florestal no Município de Guarapuava? Tendo como objetivo realizar uma análise econômica, sob a perspectiva dos resultados gerados pela indústria de base florestal, do município de Guarapuava, projetando cenários para o retorno de investimento na cultura de *P. taeda*.

Ainda, a fim de entender sobre o contexto que o estudo está inserido, essa tese apresenta um referencial teórico conceitual sobre o setor florestal no Brasil, bem como um panorama do mercado de produtos florestais do setor de celulose e papel, painéis de pisos de madeira reconstituída e de madeira serrada. Posteriormente, é exposto o contexto do setor florestal do estado do Paraná, demonstrando a importância sócio econômica do setor. Também são abordados conceitos referentes ao modelo conceitual utilizado no estudo e as técnicas para análise de viabilidade, além de uma caracterização do cultivo do Pinus.

O capítulo seguinte apresenta a descrição dos materiais e métodos utilizados, descrevendo a área, metodologia, modelo matemático, fonte dos dados e a operacionalização do modelo do estudo. Em seguida é apresentada a análise dos dados, com base no modelo matemático estabelecido, bem como são aplicadas as técnicas de orçamento de capital, para a análise da viabilidade de implantação de cada sistema de manejo e um plano para maximização das receitas líquidas. O estudo termina apresentando as conclusões e recomendações, decorrentes das análises realizadas.

Os dados auferidos pela pesquisa podem servir de subsídio para o planejamento e tomada de decisão de investimento, em um setor que possui importância significativa, tanto econômica, quanto social e para o meio ambiente. Vale salientar que “é estrategicamente importante que o País detenha informações atualizadas e fidedignas sobre o estado e as tendências futuras de suas florestas, visando adotar políticas públicas que estimulem os investimentos no setor de base florestal e também norteiem as ações necessárias ao atendimento dos compromissos internacionais assumidos” (SANQUETTA, CORTE, *et al.*, 2018, p. 153).

## 2. OBJETIVOS

O objetivo geral do estudo consiste em realizar uma análise econômica, sob a perspectiva dos resultados gerados pela indústria de base florestal, do município de Guarapuava, projetando cenários para o retorno de investimento na cultura de *P. taeda*.

Os objetivos específicos são:

- Realizar um diagnóstico situacional referente aos dados econômicos e florestais do ramo industrial de base florestal;
- Identificar a importância do setor florestal na geração de emprego, renda e no desenvolvimento regional;
- Estabelecer uma análise do comportamento das variáveis econômicas em cenários futuros em uma perspectiva pessimista, realista e otimista;
- Identificar os custos inerentes ao cultivo de *P. taeda*;
- Gerar dados para a tomada de decisão de investimentos no Município de Guarapuava.

### 3. REFERENCIAL TEÓRICO-CONCEITUAL

A Indústria da Base Florestal no Brasil tem uma forte influência no desenvolvimento econômico de várias regiões, podendo ser considerada como uma importante fonte de renda, de emprego, de tributos, além de envolver governo, empresas, empresários e trabalhadores na geração de riquezas, tanto econômicas quanto ambientais. Neste capítulo são apresentados dados sobre o setor considerando informações atuais no mundo, Brasil, Paraná e Guarapuava na busca de demonstrar o retrato do setor.

#### 3.1 SETOR FLORESTAL NO BRASIL

O termo floresta, de acordo com o Sistema Nacional de Informações Florestais (SNIF), pode ser definido como “qualquer vegetação que apresente predominância de indivíduos lenhosos, onde as copas das árvores se tocam formando um dossel (SNIF, 2016). Elas podem ser classificadas como naturais ou plantadas, assim, “serão naturais quando se encontrarem no seu estado original, sem intervenção humana. As plantadas são aquelas intencionalmente produzidas pelo ser humano para atingir um objetivo específico, seja produção ou conservação” (OECD, 2015).

Ainda, para fins acadêmicos, científicos e governamentais, considera-se outras definições, como

Floresta - área medindo mais de 0,5 ha com árvores maiores que 5 m de altura e cobertura de copa superior a 10%, ou árvores capazes de alcançar estes parâmetros in situ. Isso não inclui terra que está predominantemente sob uso agrícola ou urbano (FAO - Organização das Nações Unidas para a Agricultura e Alimentação Termos e definições, utilizados na Avaliação Global dos Recursos Florestais (FRA), *apud* SNIF, 2016).

O Brasil, de acordo com o SNIF (2016), “é um país florestal com aproximadamente 493,5 milhões de hectares (58% do seu território) cobertos por florestas naturais e plantadas, o que representa a segunda maior área de florestas do mundo, atrás apenas da Rússia”. Este volume demonstra que o país ainda está com uma quantidade considerável de floresta, assim o manejo sustentável torna-se uma forma importante de desenvolvimento e a preservação é fator fundamental para a continuidade da humanidade.

A cadeia produtiva, com base no setor florestal, é uma atividade econômica importante, mas complexa e diversificada, presente em diversos ramos de atuação, sendo que caracteriza-se “pela grande diversidade de produtos, compreendendo um conjunto de atividades e segmentos que incluem desde a produção até a transformação da madeira *in natura*” (OLIVEIRA e OLIVEIRA, 2017, p. 13).

Neste cenário, o Brasil pode ser considerado com uma grande área florestal, enquanto a Amazônia, com sua riqueza de fauna e flora, abastece grande parte do planeta com oxigênio e reserva natural, as árvores plantadas tornam-se uma grande fonte de riquezas e desenvolvimento regional. Segundo dados do Indústria Brasileira de Árvores (IBÁ), as florestas plantadas ocupavam no Brasil 7,84 milhões de hectares em 2016, representando menos de 1% do território nacional, mas são responsáveis por mais de 90% de toda a madeira utilizada para fins produtivos (IBÁ, 2017).

As florestas plantadas no Brasil concentram-se principalmente nas Regiões Sul e Sudeste e mais recentemente tem se expandido pela Região Centro-Oeste. Essas florestas foram implantadas a partir do marco regulatório de incentivos fiscais e apoio governamental, que se iniciou a partir de 1932. Entretanto, os cultivos de essências florestais se intensificaram a partir de 1966, quando o governo ofereceu significativos incentivos fiscais e viabilizou a implantação de grandes áreas de florestas no país (MAPA, 2007).

A atividade florestal e a cadeia produtiva associada a produtos florestais proporciona grande competitividade, tanto no mercado interno quanto externo, compreendendo atividades e segmentos que incluem a indústria de papel por meio da produção de celulose e papel, indústria de móveis, painéis de madeira, pisos laminados, carvão vegetal, produtos não madeireiros, dentre outros (OLIVEIRA e OLIVEIRA, 2017).

Demonstrando sua relevância, tanto para o mercado interno quanto externo, o setor brasileiro de árvores plantadas para fins produtivos apresentou um saldo positivo na balança comercial, superando US\$ 5,5 bilhões entre janeiro e setembro de 2017, uma alta de 12% em relação ao mesmo período em 2016. Neste contexto, destaca-se as vendas externas de celulose, principalmente para a China

e países europeus, bem como a exportação de papel e painéis de madeira para os países latino-americanos (IBÁ, 2017).

Embora os últimos anos tenham apresentado recessão, outros indicadores econômicos atuais a serem considerados é a receita bruta do setor brasileiro de árvores plantadas, que atingiu R\$ 73,8 bilhões, sendo 1,1% do PIB (Produto Interno Bruto) nacional e 6,1% do PIB industrial. Ainda, foram R\$ 11,5 bilhões de arrecadação de tributos (0,9% da arrecadação nacional) e R\$ 6,7 bilhões de investimentos, sendo R\$ 3,2 bilhões nas florestas e R\$ 3,5 bilhões nas indústrias (IBÁ, 2018).

Para destacar a representatividade da área florestal plantada com Pinus e Eucalipto no Brasil, a Figura 1 mostra a distribuição, por Estado, considerando o total de hectares plantados.

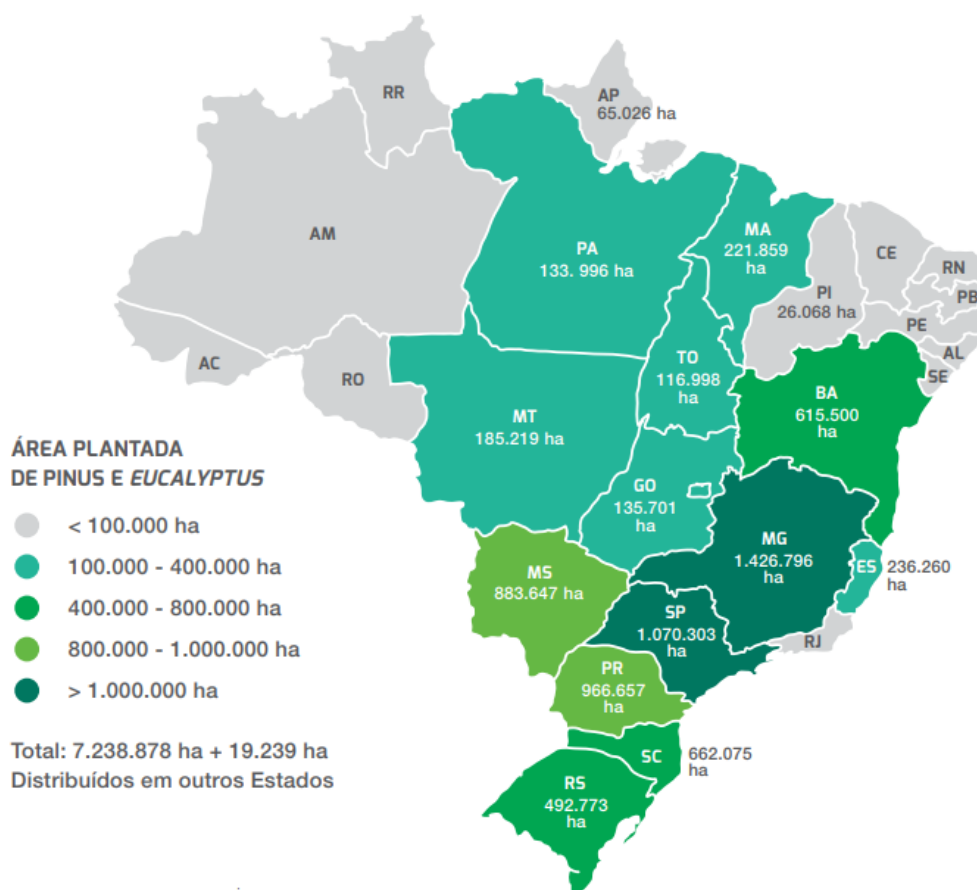


Figura 1: Distribuição da Área Florestal Plantada com Pinus e Eucalipto no Brasil, 2016.

Fonte: APRE FLORESTAS (2018, p. 28).

As culturas de árvores plantadas que se destacam no cenário nacional, considerando dados da Associação Paranaense de Empresas de Base Florestal (APREFLORESTAS), são os plantios de Eucalipto, que ocupam 5,67 milhões de hectares (72%) da área de árvores plantadas e o Pinus, com 1,58 milhões de hectares (20%) plantados, além de 589,4 mil hectares (8%) de outras espécies (APREFLORESTAS, 2018).

Cultura foco do presente trabalho, de acordo com a IBÁ (2014, 2017), a produtividade dos plantios de Pinus no Brasil em 2015, atingiu  $31 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{ano}^{-1}$ , sendo que nos EUA, os plantios de Pinus atingem produtividade de  $14 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{ano}^{-1}$ , Austrália com  $16 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{ano}^{-1}$ , Chile e China com  $18 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{ano}^{-1}$  e África do Sul com  $22 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{ano}^{-1}$ . Ainda, em 2015, a produção de madeira serrada atingiu 8,8 milhões de metros cúbicos, apresentando recuo de 4,3% em relação a 2014, mas em contrapartida as exportações alcançaram 1,6 milhão de metros cúbicos, ou seja, com um crescimento de 28% em relação a 2014.

Vale salientar as contribuições sócio ambientais do setor florestal no Brasil. Se tratando de geração de empregos, o setor de florestas plantadas empregou diretamente 510 mil pessoas, em 2016. Todavia “estima-se que, no total, o número de postos de trabalhos da atividade de base florestal, diretos, indiretos e resultantes do efeito renda, tenha sido da ordem de 3,7 milhões (IBÁ, 2017, p. 56). Assim, graças ao número de empregos gerados diretamente e o salário médio líquido dos trabalhadores, estima-se que a renda gerada foi de R\$ 10 bilhões, dos quais aproximadamente R\$ 9,0 bilhões foram agregados ao consumo das famílias e R\$ 1,0 bilhões foi direcionado à poupança nacional (IBÁ, 2017, p. 57).

Outro aspecto importante a ser ressaltado é em relação a renda de pequenos produtores rurais, aos quais, de acordo com IBÁ (2014), a renda gerada pelo setor de florestas plantadas atingiu, em 2013, R\$ 451 milhões de reais, com uma lucratividade média de aproximadamente R\$ 791,00 por hectare ao ano. Vale ressaltar que em 2013, “cerca de 8% do volume de madeira consumida no País foi fornecida por pequenos produtores rurais participantes de programas de fomento ou produtores independentes” (IBÁ, 2014, p. 74).

Ainda, as florestas plantadas contribuem de forma notória com “a conservação da biodiversidade, preservação do solo, regulação dos recursos

hídricos, recuperação de áreas degradadas e geração de energia renovável” (IBÁ, 2017, p. 24). Das florestas naturais, em relação a estimativa da quantidade de estoque carbono é apresentada na Tabela 1.

Tabela 1: Estimativa da quantidade de carbono, em milhões de toneladas métricas, para as florestas naturais por bioma, 2015.

<b>Bioma</b>	<b>Quantidade de Carbono (em milhões de t)</b>
<b>Amazônia</b>	68.571
<b>Caatinga</b>	2.475
<b>Cerrado</b>	5.503
<b>Mata Atlântica</b>	3.295
<b>Pampa</b>	266
<b>Pantanal</b>	703
<b>Brasil</b>	80.813

Fonte: SNIF (2016).

Segundo afirma a SNIF (2016), “o carbono encontra-se estocado nos diversos “compartimentos” de biomassa nas florestas, ou seja, na biomassa viva (acima e abaixo do solo), na biomassa morta e na matéria orgânica do solo”. Como observa-se na Tabela 1, o bioma natural brasileiro que possui estocado a quantidade mais significativa de carbono é a Amazônia.

Considerando o aspecto ambiental das florestas plantadas, com fins industriais, elas processaram aproximadamente 1,62 bilhões de toneladas de CO<sub>2</sub>, em 2012 e 1,67 bilhões de toneladas de CO<sub>2</sub>, em 2013, com uma variação positiva de 3% (IBÁ, 2014). Já em 2016, esse valor subiu para 1,7 bilhões de toneladas de CO<sub>2</sub> estocados, em 7,84 milhões de hectares de árvores plantadas (IBÁ, 2018).

O sequestro de carbono, que “trata-se da absorção de grandes quantidades de gás carbônico (CO<sub>2</sub>) realizada pelas árvores, principalmente ao longo da sua fase de crescimento” (AGEFLOR, 2018), caracteriza-se como um processo natural que ajuda a diminuir consideravelmente a quantidade de CO<sub>2</sub> na atmosfera, considerando que em sua fase de crescimento as árvores necessitam de muito carbono para se desenvolverem e tiram-no do ar, assim cada hectare de floresta é capaz de absorver de 150 a 200 toneladas de carbono.

Com relação ao sequestro de carbono, o setor de florestas plantadas possui ainda outro benefício que é a característica de longo prazo, pois uma floresta tem a capacidade de remoção dos Gases de Efeito Estufa (GEE) por vários anos, com potencial de mitigação bastante elevado, contribuindo assim com relevante papel



para o equilíbrio do balanço de emissões do setor produtivo brasileiro (WALTER, 2009). Além disso, cada produto originário de árvores plantadas pode evitar ou reduzir emissões associados ao uso de produtos oriundos de matérias-primas fósseis ou não renováveis (CARVALHAES, 2015).

Portanto, como declara o estudo de Sanquetta (2018, p. 152), entre 1990 e 2016 “houve grande crescimento em área, volume, biomassa e carbono nas plantações florestais brasileiras nos 26 anos, em que as remoções de CO<sub>2</sub> atmosférico equivalente nesse período foram da ordem de 1,338 bilhão de toneladas, as quais se devem pelo aumento da área plantada e pela maior produtividade dos povoamentos”.

Também, 5,6 milhões de hectares são conservados, na forma de Reserva Legal (RL), Área de Preservação Permanente (APP) e Reserva Particular do Patrimônio Natural (RPPN) (IBÁ, 2018). Assim, nota-se que o setor de florestas plantadas, em conjunto com diversas organizações da sociedade civil, busca valorizar os benefícios climáticos associados à base florestal brasileira. A cadeia produtiva da madeira contribui de duas formas com a sustentabilidade ambiental; primeiro com a implantação de novas florestas comerciais que têm, além da produção de madeira, a função de fixar CO<sub>2</sub>, as florestas plantadas reduzem a pressão sobre os remanescentes das florestas naturais.

Portanto, por meio de seus produtos e subprodutos, o setor florestal proporciona diversos serviços ambientais, tais como “a regulação dos ciclos hidrológicos, o controle da erosão e da qualidade do solo, a conservação da biodiversidade, a provisão de oxigênio para o planeta, e a inegável contribuição na mitigação dos efeitos das mudanças climáticas” (IBÁ, 2018), diferente de outros investimentos como a lavoura e pastagem.

### 3.2 PANORAMA DO MERCADO DE PRODUTOS FLORESTAIS

O setor de florestas plantadas tem demonstrado otimismo com relação ao mercado, pois em 2016, o consumo de madeira plantada apresentou um aumento de 6,1% em relação ao ano anterior (IBÁ, 2017), sendo os principais produtos à base de Eucalipto e Pinus, conforme a Tabela 2.

Tabela 2: Consumo de madeira para uso industrial, por segmento e gênero, 2016.

Segmento	Milhões (m <sup>3</sup> )			Total
	Eucalipto	Pinus	Outras	
<b>Celulose e Papel</b>	70,74	9,25	0,09	80,07
<b>Painéis Reconstituídos</b>	5,93	6,7	0,37	12,99
<b>Indústria Madeireira</b>	5,86	27,37	0,35	33,58
<b>Carvão</b>	21,46	-	-	21,46
<b>Lenha Industrial</b>	46,94	3,72	4,31	54,98
<b>Madeira Tratada</b>	1,46	-	-	1,46
<b>Outros</b>	1,57	0,15	-	1,71
<b>Total</b>	156,96	47,19	5,12	206,25

Fonte: IBÁ (2017), adaptado pelo autor.

Como é possível observar na Tabela 2, os produtos originários da cultura de *Eucalipto* totalizam 156,96 milhões de m<sup>3</sup>, enquanto a de *Pinus* somaram um total de 47,19 milhões de m<sup>3</sup>. Vale ressaltar que o setor de celulose e papel, o de painéis e pisos de madeira reconstituída e de madeira serrada são processados a base da madeira de Eucalipto e Pinus, sendo os que compõem a base da indústria da madeira na região de Guarapuava – Pr.

### 3.2.1 Setor de Celulose e Papel

Um dos setores com maior influência na indústria da base florestal da madeira no Brasil é o setor de celulose e papel, que considerando os dados apresentados pela IBÁ (2017, p. 33) demonstram que “da área total de 7,84 milhões de hectares de árvores plantadas no Brasil em 2016, 34% pertence às empresas do segmento de celulose e papel”, seguido de proprietários independentes e pequenos e médios produtores do programa de fomento florestal (29%) e o segmento de siderurgia a carvão vegetal (14%).

A celulose é o principal componente para a produção de papel, os dois tipos de celulose utilizados são os de fibras longas e os de fibras curtas, de origem de florestas cultivadas com folhosas ou com coníferas. As características e finalidades de cada um dos tipos de celulose são específicos, enquanto as de fibras curtas, produzidas a partir de folhosas como, por exemplo, o *Eucalipto*, são utilizadas para a elaboração de papel para escrever e impressão; os de fibras longas, obtidos a partir das florestas de coníferas como o *Pinus*, são utilizadas para a fabricação de embalagens e papelão (KLABIN, 2018).

De acordo com o Departamento de Pesquisas e Estudos Econômicos (DEPEC), o cenário da produção de celulose apresenta expansão em 2017, devido

a demanda externa aquecida, com exportações principalmente para a China e Europa. Já a produção de papel reflete a fraca demanda doméstica pelo produto, devido a “retração do mercado de trabalho em anos anteriores e mudança do padrão de consumo para veículos digitais” (DEPEC, 2018), sendo que as exportações estão estabilizadas.

Neste sentido, dados de 2016 apontam o crescimento da produção brasileira de celulose na ordem de 8,1% se comparado a 2015, elevando o Brasil a segunda posição no ranking de produção da *commodity*, enquanto o volume de papel fabricado apresenta-se estável, mas com ascensão no ranking, passando para o oitavo lugar entre os maiores produtores de papel (IBÁ, 2017).

Dados mais recentes apontam que em 2017 a produção industrial de celulose foi de 19,5 milhões de toneladas, sendo 67% destinadas para o mercado externo e 33% ao mercado doméstico. Quanto ao papel, foram produzidas 10,5 milhões de toneladas, com matéria-prima totalmente originária de florestas plantadas (IBÁ, 2018).

Neste cenário, “o Paraná foi responsável por 12% do valor de produção nacional do setor, correspondendo a mais de R\$ 8,3 bilhões, sendo responsável pela geração de 22 mil empregos diretos, que representam mais de R\$ 692 milhões em salários” (FIEP, 2016, p. 7). Ainda, em relação ao contexto industrial, o setor de celulose e papel no Paraná é composto por 67 empresas, distribuídas em 114 dos 399 municípios do estado, com maior concentração nos municípios de Guarapuava (7), Curitiba (6), Ivaí (4), Turvo (3), Telêmaco Borba (3) e União da Vitória (3), que possuem 38% dos estabelecimentos do setor. Quanto aos empregos, os municípios de Telêmaco Borba (4.452), Guarapuava (902), Piraí do Sul (642), Turvo (574), Ortigueira (529) e Sengés (485), juntos absorvem 68% do total de pessoas ocupadas no setor.

Ao relacionar quantidade de empresas e número de empregos gerados, observa-se em alguns casos que empresas de grande porte empregam um número maior de pessoas, como é o caso da Klabin de Telêmaco Borba, que tem capacidade de produção de mais de 1 milhão de toneladas de papéis por ano (KLABIN, 2018). Já Guarapuava, possui mais empresas em número, mas conta

com apenas uma grande empresa, a Santa Maria, assim o município apresenta um número relativamente menor.

### 3.2.2 Painéis e Pisos de Madeira Reconstituída

Os painéis de madeira se dividem em dois grupos: os de madeira reconstituída, produzidos com fibras e partículas de madeira, segmento que absorve a produção de Pinus de baixo diâmetro, no manejo adensado ou no primeiro desbaste do manejo tradicional; o segundo grupo de painéis compensados, os quais são produzidos a partir de lâminas de madeira, para o qual são necessárias toras com maior diâmetro, por sua maior qualidade (ABIMCI, 2009).

São subprodutos de painéis de madeira reconstituída, os painéis de partículas como o aglomerado, OSB (*Oriented Strand Board*) e MDP (*Medium Density Particleboard*); os painéis de fibra, sendo o MDF (*Medium Density Fiberboard*), chapa dura e o HDF (*High Density Fiber board*); além dos painéis de compensado. Esses possuem diversos usos e aplicações na construção civil, móveis, embalagens, dentre outros (VIDAL e HORA, 2014).

Segundo dados da IBÁ (2017), a taxa média de crescimento da produção nacional de painéis de madeira foi de 5,1% a.a. nos últimos dez anos, ainda que o cenário fosse de desaceleração da economia. Vale salientar que o Brasil é um dos dez maiores produtores mundiais de painéis de madeira, sendo que apresentou em 2017 uma produção industrial de 7,9 milhões de metros cúbicos (IBÁ, 2018), desempenho que evidencia que o mercado é promissor para a implantação de novas áreas de produção de florestas plantadas.

No Brasil, enquanto a indústria de painéis de madeira reconstituída utiliza somente matéria-prima de florestas plantadas, o compensado utiliza tanto de florestas plantadas, principalmente Pinus da Região Sul, quanto florestas nativas, provenientes sobretudo da Região Norte (BIAZUS, HORA e LEITE, 2013). Sobre o consumo, no *ranking* dos maiores consumidores de painéis de madeira no mundo, a China aparece em primeiro lugar, seguida do EUA, Rússia, Alemanha, etc. (VIDAL e HORA, 2014).

A maior parte da capacidade produtiva de subprodutos de painéis de madeira reconstituída, em torno de 60%, concentra-se no Sul do país. Neste contexto, “o Paraná é o estado que possui mais empresas instaladas (cinco): Arauco, Berneck, Masisa, Repinho e a fabricante de OSB LP” (VIDAL e HORA, 2014, p. 358), salientando que a empresa Repinho está instalada no município de Guarapuava.

### 3.2.3 Madeira Serrada

Sobre a produção de madeira serrada, a IBÁ (2017, p. 46) cita que o segmento industrial “agrupa produtos obtidos por meio do processamento da madeira *in natura*, como tábuas, caibros, sarrafos, pranchas, vigas, ripas e vigotes”, para serem utilizados na construção civil, na elaboração de *palets*, utilizados em transportes, na produção de móveis e como componentes de decoração.

De acordo com ABIMCI (2009, p. 21), “a maior parcela da madeira serrada produzida no país é baseada em espécies de folhosas tropicais (Região Amazônica). No entanto as espécies oriundas de reflorestamentos, (*Pinus* spp. e *Eucalyptus* spp.), detêm parcela expressiva dos volumes de produção no Brasil e têm crescido continuamente”, sendo que a demanda estimada para 2020 será de aproximadamente 7 milhões de metros cúbicos.

Em decorrência da desaceleração da construção civil nacional, houve queda no consumo e a produção brasileira de madeira serrada diminuiu 2,3%, caindo de 8,8 milhões de m<sup>3</sup> em 2015 para 8,6 milhões de m<sup>3</sup> em 2016. Desta produção, 74% tem como destino o mercado doméstico e os 26% restantes que são exportados (IBÁ, 2017).

Segundo a Associação Paranaense de Empresas de Base Florestal (APRE FLORESTAS), em 2017 “um dos segmentos que procurou apostar em uma abordagem comercial focada em ampliar a carteira de clientes e colocar no mercado produtos com maior valor agregado foi o de madeira serrada de *Pinus*” (APREFLORESTAS, 2018). Destaca-se que os principais destinos desses foram: EUA (34%), México (21%) e China (14%), sendo que “o Paraná lidera as exportações de madeira serrada de coníferas (40%)” (EISFELD e NASCIMENTO, 2015, p. 11).

### 3.3 SETOR FLORESTAL NO PARANÁ

No Estado do Paraná, nas décadas de 60 e 70, durante o ciclo da madeira, se instalou um grande número de indústrias de base florestal, alicerçado no extrativismo, industrialização minimamente processada e exportação de madeiras. Com a redução da oferta/disponibilidade de madeira, em quantidade e qualidade, exigidas pelos importadores e também pelo consumidor interno, introduziu-se o cultivo de florestas comerciais tais como Pinus e, posteriormente, Eucalipto no cenário do agronegócio paranaense. Sendo características dessas espécies, crescimento rápido e boa qualidade da madeira, fizeram com que atualmente o comércio dessas espécies representem 95% de toda madeira comercializada no estado (SEAB, 2011).

O Estado está situado na Região Sul do Brasil, com uma área de 200 mil km<sup>2</sup> (2,35% do território brasileiro). Sua hidrografia “é composta por duas bacias principais: a do Paraná com 186.321 km<sup>2</sup>, na qual os rios correm para o interior do continente e; a do Atlântico, com 14.674 km<sup>2</sup>, a qual deságua diretamente no oceano Atlântico” (EISFELD e NASCIMENTO , 2015, p. 13).

Outra característica benéfica para a produção do setor está relacionada as condições climáticas, que favorecem as culturas de Pinus e Eucalipto. Ou seja, prevalece o clima temperado úmido com verão quente (Cfa) e o clima temperado úmido com verão temperado (Cfb), como mostra a Figura 2, de acordo com o Instituto de Terras Cartografias e Geociências (ITCG).

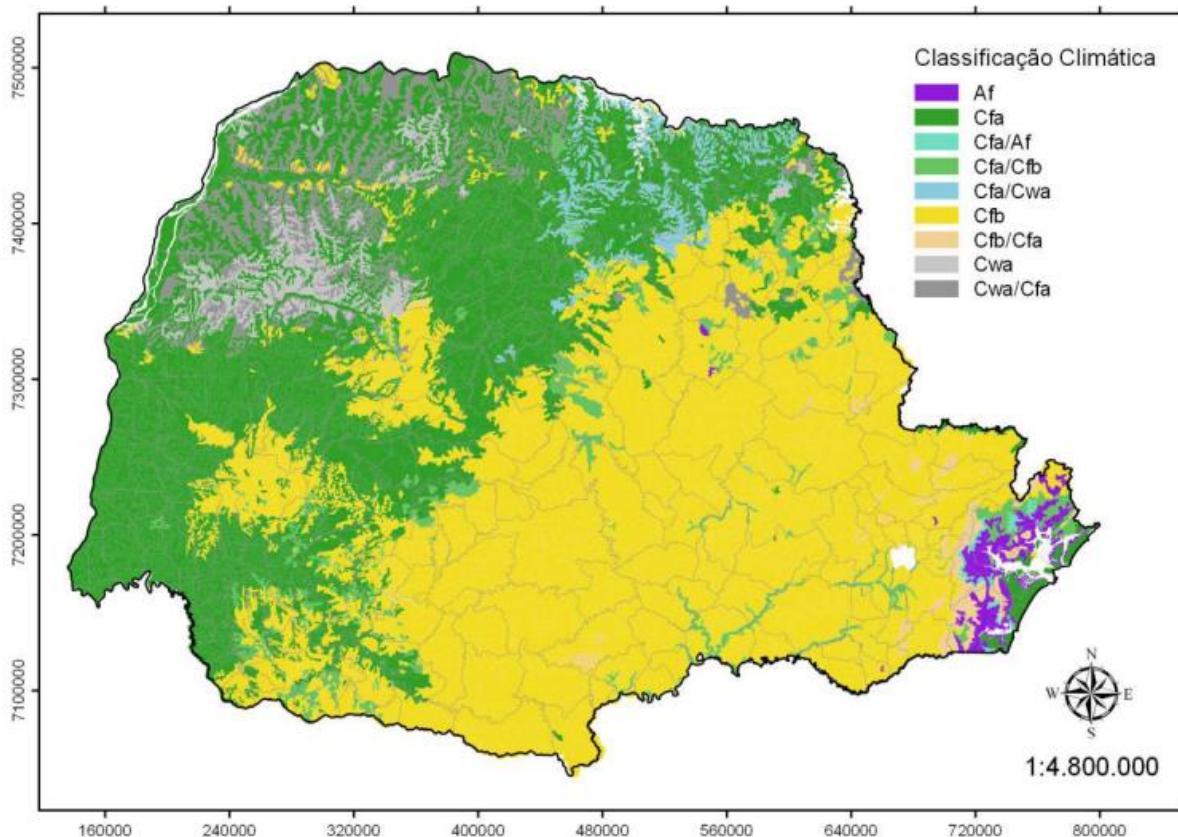


Figura 2: Climas do Paraná.

Fonte: ITCG (2006, *apud* EISFELD e NASCIMENTO, 2015, p. 14).

Essas combinações de localização, hidrografia e clima são pontos favoráveis para o cultivo de *Pinus*, como defende a APREFLORESTAS (2018, p. 26), “os plantios com *Pinus* se concentram na região Sul em função, principalmente, das condições climáticas favoráveis ao cultivo deste gênero, com invernos mais acentuados e temperatura média anual mais baixa em relação às outras regiões”.

De acordo com Mendes *et al.* (2016, p. 15), sobre os produtos madeireiros, “os cinco estados brasileiros que mais exportam, em valor, são Bahia (US\$ 1.597.268.214), São Paulo (US\$ 1.711.037.592), Paraná (US\$ 1.504.507.463), Mato Grosso do Sul (US\$ 1.097.720.939) e Espírito Santo (US\$ 1.059.482.079). Portanto, neste ranking o Paraná encontra-se na terceira posição.

O setor florestal representa fatia significativa no Valor Bruto da Produção (VBP), com participação de 6% e faturamento de R\$ 4 bilhões em 2014. No mesmo período, segundo dados do Departamento de Economia Rural (Deral), a atividade foi responsável pelo ingresso de US\$ 1,5 bilhão em exportações no Paraná”

(MENDES *et al.*, 2016, p. 32). A Figura 3 demonstra a distribuição espacial dos cultivos florestais no Paraná.

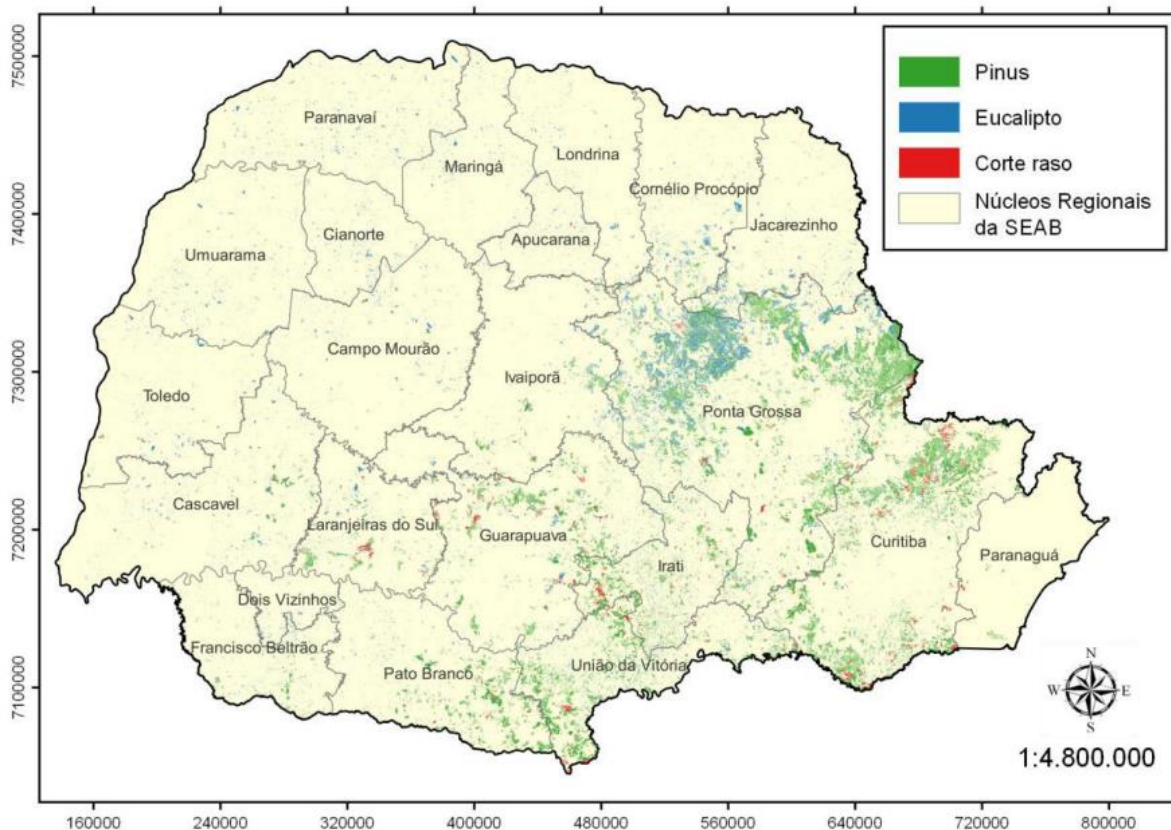


Figura 3: Mapa da Distribuição Espacial das Áreas de Florestas Plantadas no Paraná.

Fonte: ABRAF(2013, p. 31).

Como pode ser observado na Figura 3, a maioria dos cultivos florestais, no Paraná, são da espécie Pinus. De acordo com a APRE FLORESTAS (2018), o cenário paranaense acompanha o brasileiro, no sentido de que existem outras espécies plantadas comercialmente para fins industriais, todavia são menos representativos, sendo que o destaque está no plantio de uma área de 967,0 mil ha de florestas plantadas, das quais 672,6 mil ha são Pinus e 294,1 mil ha de Eucalipto.

A Tabela 3 evidencia a grande quantidade de Pinus plantado, o que coloca o Paraná em líder no ranking de maior detentor de área plantada com Pinus do país (APRE FLORESTAS, 2018, p. 30) e demonstra as áreas de plantios florestais no estado, de acordo com o montante por região, núcleo regional e gênero.



Tabela 3: Área Total de Plantio no Estado do Paraná.

Região	Núcleo Regional	Corte*	Área (ha)			%
			Eucalipto	Pinus	Total	
<b>Centro-Oeste</b>	Campo Mourão	188	9.339	1.401	10.927	1,02%
	Subtotal	188	9.339	1.401	10.927	1,02%
<b>Centro-Sul</b>	Curitiba	23.153	16.597	159.648	199.398	18,70%
	Guarapuava	9.592	14.037	50.870	74.499	6,99%
	Irati	8.554	9.925	39.751	58.231	5,46%
	Laranjeiras do Sul	3.565	8.229	12.241	24.035	2,25%
	Pato Branco	2.948	6.913	39.732	49.594	4,65%
	Ponta Grossa	10.045	143.849	239.448	393.342	36,88%
	União da Vitória	8.042	11.137	71.844	91.022	8,53%
	Subtotal	65.900	210.687	613.535	890.121	83,46%
<b>Litoral</b>	Paranaguá	484	65	2.065	2.615	0,25%
	Subtotal	484	65	2.065	2.165	0,25%
<b>Noroeste</b>	Cianorte	34	6.310	8	6.352	0,60%
	Paranavaí	471	13.690	238	14.400	1,35%
	Umuarama	51	9.670	116	9.836	0,92%
	Subtotal	556	29.670	362	30.588	2,87%
<b>Norte</b>	Apucarana	535	4.912	207	5.654	0,53%
	Cornélio Procópio	535	13.880	3.645	18.060	1,69%
	Ivaiporã	1.372	9.849	11.723	22.944	2,15%
	Jacarezinho	1.323	19.714	6.563	27.599	2,59%
	Londrina	98	6.062	276	6.437	0,60%
	Maringá	126	5.968	9	6.103	0,57%
	Subtotal	3.989	60.385	22.423	86.797	8,14%
<b>Oeste</b>	Cascavel	744	12.199	6.880	19.823	1,86%
	Dois Vizinhos	48	2.683	395	3.125	0,29%
	Francisco Beltrão	55	6.698	6.425	13.177	1,24%
	Toledo	634	8.591	79	9.304	0,87%
	Subtotal	1.481	30.170	13.779	45.430	4,26%
<b>TOTAL</b>		<b>72.598</b>	<b>340.315</b>	<b>653.566</b>	<b>1.066.479</b>	<b>100,00%</b>
<b>%</b>		<b>6,80%</b>	<b>31,90%</b>	<b>61,30%</b>	<b>100,00%</b>	

\*Área em corte raso ou recém-plantada.

Fonte: Eisfeld e Nascimento (2015, p. 28).

Nota-se que a região Centro-Sul, composta pelos municípios Curitiba, Guarapuava, Irati, Laranjeiras do Sul, Pato Branco, Ponta Grossa e União da Vitória, contribui com 83,46% de área de plantios florestais no estado do Paraná, onde destaca-se as maiores áreas em Ponta Grossa (36,88%), Curitiba (18,70%), União da Vitória (8,53%) e Guarapuava (6,99%) como principais (EISFELD e NASCIMENTO, 2015).

Vale salientar, conforme nota da APRE FLORESTAS (2018, p. 31),

dados do “Mapeamento dos Plantios Florestais no Paraná” apontam 653.566 ha de área plantada com pinus + 340.315 ha com eucalipto, totalizando 993.881 ha em 2015, área esta que converge com a informação relatada pela Ibá (2017), a que totaliza 966.657 ha plantados com pinus (672.607) e eucalipto (294.050). O Mapeamento apresenta ainda 72.598 ha relativos à área de corte raso ou recém-plantada, as quais representam em processo de transição e de difícil mensuração. Com isso, dados do Mapeamento refletem área total plantada (pinus e eucalipto) de 1.066.479 ha.

Sobre a produção física da indústria de base florestal no Paraná, houve oscilação de aumento e de redução nos últimos anos, dependendo da atividade industrial (Figura 4).

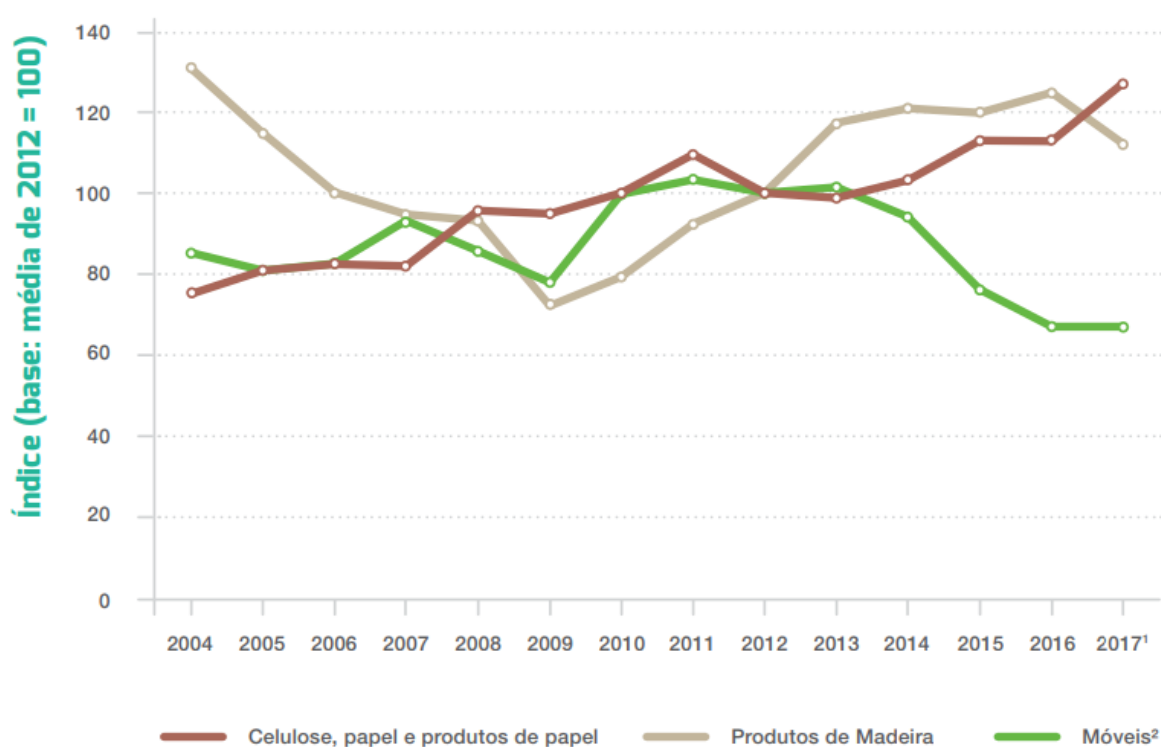


Figura 4: Índice de Produção Física da Indústria de Transformação do Paraná, por Atividade Industrial, 2004 - 2017.

Fonte: APRE FLORESTAS (2018, p. 55).

Nota-se que os produtos de madeira, no qual destaca-se a produção de serrados e compensados, apresentou evolução contínua desde 2009, devido ao aumento das exportações paranaenses, principalmente para o mercado norte-americano; a produção de celulose, papel e produtos de papel manteve-se estável entre 2004 e 2017, devido ao mercado já estabelecido e solidez desta indústria no Paraná; a produção de móveis, por sua vez, apresenta queda a partir de 2014, em

parte por causa do impacto da crise político-econômica nacional na indústria de construção civil (APRE FLORESTAS, 2018).

Nas exportações, o setor de base florestal do Paraná apresentou participação significativa em 2017. De acordo com a Federação da Agricultura do Estado do Paraná (FAEP), “em 2017, os produtos florestais superaram, em valor e volume, as exportações de 2016. No estado a madeira foi responsável por metade (51,6%) dos produtos florestais exportados, que aumentou em 195 milhões de dólares em relação a 2016” (FAEP, 2018), principalmente devido ao aumento da demanda por madeira dos Estados Unidos, aliado ao baixo consumo interno causado pela crise econômica de 2016.

Em relação ao número de empregos, considerando a recente recessão econômica que atingiu diretamente os níveis de produção industrial do país e empregos, o setor de base florestal paranaense apresenta o mesmo nível de participação, demonstrando estabilidade (APRE FLORESTAS, 2018), como nota-se no Figura 5.

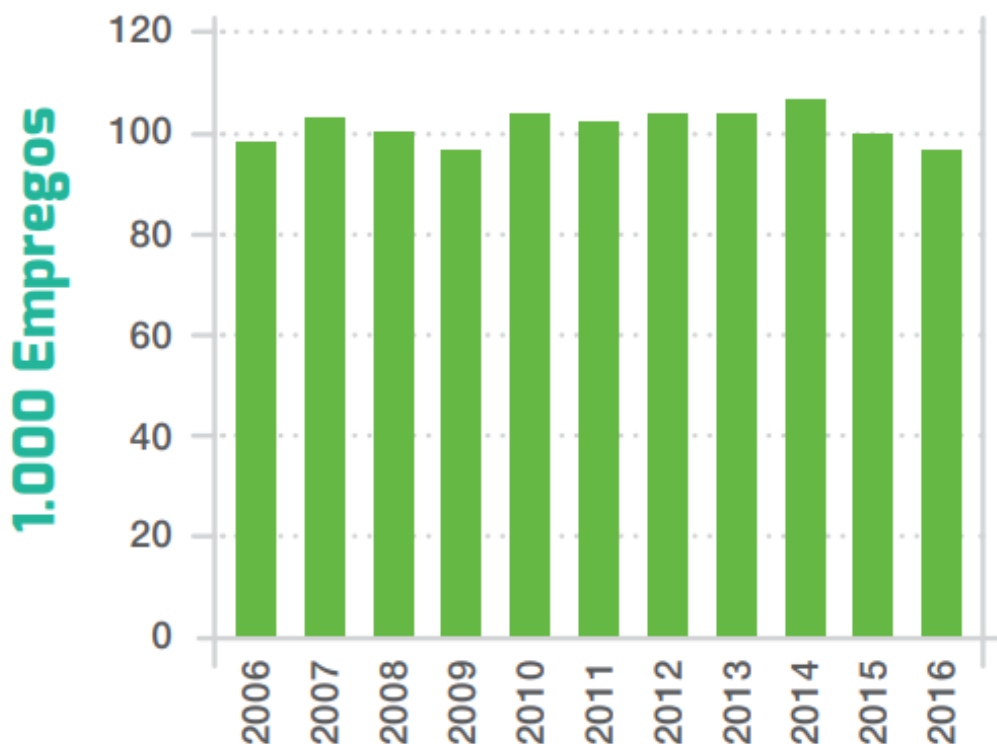


Figura 5: Evolução Histórica do Número de Empregos, 2006-2016.  
Fonte: APRE FLORESTAS (2018, p. 109).

Conforme a APRE FLORESTAS (2018, p. 108), “em 2016, o estado do Paraná foi responsável por 16% dos empregos do setor em nível nacional, totalizando 96.496 empregos”, embora tenha mostrado uma queda de 1,9%. Ressalta-se que

o Paraná ocupa o 2º lugar (com 16%) no ranking nacional (2016) no total da geração de empregos do setor de base florestal plantada, atrás apenas do estado de São Paulo (24%). Os mesmos são seguidos por Santa Catarina e Minas Gerais, respectivamente com 15% e 11%, os quais (4 estados) totalizam mais de 66% do total nacional (APRE FLORESTAS, 2018, p. 109).

Contudo, como a IBÁ (2017) defende

líder mundial em produtividade de madeira, o setor florestal brasileiro tem como desafio intensificar a sua produção para atender à crescente demanda por fibras, madeira, energia e tantas novas aplicações ainda em fase de pesquisa e desenvolvimento, sempre comprometido com o manejo sustentável das florestas, que exercem papel relevante na proteção e conservação dos ecossistemas.

Neste contexto, vale salientar que conforme a base de dados da CONSUFOR, a demanda de madeira de Pinus no Paraná, em 2013, era de aproximadamente 15 milhões de m<sup>3</sup> por ano, no entanto o setor operava abaixo de sua capacidade instalada a de 20 milhões de m<sup>3</sup>, sem considerar as perspectivas de investimento em capacidade de processamento para os próximos anos.

Ao considerar a atual área plantada, a produtividade média e o ciclo de corte das florestas de Pinus no Paraná, a oferta potencial é de 18 m<sup>3</sup> por ano. Portanto, se a área plantada continuasse com o crescimento de em média 2% aa, a projeção para 2016 é que a oferta efetiva fosse de no máximo 17 milhões de m<sup>3</sup>, já evidenciando um *déficit* de oferta de madeira para a indústria (CONSUFOR, 2013), afetando o nível de preço do produto no Estados.

Por isso, uma das principais características da atividade florestal é de ser de longo prazo e contínua, notando-se a relevância de se definir políticas públicas, baseadas em diagnósticos atuais, que contribuam para definição de metas, aumento de oferta, direcionamento de linhas de pesquisa, dentre outros (EISFELD e NASCIMENTO , 2015).

### 3.4 MODELO CONCEITUAL

A teoria da localização e desenvolvimento econômico regional inicialmente foi descrita por Thünen, Weber, Lösch, Palander, dentre outros. Estes objetivavam sistematizar a teoria locacional, a fim de aplicá-la a um amplo espectro de problemas econômicos. De acordo com North (1977), o arcabouço teórico desenvolvido para explicar o modelo de desenvolvimento americano (EUA) poderia aplicar-se da mesma forma a outras regiões que apresentem certas condições econômicas.

Ou seja, o autor coloca que há regiões que se desenvolvem dentro de um quadro de instituições capitalistas e, portanto, são sensíveis a oportunidades de maximização de lucros e nas quais os fatores de produção apresentam relativa mobilidade; e há regiões que se desenvolvem sem as restrições impostas pela pressão populacional (NORTH, 1977). O município de Guarapuava, no estado do Paraná, atende a estes requisitos, permitindo esta abordagem relacionada ao setor de base florestal da região do município.

#### 3.4.1 Modelo Econômico

Objetivando a produtividade, aqui se tratando de novas áreas produtivas, alguns fatores devem ser questionados para a tomada de decisão de implantação ou não de novas áreas produtivas como, por exemplo a demanda regional e extra regional, a relação capital-trabalho, disponibilidade/escassez de alguns recursos, mão de obra, inovação e tecnologia, restrições legais, dentre outros (MARTINS e LAUGENI, 2005).

O período de planejamento consiste, nesse contexto, o intervalo de tempo considerado para a produção das atividades propostas. Por ter a característica de longo prazo, o cultivo florestal demanda de previsões mais longas, o que para este estudo seria considerado de no mínimo 30 anos.

Neste contexto, Brighan, Gapenski e Ehrhardt (2001), Assaf Neto (2003), Zvi e Merton (2003), Gitman (2001), Grompeli e Nikbakht (1998), estabelecem que para se tomar uma decisão de investimento de longo prazo, é necessário atender alguns critérios. Isto é, maximizar a diferença entre o valor presente das receitas brutas da atividade, em relação ao valor presente dos custos de produção, descontadas ao

custo do capital investido; maximizar a taxa interna de retorno do capital total investido; maximizar a taxa interna de retorno do capital próprio investido no projeto, uma vez que se presume que ele seja menor que o capital total investido; e maximizar o fluxo líquido de caixa no período do projeto, descontado a taxa mínima de atratividade.

Neste contexto, o sistema de produção consiste na transformação de *inputs*, como os fatores de produção mão de obra, capital, energia, etc; em *outputs*, os produtos que suprirão a demanda; por meio de funções de transformação (MARTINS e LAUGENI, 2005). Para o cultivo de Pinus, são considerados três formas de manejo, para Biomassa, Multiprodutos Tradicional e Multiprodutos Tora, a serem definidas de acordo com a finalidade dos produtos obtidos.

Também deve-se conhecer a capacidade de produção, que “pode ser entendida como as condições de atingir determinadas quantidades (ou níveis)” (MOREIRA, 2012), considerando que a quantidade total de cada recurso utilizada nas atividades de produção, em todos os períodos de tempo do horizonte de planejamento, não pode exceder a disponibilidade total de recursos considerado nesse período de tempo.

A demanda regional por produto (s) está relacionada à sua disposição de compra por uma população de uma determinada região a um determinado preço. Essa disposição pode alterar, de acordo com a variação do fator preço em que a curva da demanda mostra a quantidade de uma mercadoria que os consumidores estão dispostos a comprar para cada preço unitário, considerando constantes outros fatores que não sejam o preço (PINDYCK e RUBINFELD, 2002). Nesse sentido, para a análise do presente trabalho, tem que se considerar qual a demanda regional para os produtos e objetivos de produção propostos ao nível de preços que traga a maximização dos resultados esperados.

Já a demanda inter-regional, seria para o excedente de produção, não requisitados pela demanda regional a um nível de preço aceitável, com o objetivo de rentabilidade esperado, será considerado a demanda inter-regional a qual tenha capacidade de absorver o volume excedente para os diversos objetivos de produção propostos. Para esse conjunto de informações, há necessidade de se incorporar outros fatores a serem analisados, tais como: localização do mercado,

infraestrutura disponível, custos logísticos adicionais inseridos no processo e oferta de produtos similares oriundos de outras regiões produtoras (PINDYCK e RUBINFELD, 2002).

O potencial de mercado, de acordo com Kotler (2003), é a quantidade máxima de vendas (em unidades ou valor monetário) que pode ser avaliada para todas as empresas de um setor de atividades, durante certo período de tempo, sob um dado esforço do setor em dadas condições ambientais.

A determinação do mercado potencial, para a implantação de novas áreas de cultivo de florestas de Pinus para a região de Guarapuava, inicia-se com a localização das indústrias de processamento da matéria-prima, determinação da capacidade de processamento que ela possui atualmente e projeções para o futuro.

Para este trabalho, inicialmente foi analisado o Raio Econômico para a localização das indústrias, considerando a Regiões 1 (R1) área de produção; Região 2 (R2) até 50 Km da área de produção; Região 3 (R3) de 51 a 70 Km da área de produção; e Região 4 (R4) de 71 a 100 Km da área de produção, pois os custos com o transporte das terras das áreas de plantio até a indústria são fatores limitantes da viabilidade financeira do processo produtivo e comercialização.

Para Kotler (2003), a estimativa do potencial de mercado é obtida por meio da seguinte fórmula:

$$Q = nqp$$

Em que:  $Q$  = quantidade total do potencial de mercado;  $n$  = número de compradores do produto ou mercado específico sob dadas suposições;  $q$  = quantidade comprada por um comprador médio;  $p$  = Preço médio unitário

### 3.5 ESTUDO DE VIABILIDADE ECONÔMICO FINANCEIRO

O presente trabalho foca no estudo de viabilidade econômico financeiro utilizando-se, além das ferramentas tradicionais de orçamento de capital, como cálculos de Valor Presente Líquido (VPL), Taxa Interna de Retorno (TIR), Análise de Sensibilidade e Análise de Cenários, os conceitos de Pesquisa Operacional com a técnica de Programação Linear. Essa metodologia contribui substancialmente com a capacidade de decisão, por trazer informações referentes à otimização na

composição do mix de produção de *Pinus* spp. para Guarapuava, considerando as restrições de área e capacidade de processamento.

### 3.5.1 Técnicas de Orçamento de Capital

A unidade básica de análise no processo do orçamento de capital são os projetos de investimentos, que são analisados como consequência de decisões de possíveis eventos ao longo do tempo. O processo de avaliação de investimentos inicia-se com a coleta de informações relevantes, para avaliar os custos e os benefícios de sua implementação, assim como a criação de uma estratégia ótima, para a implementação do projeto ao longo do tempo (BRIHAN, GAPENSKI; EHRHARDT, 2001; GITMAN e MADURA, 2003; ASSAF NETO, 2003).

Os autores Weston e Brigham (2000, p.524) definem orçamento de capital como “processo de planejar gastos sobre ativos, cujos fluxos de caixa estendam-se além de um ano”. Gitman (2001, p. 288), define: “orçamento de capital é o processo que consiste em avaliar e selecionar investimentos a longo prazo, que sejam coerentes com o objetivo da empresa de maximizar a riqueza de seus proprietários”.

Ao analisar os estudos realizados por autores como Brigham, Gapenski e Ehrhardt (2001), Assaf Neto (2003), Zvi e Merton (2003), Gitman (2001), Grompeli e Nikbakht (1998), Matias (2007), é possível observar que praticamente todos abordam os mesmos métodos de avaliação de investimentos em bens de capital, embora haja preferência entre eles por determinado método, como também críticas praticamente para todos eles. No entanto, não há diferenças substanciais nas recomendações de se adotar um ou outro ou, ainda, qual o conjunto de métodos é o mais adequado.

No que se refere às técnicas de orçamento de capital, segundo os autores Brigham, Gapenski e Ehrhardt (2001), Assaf Neto (2003), Zvi e Merton (2003); Gitman (2001), Grompeli e Nikbakht (1998) e Matias (2007), as técnicas mais utilizadas para análise de projetos de investimentos de bens de capital, são: valor presente líquido (VPL), taxa interna de retorno (TIR), análise de sensibilidade e análise de cenários, taxa interna de retorno modificada (TIRM), índice de lucratividade (IL), *payback* e *payback* descontado.



O VPL é uma técnica de análise de investimentos sofisticada, assim denominada por considerar o valor do dinheiro no tempo. Ela utiliza o custo do capital para se descontar os fluxos líquidos de caixa de todo período de execução, ou tempo de vida do projeto. Para Gitman (2002, p. 329), “é uma técnica sofisticada de análise de orçamento de capital, obtida subtraindo-se o investimento inicial de um projeto do valor presente das entradas de caixa descontada a uma taxa igual ao custo de capital da empresa”.

A lógica do método VPL é direta. Um VPL de zero significa que os fluxos de caixa do projeto são suficientes apenas para pagar o capital investido e para proporcionar a taxa de retorno requerida sobre esse capital. Se um projeto tiver um VPL positivo, certamente ele gera mais caixa do que é necessário, para pagar o capital e para oferecer a taxa de retorno requerida aos acionistas da empresa a quem cabe esse excesso de caixa (ZVI; MERTON, 2003; WESTON, BRIGHAM, 2000; MATIAS 2007).

Outra técnica utilizada em orçamento de capital é a TIR, definida por Brigham e Weston (2000, p. 472) “como aquela taxa de desconto que iguala o valor presente das entradas de caixa esperadas de um projeto ao valor presente dos custos desse projeto”.

Para Gitman (2001, p. 330), “a taxa interna de retorno é a taxa de desconto que iguala o valor presente das entradas de caixa ao investimento inicial do projeto, resultando desse modo em um  $VPL=\$0$ ”. Em uma definição mais acadêmica, pode se afirmar que a taxa interna de retorno é o percentual de retorno que os fluxos líquidos de caixa produzem em relação ao investimento inicial, ou seja, é a rentabilidade total do projeto.

O critério de decisão de investimento com a utilização da taxa interna de retorno como ferramenta de análise é, segundo Gitman (2001, p. 330), “quando a TIR é usada para tomar decisões do tipo aceitar - rejeitar, é o seguinte: Se a TIR for maior que o custo do capital, aceita-se o projeto; se for menor, rejeita-se o projeto”.

Já a análise de sensibilidade consiste em projetar diversas variáveis, como despesa, custo de produção, preço de mercado, volume de vendas, entre outras, com o objetivo de se analisar o impacto dessas projeções sobre o VPL do

investimento analisado. De acordo com Matias (2007, p. 153), o objetivo da análise de sensibilidade é “verificar qual o impacto no Valor Presente Líquido caso uma dessas variáveis seja alterada”. Essa técnica deve ser utilizada em casos em que existam poucos componentes no fluxo de caixa incremental sujeitos a aleatoriedades e o grau dessa aleatoriedade seja baixo (SOUZA e CLEMENTE, 2006).

Para a elaboração da análise de sensibilidade, deve-se escolher uma variável e projetar incrementos positivos e negativos para ela, mantendo-se as demais variáveis constantes. Utilizando-se os novos valores das variáveis, encontra-se o novo fluxo de caixa e calcula-se o novo VPL. Dessa forma, pode-se observar quais serão os impactos no VPL do projeto de investimento caso uma variável sofra alterações. (MATIAS, 2007).

Quanto a análise de cenários, é uma técnica similar à análise de sensibilidade, pois ela também utiliza o cálculo do VPL como parâmetro de comparação. Entretanto, na análise de cenários são atribuídas probabilidades aos VPLs calculados ocorrerem no futuro (MATIAS, 2007).

Para Salazar (2007), a construção de cenários é útil ao tomador de decisão, porque oferece a oportunidade de testar o futuro, por meio das tendências de mercado, sendo que apresenta sinais de aviso de oportunidades e ameaças, ajudando, assim, a evitar surpresas e intervir no momento certo, para influenciar o futuro em uma direção positiva ou menos negativa.

### 3.5.2 Pesquisa Operacional

O acerto em uma decisão depende do grau de conhecimento das informações a respeito do problema a ser resolvido, para auxiliar o gestor a tomar decisões de forma científica e não apenas de maneira empírica, baseada no *filig*, foi desenvolvida a Pesquisa Operacional (PO), que para Loech e Hein, (2009) se classifica como uma ciência do conhecimento e como ciência, ela estrutura processos propondo um conjunto de alternativas e ações, fazendo a previsão e a comparação de valores.

O termo Pesquisa Operacional surgiu durante a Segunda Guerra Mundial, por volta de 1939, com o objetivo de resolver problemas de operações militares. Os

métodos de PO por muitos anos foram utilizados apenas em organizações militares, onde alcançou grande credibilidade, passando, então, a ser utilizado nos meios empresariais (MEDRI e YOTSUMOTO, 2009). Agora, eles tem por objetivo a aplicação de métodos científicos matemáticos e estatísticos para a resolução de problemas reais, auxiliando no processo de tomada de decisão, como projetar, planejar situações e operações, para solução de problemas (LOESCH e HEIN, 2009).

Para Medri e Yotsumoto (2009, p. 1), “a PO consiste, basicamente, em construir um modelo de um sistema real existente como meio de analisar e compreender o comportamento dessa situação, com o objetivo de levá-lo a apresentar o desempenho que se deseja”. Os autores ainda argumentam que “a pesquisa operacional é uma metodologia administrativa que agrega, em sua teoria, quatro ciências fundamentais para o processo de preparação, análise e tomada de decisão: economia, matemática, estatística e informática” (MEDRI e YOTSUMOTO, 2009, p. 1).

O instrumento de Pesquisa Operacional mais utilizado é a Programação Linear (PL), a qual é empregada na resolução de problemas decisórios, objetivos e de certa complexidade. Em linhas gerais, a programação linear consiste na descrição de um sistema organizado com auxílio de um modelo matemático, e através da resolução desse modelo, encontrar a melhor solução.

De acordo com Corrar e Theóphilo (2008), a Programação Linear foi desenvolvida conceitualmente após a Segunda Guerra Mundial, pelo soviético Kolmogorov, com o objetivo de resolver problemas de logística militares. A primeira aplicação de PL foi feita em 1945 por Stigler em um problema referente a composição de uma mistura.

O grande marco da evolução dos estudos de PL ocorreu em 1947, com o desenvolvimento do “método simplex”, pelo jovem matemático da força aérea Danzig. Por manter contato com questões relacionados à logística, Danzig percebeu que problemas que envolviam limitação de recursos podiam ser resolvidos por meio de um sistema de busca de solução ótima entre um conjunto de possíveis soluções. (CORRAR e THEÓPHILO, 2008)

Na área de gestão de negócios, a PL auxilia na formulação de: qual deve ser a composição do mix de produção que trará a maior margem de contribuição total? Qual a combinação de investimentos que maximizaria o retorno econômico financeiro para a organização? Qual a composição de insumos em uma mistura que possibilitará o custo mínimo de produção? Ainda, com o avanço da tecnologia computacional, a PL passou a ser usada como ferramenta de gestão empresarial, assim diversas decisões tomadas no dia-a-dia das empresas dizem respeito a qual a combinação ótima de recursos produz o resultado ótimo (CORRAR e THEÓPHILO, 2008).

Corroboram as afirmações, Corrar e Theophilo (2008), Barbosa e Zanardini (2010), quando afirmam que a Programação Linear é um dos mais importantes instrumentos do campo da Pesquisa Operacional. São passíveis de solução com o emprego de PL os problemas nos quais se busca a melhor alocação de recursos, de forma a atingir determinado objetivo de otimização, atendendo a determinadas restrições. Essas limitações podem referir-se ao montante ou a forma de distribuição de recursos.

Ainda de acordo com Corrar e Theophilo (2008), diversos tipos de problema na área de finanças podem ser modelados para resolução com aplicação de programação linear, tais como: decisões de investimentos, fluxo de caixa, orçamento de capital, mix de produção, organização de transportes, políticas de estoque, etc.

A PL é uma técnica de programação matemática que consiste na otimização (maximização ou minimização) de uma função linear, denominada de “Função Objetivo”, utilizando um sistema linear de igualdades ou desigualdades, que são denominadas de “restrições”. Matematicamente a “Função Objetivo” a ser maximizada pode ser descrita da seguinte maneira:

$$\begin{aligned} \text{Max } Z &= c_1 x_1 + c_2 x_2 + \dots + c_n x_n \\ \text{s. a } &.: \quad a_{11} x_1 + a_{12} x_2 + \dots + a_{1n} x_n \leq b_1 \\ & \quad a_{21} x_1 + a_{22} x_2 + \dots + a_{2n} x_n \leq b_2 \\ & \dots \dots \dots \dots \dots \dots \dots \dots \dots \dots \dots \dots \dots \dots \dots \dots \\ & \quad a_{m1} x_1 + a_{m2} x_2 + \dots + a_{mn} x_n \leq b_m \end{aligned}$$

$$x_1, x_2, \dots, x_n \geq 0$$

Pode-se apresentar esse modelo de forma mais compacta, como segue:

$$\text{Max } Z = \sum_{j=1}^n c_j x_j$$

$$\text{s.a.: } \sum_{j=1}^n a_{ij} x_j \leq b_j \quad \text{para } i = 1, 2, \dots, m$$

$$x_j \geq 0 \quad \text{para } j = 1, 2, \dots, n$$

Em que:  $x_j$  = número de unidades do produto  $j$  produzido num certo período de tempo (variáveis de decisão);  $Z$  = função a ser otimizada (maximizada ou minimizada);  $c_j$  = aumento do lucro  $Z$  pelo acréscimo de uma unidade  $x_j$  (coeficiente de lucro);  $a_{ij}$  = quantidade do recurso  $i$  consumida na produção de uma unidade da atividade  $j$  (coeficiente de restrição);  $b_j$  = quantidade de recurso  $i$  disponível no período para as  $n$  atividades (limitação de capacidade da restrição).

### 3.6 CULTURA ANALISADA: PINUS

A proposta deste trabalho é a implantação de novas áreas para produção de Pinus na Região de Guarapuava – Pr. O Paraná é o estado mais competitivo com os principais produtos da madeira de reflorestamento (IBÁ, 2014). O município de Guarapuava, localizado na região Centro-Sul do estado, é um núcleo regional que abrange as cidades de Campina do Simão, Cândói, Cantagalo, Foz do Jordão, Goioxim, Guarapuava, Laranjal, Palmital, Pinhão, Prudentópolis, Reserva do Iguaçu e Turvo.

Esse núcleo é responsável por 7% (74.499 ha) da área total de plantio no estado, sendo 14.037 ha de Eucalipto e 50.870 ha de Pinus plantados, com destaque para Guarapuava, Campina do Simão e Prudentópolis. Como nota-se, “os plantios são caracterizados por povoamentos plantados, prioritariamente, por *Pinus* spp. O núcleo abrange empresas florestais, com destaque para a indústria de painéis, indústria de serrados e indústria de celulose” (EISFELD e NASCIMENTO, 2015, p. 41), sendo que também abastece outras indústrias localizadas em outras regiões.

### 3.6.1 Caracterização da cultura

O cultivo do gênero *Pinus* no Brasil foi introduzido a mais de um século, inicialmente como planta ornamental, sendo que somente a partir da década de 1960, com a redução da disponibilidade de madeira nativa para produções industriais, é que se iniciou o cultivo de *Pinus* em escala comercial. Já nas décadas de 70 e 80 a madeira deste gênero tornaram-se a principal fonte de matéria prima para o desenvolvimento da indústria de base florestal, abastecendo um mercado altamente diversificado (EMBRAPA, 2011).

O cultivo comercial desse gênero foi altamente incrementado em função de incentivos fiscais oferecidos pelo governo federal, para a implantação de novas áreas de florestas plantadas, esse incentivo perdurou do final da década de 1960 até a metade dos anos 80 (EISFELD e NASCIMENTO, 2015).

Atualmente, “os plantios de *Pinus* ocupam 1,6 milhão de hectares e concentram-se principalmente no Paraná (42%) e em Santa Catarina (34%)” (IBÁ, 2017). Assim, com o desenvolvimento e pesquisa de manejos florestais adequados, as florestas plantadas de *Pinus* abastecem a necessidade atual do mercado de madeiras serradas, anteriormente supridas com a exploração do pinheiro brasileiro, a Araucária.

As árvores de *Pinus*, de acordo com a EMBRAPA (2011), são valorizadas devido as suas características, sendo elas apresentadas no Quadro 1, a seguir.

Quadro 1: Características do *Pinus*.

Gênero	Características
Pinus	Madeira de cor clara, variando de branca a amarelada
	Madeira de fibra longa, apropriada para fabricação de papel de alta resistência para embalagens, papel de imprensa e outros tipos
	Possibilidade de extração de resina em escala comercial, em algumas espécies
	Rusticidade e tolerância, possibilitando o plantio em solos marginais a agricultura e assim, agregar valor ao agronegócio com a produção adicional de madeira, formação de cobertura protetora do solo e reconstituição de ambiente propício à recomposição espontânea da vegetação nativa em ambientes degradados
	Valorização ornamental para arborização e paisagismo

Fonte: EMBRAPA (2011), adaptado pelo autor.

No Brasil, são plantadas diversas espécies de *Pinus*, o que possibilita a implantação desse gênero em praticamente quase todo território nacional, existindo espécies adaptadas a altas altitudes com clima subtropical e espécies de baixa altitude com clima tropical e altas temperaturas. As espécies mais difundidas foram

o *Pinus elliottii* e o *P. taeda*, que “são bastante comuns na paisagem rural da Região Sul brasileira” (OLIVEIRA e OLIVEIRA, 2017, p. 63).

Em comparação do *P. elliottii* com o *P. taeda*, de acordo com EMBRAPA (2011), o *P. elliottii* apresenta um incremento volumétrico anual menor que o *P. taeda*. Mas a sua produção de madeira adulta inicia-se mais cedo, a partir dos sete a oito anos de idade, ao contrário do *P. taeda* que começa com doze a quinze anos. Entretanto, os maiores investimentos estão na implantação de áreas com *P. taeda*, por sua maior capacidade de incremento volumétrico anual e produtividade final.

Ainda, no Brasil, o *P. taeda* é a espécie mais plantada do gênero, abrangendo aproximadamente um milhão de hectares no planalto da região Sul do Brasil, destinado à produção de celulose, papel, madeira serrada, chapas e madeira reconstituída (EMBRAPA, 2011).

Vale salientar algumas especificidades do plantio do Pinus, como por exemplo, os sistemas de plantio. Atualmente há cerca de 1,58 milhões de hectares de Pinus plantados no Brasil (APRE FLORESTAS, 2018). A produtividade varia de “18 a 37,6 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>, havendo, porém, sítios e manejos em que essa produtividade ultrapassa os 40 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>”. (EMBRAPA, 2011), o que evidencia o potencial de produtividade do cultivo de Pinus no Brasil, desde que se identifiquem os fatores que restringem a máxima produtividade, que pode ser de caráter técnico (genótipos e ambientais) ou operacional (qualidade de preparo de solo e nutrição, plantio e tratos culturais).

O sistema de plantio mais adequado é definido com base no objetivo do empreendimento e no uso final da floresta, caracterizando-se como uma das etapas mais importantes para o sucesso do estabelecimento de florestas plantadas. O sucesso depende de decisões e ações cuidadosas nas diversas etapas de sua implementação, como a escolha e a limpeza da área, o espaçamento, o controle de pragas e doenças, a definição do método de plantio e os tratos culturais (EMBRAPA, 2011).

As mudas de Pinus podem ser plantadas com 20 cm de altura e de acordo com a EMBRAPA (2011) “o plantio de Pinus pode ser manual, mecanizado ou semimecanizado. O método a adotar dependerá da topografia da área, bem como

da disponibilidade de recursos financeiros, mão de obra e de equipamentos disponíveis”.

Assim, os métodos, mecanizado e semimecanizado são utilizados em áreas com topografia, onde possam ser utilizados tratores e implementos apropriados para a mecanização do plantio e tratos culturais. Já o plantio manual é recomendado para áreas declivosas ou em áreas planas, mas com incidência de rochas superficiais que impossibilitem a utilização de máquinas e implementos (EMBRAPA, 2011).

Vale salientar que “as limpas são muito importantes, principalmente no primeiro e segundo ano; deve-se realizar tantas quantas forem necessárias para manter o campo livre das ervas daninhas” (SUASSUNA, 1977). Além de que deve haver uma preocupação com o combate das pragas e, por serem resinosos e queimarem com facilidade, deve-se evitar o plantio próximo de estradas muito movimentadas.

Sobre o espaçamento de plantio, a partir do solo preparado, segundo Suassuna (1977), “procede-se à marcação do terreno. Deve-se dar a cada planta 4,5 a 6,0 metros quadrados de terreno. Usar 3,0 x 2,0; 2,0 x 2,5; 3,0 x 1,5 m de espaçamento. Os leitos devem ter, mais ou menos, 25 cm de profundidade”.

A produtividade da floresta plantada depende de fatores como qualidade genética das sementes utilizadas para a obtenção das mudas, da capacidade produtiva do sítio e do manejo praticado. Dentre os manejos necessários para a obtenção do resultado, obtenção de toras, a decisão sobre o espaçamento entre plantas e população de árvores por hectare é uma decisão que impactará na destinação da produção da floresta.

Ainda, o espaçamento entre plantas influencia a taxa de crescimento, a qualidade da madeira produzida e a idade do corte, também influencia as idades e intensidades nos desbastes a serem realizadas durante o ciclo vegetativo das árvores até o corte raso, além das práticas de manejo e, conseqüentemente, os custos de produção da madeira (EMBRAPA, 2011).

Essa variável é, provavelmente, uma das mais importantes para a qualidade e produtividade da matéria-prima a ser produzida. O espaçamento afeta fortemente o crescimento diamétrico dos troncos das árvores e, como está



associado à densidade populacional, afeta também a intensidade de uso dos recursos hídricos e nutricionais do solo, bem como da luminosidade disponível na área. Se a densidade de plantio for demasiadamente alta (pequeno espaçamento entre árvores), não será apropriada para atender à demanda de crescimento ideal do povoamento, acarretando decréscimo no volume e na qualidade da madeira produzida. Se a densidade for demasiadamente baixa (espaçamento amplo entre árvores), as árvores não aproveitarão todos os recursos disponíveis e haverá menor produção de madeira por área, além de maior necessidade do controle de plantas invasoras. Portanto, o planejamento da densidade de plantio deve ter como base a obtenção do máximo de retorno por área (EMBRAPA, 2011).

Além do espaçamento tradicional acima descrito, são utilizados ainda outras duas propostas para a implantação de florestas, quais sejam: espaçamentos amplos (densidade populacional baixa) possibilitam maior produção volumétrica por árvore e menor custo de implantação, mas requerem tratos culturais mais frequentes e desbastes tardios, além de produzir árvores com maior quantidade de ramos grossos e maior conicidade de fuste; espaçamentos pequenos ou restritos (densidade populacional alta) resultam em maior produção volumétrica por área, mas menor volume por árvore, rápido fechamento do dossel, menor frequência de tratos culturais requeridos e exigem desbastes precoces, produzindo árvores com fustes mais cilíndricos (EMBRAPA, 2011).

### 3.6.2 SisPinus

O SisPinus é “um sistema para simulação do manejo, do crescimento e da produção de Pinus. Ele foi desenvolvido para povoamentos de *P. taeda*, *P. elliottii* var. *elliottii* e *P. caribaea* var. *hondurensis*. Este programa está amplamente difundido entre os produtores de Pinus no Brasil”. (EMBRAPA, 2011).

De acordo com a Revista da Madeira (REMADE), “o simulador SISPINUS, que simula desbastes de florestas de pinus e prevê o crescimento e produção anual do povoamento, e o sortimento de madeira por classe diamétrica para usos múltiplos das árvores provenientes de desbastes e do corte final” (REMADE, 2006). Portanto, ele vem sendo utilizado no “planejamento estratégico da produção, definição de regimes de manejo, cálculo da produção florestal, sortimento de

madeira e análise econômica, inclusive para os cálculos de captura de carbono e de exportação de nutrientes ao longo do processo de produção florestal” (EMBRAPA, 2011).

Na operacionalização do sistema, se faz necessário fornecer dados relativos ao inventário da floresta, assim o *software* estima o crescimento das árvores e a produção, bem como quanto de madeira será produzida, de acordo com a idade e desbastes, dentre outras funções (REMADE, 2006).

### 3.7 ANÁLISE DE INVESTIMENTO EM ATIVOS FÍSICOS

O investimento em ativos físicos, para o presente estudo em ativos florestais, seja como produtor ou como investidor, deve ser precedido de uma análise robusta da viabilidade econômica financeira, considerando os possíveis riscos envolvidos no processo. De acordo com IBÁ (2014), a indústria de administração de recursos financeiros, na busca de maximizar o rendimento de seus investidores, tem recomendado cada vez mais investimentos em ativos florestais para comporem os portfólios das carteiras de negócios.

Uma das principais vantagens de investimentos em ativos florestais é a adequação do risco x retorno, considerando-se que “os maiores riscos dos ativos florestais são relacionados a problemas na produção, como incêndios, pragas e alterações climáticas. Porém, a tecnologia empregada na silvicultura e o desenvolvimento das técnicas de cultivo e preservação das áreas estão bem avançados, especialmente no Brasil” (Crowdfunding Florestal, 2018). Também, o crescimento biológico das florestas tem um significativo grau de certeza, havendo baixa correlação do seu retorno com o mercado financeiro, já que o crescimento das árvores independe das condições de mercado, além de que o momento da colheita pode ser ajustado com o preço que traga maior retorno possível ao investimento, pois não depende de um período determinado para se efetuar o corte da floresta.

Entretanto, como no mundo dos negócios, o risco é uma característica inerente a toda e qualquer atividade, algumas mais outras menos, mas todas têm um certo grau de incerteza na realização do retorno esperado para o investimento realizado. Para autores como Breley e Myers (2005), Damodaran (2002), o risco

pode ser definido como a probabilidade de ocorrência de algum evento desfavorável.

A gestão do risco pode ser entendida como um processo em que são tomadas decisões de aceitar um risco conhecido ou de minimizá-lo. Entretanto, com base em fatos conhecidos e informações adquiridas, pode-se estabelecer meios capazes de projetar os acontecimentos futuros. (SCHWANS, 2008)

Dentre os riscos existentes, em relação a um projeto de investimento, pode-se adaptar alguns que afetam, de maneira direta os projetos e investimentos em ativos fixos em uma empresa. Finnerty (1998 *apud* SCHWANS, 2008, p. 32) destaca alguns riscos de projetos que necessitam de atenção especial, em consideração, quando realizados estudos de viabilidade de investimentos em ativos fixos, quais sejam:

- a) Risco de conclusão – refere-se ao risco de o projeto não vir a ser concluído por motivos técnicos, políticos, ambientais ou qualquer outro motivo. Esse risco aplica-se principalmente a agentes financiadores de projetos, sejam instituições financeiras ou investidores particulares;
- b) risco tecnológico – refere-se à possibilidade de o projeto não apresentar o desempenho descrito nas suas especificações ou se tornar prematuramente obsoleto;
- c) risco de fornecimento de matéria-prima – principalmente em relação a projetos que envolvem recursos naturais, pode haver a exaustão dos recursos necessários a continuidade do projeto;
- d) risco econômico – é o risco de que a demanda pelos produtos ou serviços do projeto não sejam suficientes para receita necessária para cobrir os custos de produção e gerar recursos suficientes para remunerar o capital investido;
- e) risco financeiro – se uma parcela significativa do financiamento da dívida de investimento do projeto for composta por taxa flutuante, há o risco de que a taxa de juro crescente possa colocar em risco a capacidade de o projeto cobrir os custos do investimento.
- f) risco cambial ou de moeda – ocorre quando o fluxo de receitas de um projeto ou o custo de sua implantação, dívida, são denominados em moeda diferente. Nesse caso, pode haver a valorização ou desvalorização em uma das partes comprometendo assim o projeto;
- g) risco político – envolve a possibilidade de autoridades políticas na jurisdição política do anfitrião interferir no desenvolvimento do projeto;
- h) risco ambiental – ocorre quando os efeitos do projeto sobre o meio ambiente possam causar atrasos ao projeto, ou seja, necessário ou oneroso reprojeto;
- i) risco de força maior – é o risco que algum determinado evento prejudica ou impede completamente a operação do projeto por um período de tempo prolongado, após a conclusão do projeto e sua entrada em funcionamento.

Considerando a análise dos riscos existentes em investimentos florestais é necessário avaliar sua influência no desempenho financeiro do projeto, para isso,

é preciso realizar uma simulação dos vários cenários econômicos existentes para a execução de um projeto de investimento em ativo florestal.

### 3.8 FORMULAÇÃO DE POLÍTICAS PÚBLICAS

Para definir Política Pública, inicialmente faz-se necessário entender alguns conceitos, pois não se pode confundir política pública com o ato de fazer política, algo muito utilizado no contexto nacional. Para que se possa dissociar esse conceito, é importante utilizar-se da diferenciação existente nos vocábulos em inglês para esta definição.

Segundo Matias (2010, p. 11) “a expressão *política* é derivada do adjetivo originado de *polis – politikós* -, que significa tudo que se refere à cidade e, por decorrência, o que é urbano, civil, público, inclusive sociável e social”. No inglês utiliza-se para o ato de fazer política a expressão *Politics* e para a formulação de propostas é utilizado a expressão *Policy*, ou seja, o ato de formular políticas públicas. Entretanto, as políticas públicas (*policy*) são resultantes da atividade política (*politics*), as quais compreendem um conjunto de decisões e ações relativas a alocação imperativa de valores envolvendo bens públicos (RUA, 2012 ).

Ainda, de acordo com Rua (2012, p.20),

embora as políticas pública possam incidir sobre a esfera privada (família, mercado , religião), elas não são privadas. Mesmo que entidades privadas participem de sua formulação ou compartilhem sua implementação, a possibilidade de o fazerem está amparada em decisões públicas, ou seja, decisões tomadas por agentes governamentais, com base no poder imperativo do Estado.”

Para a elaboração de política públicas, inicialmente é necessário elaboração de uma análise, a qual tem a finalidade de encontrar problemas, cujas soluções podem ser tentadas, ou seja, o analista deve ser capaz de redefinir problemas de uma forma que torne possível melhorias. Mas nesse contexto as políticas públicas são desenvolvidas em um ambiente tenso e de alta densidade política, marcada por relações de poder altamente problemáticas, entre atores de estado e da sociedade, entre relações intersetoriais, entre os poderes do estado, entre o nível nacional e entre os níveis subnacionais, entre comunidade política e burocracia (RUA, 2012).

Para melhor lidar com essa complexidade de interesses, sem perder a essência do desenvolvimento sistêmico da formação de uma política é necessário

abordar o problema com sua divisão em etapas sequenciais para sua elaboração. Inicialmente acontece a formação da agenda política, quando as questões públicas surgem e se estabelece prioridades; então é possível a formulação de políticas públicas, com definição de metas, objetivos, recursos e estratégias, bem como dos indicadores de avaliação da eficiência, eficácia e efetividade; posterior, elas são implementadas e avaliadas (KANAANE, FILHO e FERREIRA, 2010).

Vale salientar que para a elaboração de um estudo com o intuito de implantar políticas públicas, são necessárias pesquisas que deem subsídios a formulação das ações, com números, impactos e a quem essas políticas beneficiarão direta e indiretamente, dentre outras informações (RUA, 2012 ).

#### **4. MATERIAL E MÉTODOS**

Este capítulo apresenta três seções, nas quais serão apresentados a descrição do ambiente (cenário) de estudo, na sequência o referencial metodológico que norteará a pesquisa e na terceira serão abordadas as informações a respeito da operacionalização do modelo metodológico, de coleta e análise dos dados.

##### **4.1 DESCRIÇÃO E LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO**

Como ambiente de estudo, para este trabalho, optou-se por analisar o Município de Guarapuava – Paraná, que se caracteriza por pautar a base da economia no agronegócio e ter grande importância no setor florestal. Adentrando, mais especificamente o setor de base florestal, dos cultivos de *Pinus spp.* deste município.

O povoamento de Guarapuava iniciou-se em 1810, com a chegada do bandeirante Diogo Pinto de Azevedo Portugal aos campos de Atalaia, onde construiu o Fortim Atalaia. Só em 1871 que Guarapuava foi elevada à condição de cidade com sede administrativa (IBGE, 2015).

A partir da década de 1940, iniciou-se o processo da exploração do patrimônio florestal da região Paraná, dada às características dos povoamentos florestais em área, volume e qualidade de madeira que se encontravam no município. Entretanto, a implantação de indústrias madeireiras (serrarias) não

trouxe o desenvolvimento econômico e social esperado para a região, uma vez que o beneficiamento e comercialização era realizada em outra cidade do estado, Ponta Grossa. Ficando desta forma a circulação do capital contido naquele município (LACHESKI, 2009).

A atividade florestal da cidade iniciou-se profissionalmente com a implantação, na década de 1950, da Empresa Madeirit SA e com a empresa MANASA (Madeira Nacional Sociedade Anônima), no início da década de 1960. As atividades eram baseadas principalmente na extração de Araucária, tendo ainda outras espécies importantes como imbuia, canela, dentre outras. Com a redução da disponibilidade dessa matéria prima e com o início de incentivos fiscais pelo governo federal, para promover o desenvolvimento de plantios florestais, esta atividade foi substituindo a exploração, com a madeira oriunda dos plantios destinada a laminação e industrialização de placas, devido às particularidades das espécies de Pinus cultivadas (SISDUSMADEIRA, 2013).

A partir da década de 1980 houve um período de redução de novos plantios florestais na região. Muito deve-se ao fim dos benefícios dados pela lei de incentivos fiscais, levando empresas da região a terem problemas econômicos, somando-se esta restrição ao momento macroeconômico nacional do período (SISDUSMADEIRA, 2013).

A indústria de papel e celulose de Guarapuava teve início em 1963, com a formação do Grupo Santa Maria, quando as famílias Podolan e Lacerda Vieira assumem a madeireira Santa Maria. A partir de então, a visão empresarial de seus dirigentes dá início a um ciclo de expansão que viria a ser a tônica do grupo. Hoje a Santa Maria atua no mercado interno e exporta para diversos países (África do Sul, Alemanha, Áustria, Bélgica, Canadá, Estados Unidos, Espanha, Irã, Inglaterra, e Panamá), além de atuar como reflorestadora por meio de áreas próprias e parcerias (SINDUSMADEIRA, 2013).

O desenvolvimento do mercado para florestas, com finalidade energética ocorreu com o desenvolvimento da agricultura na região. A demanda por lenha para secagem de cereais evoluiu a partir da década de 1970, quando ainda era permitido a extração de florestas nativas. Atualmente, Guarapuava possui uma estrutura de

secagem e armazenagem de grãos, que tem um consumo médio anual no ano de 2012 de 69.167 toneladas de madeira cultivada (DRESCH *et. al.*, 2014).

O Município de Guarapuava está localizado na Região Centro-Oeste do Estado do Paraná, com uma população estimada para 2018 de 180.334 pessoas (IBGE, 2015). Vale salientar que, “por sua localização central no estado, os plantios deste núcleo também são destinados ao abastecimento de indústrias localizadas em outras regiões” (EISFELD e NASCIMENTO, 2015). O Município de Guarapuava – PR está situado no terceiro planalto paranaense a 246 km da capital Curitiba com acesso pela rodovia BR 277. Possui uma área territorial de 3.178,649 km<sup>2</sup> (SEAB, 2011), limitando-se com os municípios de Campina do Simão, Cândói, Cantagalo, Goioxim, Inácio Martins, Irati, Pinhão, Prudentópolis e Turvo (Figura 5).



Figura 5: Representação esquemática do município de Guarapuava e limites com municípios da Mesorregião.

Fonte: IPARDES (2018).

Considerando Guarapuava e sua mesorregião, a atividade madeireira tem forte influência na economia local, caracterizando-se como um polo florestal, que “tem sua produção florestal voltada principalmente à demanda de empresas de

celulose e papel, painéis reconstituídos e serrarias/beneficiadoras de madeira sólida da região” (APRE FLORESTAS, 2018).

Atualmente, o mercado é composto por diversas empresas de ramos diferentes de atuação como, por exemplo, a Santa Maria, que trabalha com papel, reflorestamento, agricultura e energia; a Ripinho, Reflorestadora Madeiras e Compensados Ltda., que possui unidades de compensados e painéis MDP; a Klabin, que atua na região com áreas florestais plantadas; a Araupel, com a produção de molduras e componentes para a construção civil, proveniente do beneficiamento de madeira; a Cooperativa Agrária, no plantio de florestas com foco em bioenergia, dentre outras.

Com relação à classificação climática, Wons (1994) citado por Wagner (2009), considera que os climas do mundo são classificados em três divisões principais: clima das baixas, médias e altas latitudes. Para Ayoade (1985) citado por Wagner (2009), essas três divisões estão subdivididas em 14 regiões climáticas, as quais se acrescenta ainda o clima das terras altas, onde a altitude surge como controlador dominante.

Considerando essa teoria, Guarapuava, bem como toda a Região Sul do Brasil, se enquadra na classificação dos “Climas das latitudes médias — climas controlados pelas massas de ar tropicais e polares”. Ou seja, se caracteriza por apresentar clima Cfb segundo classificação de Köppen & Geiger, tendo como principais características a ocorrência de verões frescos (temperatura média inferior a 22°C), invernos com eventos de geadas severas e frequentes (temperatura média superior a 3°C e inferior a 18°C) e a ausência de estação seca.

Sua altitude média é de 1.098 m em relação ao nível do mar, combinada com a latitude de 25° e longitude de 51° (IPARDES, 2018), garante um clima ameno durante a maior parte do ano. Ainda, cita Wagner (2009),

de acordo com os dados compilados do acervo da estação meteorológica da UNICENTRO, no resumo histórico climático da Cidade de Guarapuava (1976-2008), a precipitação média anual da região é de aproximadamente 1.800 mm, porém ocorreram anos com valores superiores. Casos extremos foram registrados no ano de 1983, com 3.168,4 mm. A chuva se distribui ao longo do ano em todos os meses, apresentando precipitação pluvial média entre 140 a 200 mm, à exceção do mês de agosto com média inferior a 90 mm. Em relação às chuvas intensas (12 horas), podem-se destacar alguns eventos significativos ocorridos: setembro de 1983 (110,8 mm), julho de 1983 (140,3 mm), maio de 1992 (165,2mm) e abril



de 1998 (206 mm). Assim, são comuns os eventos torrenciais (aguaceiros) que causam sérios prejuízos em função da elevada intensidade de precipitação. Outra característica climática são as temperaturas negativas como as ocorridas: julho de 1988 (-4,2° C.), julho de 1989 (-3,8° C.) e (-4,4° C) no mês de julho de 1994.

Segundo a Santos *et al.* (2006), a composição do solo, de acordo com o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos, mostra que a Região de Guarapuava é dominada por Latossolos Brunos, Neossolos Litólicos ou Regolíticos, Cambissolos Háplicos ou Húmicos e Nitossolos Brunos, normalmente distróficos, húmicos ou alumínicos no terceiro nível categórico.

Combinados em proporções variáveis, esses solos compõem as unidades de mapeamento da região e são, sob condições naturais, ácidos, distróficos, saturados por Al<sup>3+</sup>, pobres em P e argilosos, sendo imprescindível uso de corretivos e fertilizantes, para obtenção de boa produtividade (SANTOS *et al.*, 2006).

#### 4.1.1 Atividades Produtivas Desenvolvidas

O Agronegócio é uma das atividades com grande relevância no cenário econômico do município de Guarapuava. As principais culturas são: soja, milho, batata, feijão, trigo, tritcale, cevada, aveia branca, *pinus* e *eucalipto*.

Para os anos de 2016 e 2017, o Valor Bruto da Produção (VPB) das principais atividades agropecuárias desenvolvidas no Município de Guarapuava superaram os 700 milhões de reais, sendo que a produção de madeira estabeleceu em sexto lugar (Tabela 4).

Tabela 4: Principais Componentes do VBP do Agronegócio Município de Guarapuava.

	<b>Atividade</b>	<b>Produção em Toneladas</b>	<b>Valor em R\$</b>
<b>1</b>	Soja	282.632	289.039.267,44
<b>2</b>	Avicultura	-	109.520.995,00
<b>3</b>	Milho	139.852	87.399.949,60
<b>4</b>	Batata	238.620	85.664.580,00
<b>5</b>	Trigo	-	55.022.410,00
<b>6</b>	Produtos Florestais	-	52.776.564,10
<b>7</b>	Cevada	46.990	31.546.885,20
<b>8</b>	Bovinocultura	42.420	23.946.090,00

Fonte: SEAB (2017), adaptado pelo autor.

Como se pode observar, na Tabela 4, os produtos de base florestais ocupam a 6ª posição na geração de receita no município de Guarapuava, com um

total de R\$ 52.776.564,10 de reais, perfazendo um total de 6,18 % do VBP do município.

#### 4.2 REFERENCIAL METODOLÓGICO

Como objetivo principal, o presente trabalho visa realizar uma análise econômica, sob a perspectiva dos resultados gerados pela indústria de base florestal, do município de Guarapuava, projetando cenários para o retorno de investimento na cultura de *Pinus Taeda*. Assim, do ponto de vista da sua natureza, esta pesquisa pode ser classificada como aplicada, pois objetiva gerar conhecimento para aplicação prática, dirigida a soluções de problemas específicos. Envolve verdades e interesses locais (SILVA e MENEZES, 2001).

Considerando a forma de abordagem, pode ser classificada como uma pesquisa quantitativa, em que se pode transformar em números as opiniões e informações, para classificá-las e analisá-las com a utilização de ferramentas estatísticas (SILVA e MENESES, 2001).

Quanto aos objetivos, caracteriza-se inicialmente como pesquisa descritiva exploratória, pois não foi elaborada uma hipótese a ser testada no trabalho, restringindo-se a definir objetivos e buscar maiores informações sobre o assunto em voga (GIL, 1994).

Em um segundo momento, o trabalho se utilizou do método comparativo, pois como descreve Fachin (1993, p. 44), “esse método consiste em investigar “coisas” ou fatos e explicá-los segundo suas semelhanças ou diferenças”

Do ponto de vista dos procedimentos técnicos, este estudo pode ser classificado como um estudo de caso, pois se caracteriza por uma investigação profunda e exaustiva de um ou poucos objetos, de maneira que se permita o seu amplo e detalhado conhecimento (GIL, 1994).

Como ferramenta de tratamento de dados e apontamento de soluções para o problema proposto para esta tese, foram utilizados os conceitos de Orçamento de Capital, com as técnicas de Valor Presente Líquido (VPL), Taxa Interna de Retorno (TIR), Análise de Sensibilidade e Análise de Cenários, foram também utilizados os conceitos de Pesquisa Operacional (PO), com a técnica matemática

de Programação Linear (PL), conceitos já detalhados anteriormente, na seção 3.5.1 desse trabalho.

### 4.3 MODELO MATEMÁTICO

Para determinar uma combinação de finalidades de cultivo de *Pinus* em Guarapuava – Pr, que maximize a receita líquida auferida pelo produtor (receita de vendas, menos custos de produção, menos custos de transporte regional e inter-regional), foi utilizada a teoria da Pesquisa Operacional, por meio da Programação Linear, que visa otimizar a função objetivo (função linear de variáveis), sujeita a restrições (equações ou inequações) e usualmente empregada nos meios empresariais (MEDRI e YOTSUMOTO, 2009), conforme evidenciou a seção 3.5.2.

Para essa tese, a função objetivo para o atendimento à maximização da receita líquida consiste em:

$$\text{MAX } Z = \sum_{p} \sum_{s} \sum_{r} \sum_{t} (d_{prs}^t \times P v_{pr}^t - C_{prs}^t \times C v_{prs}^t) - \sum_{p} \sum_{k} \sum_{t} (Q_{prk}^t \times C t_{prk}^t)$$

Sujeito as seguintes restrições:

1) área total cultivável

$$\sum_{p} \sum_{s} x C_{prs}^t \leq \sum_j x T r_{jr}^t$$

2) consumos regionais

$$\sum_{r} \sum_{s} C_{prs}^t \leq \sum_k b_{pk}^t$$

3) capacidade de processamento

$$\sum_{p} \sum_{s} C p_{prs}^t \leq \sum_k C p_{pk}^t$$

4) restrições de não negatividade

$$C_{prs}^t, T r_{jr}^t \geq 0$$

Os parâmetros do modelo são obtidos conforme apresenta-se no Quadro

2.

Quadro 2: Modelo Matemático.

Notações	Descrição
$i$ ( $i = 1, 2, \dots, m$ )	Representa o fator de produção utilizado nos sistemas de produção
$j$ ( $j = 1, 2, \dots, n$ )	Representa o fator terra utilizado no sistema de produção
$p$ ( $p = 1, 2, \dots, m$ )	Representa os produtos
$r$ ( $r = 1, 2, \dots, z$ )	Representa as regiões de produção existentes
$s$ ( $s = 1, 2, \dots, u$ )	Representa representa os sistemas de produção
$k$ ( $k = 1, 2, \dots, q$ )	Representa as regiões de consumo
$t$ ( $t = 1, 2, \dots, w$ )	Representa o período de planejamento
$a_{iprs}^t$	Representa quantidade requerida do insumo $i$ por unidade de área cultivada com o produto $p$ , na região $r$ , por meio do sistema de produção $s$ , no período $t$
$b_{pk}^t$	Representa o nível de consumo do produto $p$ , na região de consumo $k$ , no período $t$
$c_{prs}^t$	Representa o nível de operação do sistema de manejo $s$ utilizado no cultivo do produto $p$ , na região de produção $r$ no período $t$
$d_{prs}^t$	Representa a produção por unidade de área cultivada com o produto $p$ , por meio do sistema de manejo de produção $s$ , na região $r$ , no período $t$
$e_{pr}^t$	Representa a produção total do produto $p$ , na região $r$ , no período $t$
$RL_{prk}^t$	Representa a receita líquida (valor de venda menos os custos do transporte) de uma unidade de produto $p$ , produzida na região $r$ , e consumida na região $k$ , no período $t$
$Cv_{prs}^t$	Representa o custo variável da produção de uma unidade de área cultivada do produto $p$ , na região $r$ , por meio de sistema de produção $s$ , no período $t$
$Qt_{prk}^t$	Representa a quantidade transportada do produto $p$ , da região de produção $r$ para a região de consumo $k$ , no período $t$
$Ct_{prk}^t$	Representa o custo de transporte de uma unidade do produto $p$ , produzido na região $r$ e consumida na região $k$ , no período $t$
$Ret_{prk}^t$	Representa o raio econômico para transportar o produto $p$ , da região de produção $r$ , para a região de consumo $k$ , no período $t$
$Pv_{pr}^t$	Representa o valor de venda de uma unidade do produto $p$ , na região $r$ , no período $t$
$Tr_{jr}^t$	Representa a disponibilidade total do fator terra, na forma $j$ , na região $r$ , no período $t$
$Fp_{ir}^t$	Representa a disponibilidade total do fator de produção $i$ , na região $r$ , no período $t$
$Cp_{pkt}^t$	Representa a capacidade de processamento do produto $p$ , na região de consumo $k$ , no período $t$

Fonte: elaborado pelo autor (2018).

#### 4.4 OS DADOS

Os dados relativos ao sistema de manejo, região de produção, preço, capacidade instalada, custos, insumos e transporte, utilizados no presente trabalho, foram coletados por meio de pesquisas nas bases de dados e publicações de órgãos estatísticos e de fomento nacionais (IBGE, MAPA, EMBRAPA); órgãos de pesquisas estatística e de fomento do Estado do Paraná (IPARDES, DERAL, IAPAR, EMATER-PR); fontes de informações municipais (Secretaria do Meio Ambiente, Secretaria da Indústria e Comércio, Junta Comercial, Associação

Comercial e Industrial de Guarapuava); e associações de classe (Sindicato Rural, ABRAF).

Os dados coletados foram utilizados para determinar a área de cultivo florestal existente na região de Guarapuava; a área disponível para o incremento da produção; a oferta atual de madeira de *Pinus*; a oferta incremental com a incorporação de novas áreas; a demanda atual; a demanda projetada para o horizonte de tempo proposto para este estudo; a localização da demanda para os excedentes de produção; a disponibilidade de recursos financeiros para novos investimentos, sejam recursos próprios ou de fomento; a disponibilidade dos demais insumos necessários para a implantação de novas áreas de cultivo florestal.

#### 4.5 OPERACIONALIZAÇÃO DO MODELO

Nesta seção aborda-se, minuciosamente, os principais elementos componentes do modelo de análise.

##### 4.5.1 Atividades Produtivas

Como atividade produtiva, foi proposta a produção de toras de *Pinus*, que serão comercializadas, conforme a produção obtida com os sistemas de manejo de produção implementados, descritos a seguir.

##### 4.5.3 Sistemas de Manejo de Produção

Os sistemas de manejo de produção propostos para este estudo consistem em três manejos diferenciados para a produção de *Pinus*. Por meio desses manejos, é possível a obtenção de matéria-prima com as seguintes vocações:

- Cultivo *Pinus* para Biomassa (mb) – com manejo adensado tradicionalmente em espaçamento de 1x1 ou outro similar, sem desbastes para biomassa, em que se conduz o mesmo até a idade de 20 anos (SANQUETTA *et al.*, 2000);
- Cultivo *Pinus* Multiprodutos Tradicional (mtr) – com manejo tradicional com dois desbastes (seletivo e sistemático) aos 9 e 15 anos com corte final aos 20 anos, para fins biomassa, laminação e madeira (SANQUETTA *et al.*, 2000);

- Cultivo *Pinus* Multiprodutos Tora (mt) – com menor população por ha na sua implantação, espaçamento normalmente de 3x3m ou similar, sem desbastes, com corte raso aos 20 anos para produção de madeira sólida e laminação (SANQUETTA *et al.*, 2000).

Com os resultados das análises espera-se determinar a melhor estratégia de manejo a ser adotada nas unidades de manejo anteriormente descritas. Ainda, poderão ser utilizados dois ou mais sistemas de manejo, conforme as diferentes unidades de manejo possam ocorrer em uma mesma propriedade, trazendo o melhor desempenho financeiro.

Para os sistemas de produção, foi abordada a disponibilidade dos recursos de produção tais como, terra, mão de obra qualificada para as diversas fases das culturas, insumos, mudas, disponibilidade de recursos financeiros, disponibilidade de transporte e infraestrutura.

#### a) Terra (TE<sub>jr</sub>)

Esse fator de produção pode ser identificado por **TE<sub>jr</sub>** e foi considerado nas características apresentadas no Quadro 3.

Quadro 3: Características do Fator Terra.

Identificação	Descrição
<b>j1, TE<sub>jr</sub><sup>t</sup></b>	Área já existente com <i>Pinus</i> na região r, no período t, em ha
<b>j2, TE<sub>jr</sub><sup>t</sup></b>	Área cultivada com <i>Pinus</i> que após sua conversão será novamente incorporada com novo plantio na região r, no período t em ha
<b>j3, TE<sub>jr</sub><sup>t</sup></b>	Áreas de pastagens de baixa produtividade que poderão ser incorporadas para o cultivo de <i>Pinus</i> na região r, no período t em ha
<b>j4, TE<sub>jr</sub><sup>t</sup></b>	Áreas de capoeirão, área que foi explorada com pastagem ou roças de milho e feijão e que poderão ser incorporadas para o plantio de <i>Pinus</i> na região r, no período t em ha

Elaborado pelo autor.

O modelo considera que as áreas j2, j3 e j4 sejam incorporadas ao processo produtivo de *Pinus*.

#### b) Mão de Obra (MO<sub>hr</sub>)

A utilização da mão de obra foi considerada, segundo a sua necessidade, para a operacionalização da cultura de *Pinus*, a ser implantada na região r, no período t, em dias homens por ha, detalhado no Quadro 4.

Quadro 4: Características do Fator Mão de Obra

Etapa	Identificação	Descrição
Preparo do solo	$h1, M01r^t$	Disponibilidade de mão de obra para as operações de preparo de solo, na região $r$ , no período $t$ , em dias homem
Plantio	$h2, M02r^t$	Disponibilidade de mão de obra para as operações de plantio, na região $r$ , no período $t$ , em dias homem
Tratos Culturais	$h3, M03r^t$	Disponibilidade de mão de obra para as operações de tratos culturais, na região $r$ , no período $t$ , em dias homem
Corte	$h4, M04r^t$	Disponibilidade de mão de obra para as operações de corte, na região $r$ , no período $t$ , em dias homem

Elaborado pelo autor.

### c) Mudanças (MUMr)

Esse fator de produção foi considerado, segundo os diferentes sistemas de manejo a serem requeridas pelos sistemas de produção sendo identificado genericamente por **MUMr**, uma vez que o número de mudas por ha irá variar pelo tipo de unidade de manejo a ser adotada, sendo:

**m** – representa os manejos a serem utilizados: **mb, mtr, mt**;

**r** – representam as unidades de manejo de produção: **r1, r2, r3**; e

**t** – representa o horizonte de tempo de planejamento.

### d) Calcário (Ca)

A utilização de calcário está vinculada basicamente à necessidade da utilização desse insumo para cada unidade de manejo de produção, para a implementação da atividade na unidade de manejo de produção  $r$ , no sistema  $s$ , no período  $t$ , por ha.

### e) Fertilizantes

Esse fator é representado pela necessidade dos elementos N (nitrogênio), P (fósforo) e K (potássio), uma vez que os demais macronutrientes (Ca-cálcio e Mg-magnésio), provém do calcário, S (enxofre) e micronutrientes acabam sendo ofertados juntamente com a fertilização de NPK, os quais são classificados como macronutrientes e as plantas necessitam deles em maior quantidade disponível no solo. Esses elementos são caracterizados como descreve o Quadro 5.

Quadro 5: Características do Fertilizante.

Identificação	Descrição
$Nr^t$	Exigência de disponibilidade de nitrogênio no sítio $r$ , no período $t$ em kg por ha
$Pr^t$	Exigência de disponibilidade de fósforo no sítio $r$ , no período $t$ em kg por ha
$Kr^t$	Exigência de disponibilidade de potássio no sítio $r$ , no período $t$ em kg por ha

Elaborado pelo autor.

#### f) Máquinas e Implementos

A utilização de máquinas e equipamentos para a implantação de cultivos florestais se dá a partir das características de relevo da área (unidade de manejo de produção) a ser utilizado. Em algumas unidades de manejo de produção, é possível a mecanização do solo, em outros é necessário apenas a prática de roçada química e covamento para a adubação e plantio das mudas.

**TR1** = horas máquinas (tratores) para o preparo de solo nos sítios **r1** ;

**RÇ** = horas roçadeiras;

**MS** = horas motosserra;

#### g) Capital

O recurso capital foi considerado em duas modalidades, sendo elas investimento, necessário à aquisição de máquinas e implementos, bem como recursos para custeio.

Tal recurso é utilizado para a aquisição de insumos para a implantação, manutenção e conversão da floresta implantada. Esses elementos são caracterizados no Quadro 6.

Quadro 6: Características das Modalidades de Capital.

Modalidade	Identificação	Descrição
Investimento	$K.INVStr^t$	Recursos necessários para a aquisição de máquinas, equipamento e correção do solo (calagem) utilizados na região $r$ (sítio), no período $t$ em R\$
Custeio	$K.CUSTR^t$	Recursos necessários para cobrir os custos variáveis de cada sistema de produção utilizados na região $r$ no período $t$ , em R\$

Elaborado pelo autor.

Os sistemas de produção são caracterizados, segundo as formas de manejo adotadas, refletindo nos coeficientes técnicos considerados e apresentados no Quadro 7:



Quadro 7: Características dos Sistemas de Produção.

Identificação	Descrição
$mar1^t$	Nível de operação necessário, utilizado no manejo <i>ma</i> no sítio <i>r1</i> , no período <i>t</i> , com as condições técnicas necessárias em ha
$mar2^t$	Nível de operação necessário, utilizado no manejo <i>ma</i> no sítio <i>r2</i> , no período <i>t</i> , com as condições técnicas necessárias em ha
$mar3^t$	Nível de operação necessário, utilizado no manejo <i>ma</i> no sítio <i>r3</i> , no período <i>t</i> , com as condições técnicas necessárias em ha
$mtr1^t$	Nível de operação necessário, utilizado no manejo <i>mt</i> no sítio <i>r1</i> , no período <i>t</i> , com as condições técnicas necessárias em ha
$mtr2^t$	Nível de operação necessário, utilizado no manejo <i>mt</i> no sítio <i>r2</i> , no período <i>t</i> , com as condições técnicas necessárias em ha
$mtr3^t$	Nível de operação necessário, utilizado no manejo <i>mt</i> no sítio <i>r3</i> , no período <i>t</i> , com as condições técnicas necessárias em ha
$msr1^t$	Nível de operação necessário, utilizado no manejo <i>ms</i> no sítio <i>r1</i> , no período <i>t</i> , com as condições técnicas necessárias em ha
$msr2^t$	Nível de operação necessário, utilizado no manejo <i>ms</i> no sítio <i>r2</i> , no período <i>t</i> , com as condições técnicas necessárias em ha
$msr3^t$	Nível de operação necessário, utilizado no manejo <i>ms</i> no sítio <i>r3</i> , no período <i>t</i> , com as condições técnicas necessárias em ha

Elaborado pelo autor.

#### 4.5.4 Produtividade

A produtividade de Pinus para cada sistema de produção a ser utilizado em cada região de produção (sítio) foi definida a partir da utilização do *software* SISPINUS para a simulação de produtividade.

#### 4.5.5 Custos de Produção

Os custos de produção considerados para o modelo foram os variáveis. Ou seja, aqueles que estão diretamente relacionados ao produto e variam, proporcionalmente, a quantidade produzida. Para cada sistema de produção proposto, esses custos têm composições diferentes, mas não deixam de existir.

Os custos de produção considerados foram: mão de obra, corretivos, mudas, fertilizantes, uso de máquinas e implementos agrícolas, roçadeiras, combustível, podas, desbastes, e outros insumos variáveis. Os custos fixos, aqueles relacionados às atividades administrativas da propriedade, bem como a remuneração do fator terra, que embora não sendo um custo financeiro desembolsável, é considerado para compor os cálculos de viabilidade econômica financeira deste estudo.

#### 4.5.6 Preço dos Produtos

Os preços dos produtos são tomados, de acordo com o divulgado pelos órgãos de pesquisa estatística do Estado do Paraná tomando como base os preços médios no período de 2011 a 2015.

#### 4.5.7 Regiões de Consumo

As regiões de consumo para a produção de Pinus em Guarapuava foram definidas, a princípio, a partir do raio econômico para venda, considerando principalmente a distância. Também foram levadas em consideração a disponibilidade e a capacidade de processamento para os produtos obtidos com os sistemas de produção propostos no trabalho.

Essas regiões foram representadas pela região de produção, que também é consumidora e pelas regiões, ou municípios, que estão dentro do raio econômico de transporte, caracterizadas no Quadro 8.

Quadro 8: Regiões Distribuídas de acordo com o Raio Econômico de Transporte.

Raio Econômico	Abreviação	Municípios
R1	Ga	Guarapuava
R2	Pi	Pinhão
	IM	Inácio Martins
	Tu	Turvo
R3	Pd	Prudentópolis
	BVR	Boa Ventura do São Roque
	Go	Goioxim
	CG	Canta Galo
	CS	Campina do Simão
R4	FJ	Foz do Jordão
	Cd	Candói
	Pt	Pitanga

Fonte: IFEP (2015), adaptado pelo autor.

Para análise de localização, formatou-se as regiões de consumo em quatro regiões, de acordo com o custo de transporte, relacionado ao raio econômico para comercialização da madeira. Dessa forma foram determinadas as Regiões 1 (R1) área de produção; Região 2 (R2) até 50 Km da área de produção; Região 3 (R3) de 51 a 70 Km da área de produção; e Região 4 (R4) de 71 a 100 Km da área de produção, ilustrados na Figura 6.

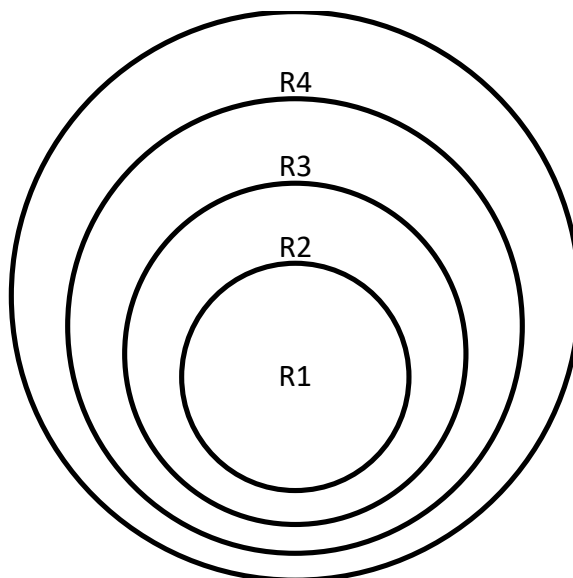


Figura 6: Representação das Regiões de Consumo, de acordo com a Distância e Custo de Transporte.

Fonte: elaborado pelo autor.

#### 4.5.8 Custos de transporte

O escoamento da produção florestal da região de Guarapuava tem sido realizado basicamente por meio rodoviário. Nesse sentido, os custos de transporte considerados no estudo são avaliados considerando a distância entre a região de produção até a região de consumo, se é rodovia com pedágio ou não. Para operacionalização do modelo, elaborou-se escalas de distâncias entre as regiões.

#### 4.5.9 Demanda regional

A demanda regional foi estimada a partir da identificação do consumo médio anual para os produtos obtidos, em cada sistema de produção propostos para este estudo e projetados para o horizonte de tempo proposto. Matematicamente, o consumo de Pinus pode ser definido pela fórmula:

$$b_{pk}^t = b_{pk1}^t + b_{pk2}^t + b_{pk3}^t + \dots + b_{pkn}^t$$

Em que:  $b_{pk}^t$  = representa o nível de consumo do produto  $p$ , na região de consumo  $k$ , no período  $t$ .

#### 4.5.10 Horizonte de Planejamento

O modelo formulado considera como horizonte de planejamento de dezoito anos, período que se admite ser necessário, de acordo com a literatura, para consolidar um ciclo completo para a cultura de Pinus encerrando com o corte raso.

#### 4.5.11 Processamento

A capacidade de processamento referiu-se ao volume que as indústrias das regiões de consumo têm instalada no momento atual, representada por:

$$Cp_{pk}^t = ( Cp_{mak1}^t + Cp_{mck1}^t + Cp_{msk1}^t ) + \dots + ( Cp_{makn}^t + Cp_{mckn}^t + Cp_{mskn}^t )$$

Em que:  $Cp_{pk}^t$  representa a capacidade de processamento do produto p, na região de consumo k, no período t.

#### 4.5.12 Representação Matricial

O modelo matemático especificado para essa tese pode ser apresentado em forma de matriz, como ilustra o Quadro 9.

Quadro 9: Representação Matricial do Modelo Matemático.

Colunas (atividades)	1	2	3	4	5	6	10	11
Linhas (função-objetivo e restrições)	$c_{1rs}^1$	$c_{2rs}^1$	$c_{3rs}^1$	$Qt_{1rr}^1$	$Qt_{2rr}^1$	$Qt_{3rr}^1$		
1 - Função Objetivo Z	$Cv_{1rs}^1$	$Cv_{2rs}^1$	$Cv_{3rs}^1$	$Rl_{1rr}^1$	$Rl_{2rr}^1$	$Rl_{3rr}^1$		
2- Produção de $d_1^1$	- 1			1			≤	0
3 – Produção de $d_2^1$		- 1			1		≤	0
4- Produção de $d_3^1$			- 1			1	≤	0
Restrições								
5 – Terra: $jr1^t$	1						≤	$Tr_{j2r}^1$
Terra: $jr2^t$		1					≤	$Tr_{j3r}^1$
Terra: $jr3^t$			1				≤	$Tr_{j4r}^1$
6 – Consumo de P1 em r				1			≤	$b_{1r}^1$
7 – Consumo de P2 em r					1		≤	$b_{2r}^1$
8- Consumo de P3 em r						1	≤	$b_{3r}^1$
9 – Capacidade de Processamento de P1 em r				1			≤	$Cp_{1r}^1$
10 – Capacidade de Processamento de P2 em r					1		≤	$Cp_{2r}^1$
11 – Capacidade de Processamento de P3 em r						1	≤	$Cp_{3r}^1$

Fonte: elaborado pelo autor (2018).

Em que: três sistemas de manejo de produção:  $c_{1rs}^1$  ;  $c_{2rs}^1$  ;  $c_{3rs}^1$ ; uma região de produção subdividida em três sítios:  $r1^t$  ;  $r2^t$  ;  $r3^t$  ; uma região de consumo com

os três produtos:  $K_{1,1}$  ;  $K_{1,2}$  ;  $K_{1,3}$ ; dez restrições:  $Tr_{j1r}^t$ ;  $Tr_{j2r}^t$ ;  $Tr_{j3r}^t$ ;  $Fp_{1r}^1$ ;  $b_{1r}^1$  ;  $b_{2r}^1$ ;  $b_{3r}^1$  ;  $Cp_{1r}^1$ ;  $Cp_{2r}^1$ ;  $Cp_{3r}^1$ ; um período de tempo: t.

## 5 ANÁLISE DE DADOS

Apresenta-se inicialmente as considerações sobre a formulação do modelo multiperíodico de análise; em seguida, os principais resultados obtidos no processo de maximização da receita líquida obtida, a partir da utilização dos sistemas de produção de Pinus propostos neste trabalho, vinculados à atual potencialidade de mercado e capacidade de processamento instalada nas regiões de consumo definidas.

Finalmente, são apresentadas considerações/sugestões de possibilidades de implantação de políticas públicas, que potencializarem o desenvolvimento regional a partir de investimentos rentáveis em florestas plantadas.

### 5.1 FORMULAÇÃO DO MODELO MATEMÁTICO

A formulação do modelo de análise exigiu a definição e operacionalização de um conjunto de variáveis, possibilitando a elaboração do modelo que integra as atividades produtivas da região de Guarapuava – Pr, com o potencial de mercado inter-regional e capacidade de processamento de madeira instalados.

#### 5.1.1 Sistemas de Manejo de Produção

Foram identificados três sistemas de manejo de produção, utilizados para o cultivo de Pinus na região de Guarapuava, no que se refere a espaçamento de plantio e finalidade industrial da produção.

Considera-se que se a densidade de plantio for demasiadamente alta (pequeno espaçamento entre árvores), não será apropriada para atender à demanda de crescimento ideal do povoamento, acarretando decréscimo no volume e na qualidade da madeira produzida. Se a densidade for demasiadamente baixa (espaçamento amplo entre árvores), as árvores não aproveitarão todos os recursos disponíveis e haverá menor produção de madeira por área. Portanto, o planejamento da densidade de plantio deve ter como base a obtenção do máximo de retorno por área. Normalmente, usam-se espaçamentos variando entre 3,0 m x

2,0 m e 3,0 m x 3,0 m, que possibilitam tratos culturais mecanizados e, 2,5 m x 2,0 m para plantios manuais, nos locais mais declivosos (EMBRAPA, 2011).

Os sistemas de manejo propostos para esse trabalho foram: o sistema de manejo para biomassa, o sistema de manejo multiproduto tradicional e o sistema de manejo multiproduto tora, descritos a seguir.

a) Sistema de manejo para biomassa

Trata-se de um regime de manejo florestal que visa maximizar a produção de biomassa que pode ser destinada para diversos fins, quais sejam: papel e celulose, placas de madeiras reconstituídas (MDF, MDP, OSB entre outros), cavaco ou lenha para energia. Nesse regime de manejo, habitualmente, o número de árvores utilizado por unidade de área é maior, ou seja, a área vital por árvore é menor, o que se traduz na redução do espaçamento de plantio entre árvores.

Neste caso, não são realizados tratos silviculturais nas árvores como podas ou desramas nem desbastes. Ainda, neste cenário de estudo optou-se por seguir os dados fornecidos por Dendrotech (2015), assim o corte raso, com a conseqüentemente geração de receitas, ocorre somente no final da rotação florestal aos 14 anos aproximadamente para a cultura do Pinus. Os espaçamentos entre árvores, em metros, mais utilizados para essa finalidade são 2x2, 2x2,5, 3x1,5 em que o número de árvores é sempre superior a 2.000 por hectare (DENDROTECH, 2015).

b) Sistema de manejo multiproduto tradicional

Trata-se um regime de manejo florestal que visa diversificar os produtos a serem produzidos pela floresta plantada, que será manejada para produzir receitas ao longo da rotação florestal. Nesse regime de manejo, as árvores recebem tratos silviculturais com o objetivo de melhorar a qualidade da madeira produzida tais como podas ou desramas que reduzem a presença de nós na madeira.

Quando a competição entre árvores se torna significativa, há redução do número de árvores através dos desbastes, para remover as árvores de qualidade inferior, com baixo valor monetário (biomassa) e beneficiar as condições de crescimento das árvores de qualidade superior, com maior valor monetário (toras para serraria e laminação).

Os espaçamentos entre árvores do Pinus, em metros, mais utilizados para essa finalidade são 3x2, 2,5x2,5, 3x2,5 em que o número de árvores fica entre 1.300 e 1.700 por hectare. Geralmente, o corte da floresta ocorre em três etapas: 1º desbaste, com aproximadamente 8 anos, 2º desbaste, com aproximadamente 12 anos e o corte raso, com 18 anos aproximadamente (DENDROTECH, 2015).

c) Sistema de manejo multiproduto tora

Trata-se um regime de manejo florestal que também visa diversificar os produtos a serem produzidos pela floresta plantada, que será manejada ao longo tempo. Nesse regime de manejo, as árvores também recebem tratamentos silviculturais cujo o objetivo é o de melhorar a qualidade da madeira produzida tais como podas ou desramas que reduzem a presença de nós na madeira.

Quando a competição entre árvores se torna significativa, há a redução do número de árvores por conta dos desbastes que visam remover as árvores de qualidade inferior, com baixo valor monetário (biomassa) e beneficiarem as condições de crescimento das árvores de qualidade superior com maior valor monetário (toras para serraria e laminação). O que diferencia esse regime de manejo florestal do multiproduto convencional é a prioridade em produzir toras de alto valor monetário, desde a implantação da floresta.

Os espaçamentos entre árvores, em metros, que são utilizados para essa finalidade são 3x3, 3x3,5, 3x4 em que o número de árvores fica entre 833 e 1.111 árvores por hectare. Geralmente, o corte da floresta ocorre em duas etapas, quais sejam: 1º desbaste, com aproximadamente 12 anos e o corte raso, com 18 anos aproximadamente para a cultura do Pinus (DENDROTECH, 2015).

### 5.1.2 Região de Produção

A região em questão é a Centro-Sul do Paraná, que concentra a maior parte da produção florestal do Estado. Embora a maior parte da renda, assim como nas demais regiões do Estado, seja proveniente da agricultura, 14% do VBP vêm dos produtos florestais. Com relação à agricultura, a Região Centro-Sul é destaque estadual na produção de feijão, soja, trigo, fumo e mel (DERAL, 2013).

O setor florestal dessa região é responsável por 78% da renda estadual, gerada pela comercialização de toras de serraria e laminação; 99% da receita

gerada pelas toras para papel e celulose. Relevância também notada na produção de lenha, (51%) da comercializada no estado, (77%) das mudas florestais, (92%) do pinhão comercializado, (91%) da resina de pinus e (94%) erva-mate, esta última favorecida por a região ser a de ocorrência natural da espécie (DERAL, 2013).

Assim, em função da grande importância das florestas plantadas nessa região, este estudo vem ao encontro da necessidade de ter subsídios à tomada de decisões de novos investimentos no cultivo de florestas.

A opção pelo cultivo de Pinus é em virtude das características regionais de clima, solos e concentração de indústrias de processamento instaladas serem prioritariamente para essa espécie. Como se pode observar na Figura 7, o cultivo de Pinus na região de atuação do núcleo de Guarapuava é significativo no contexto econômico regional.

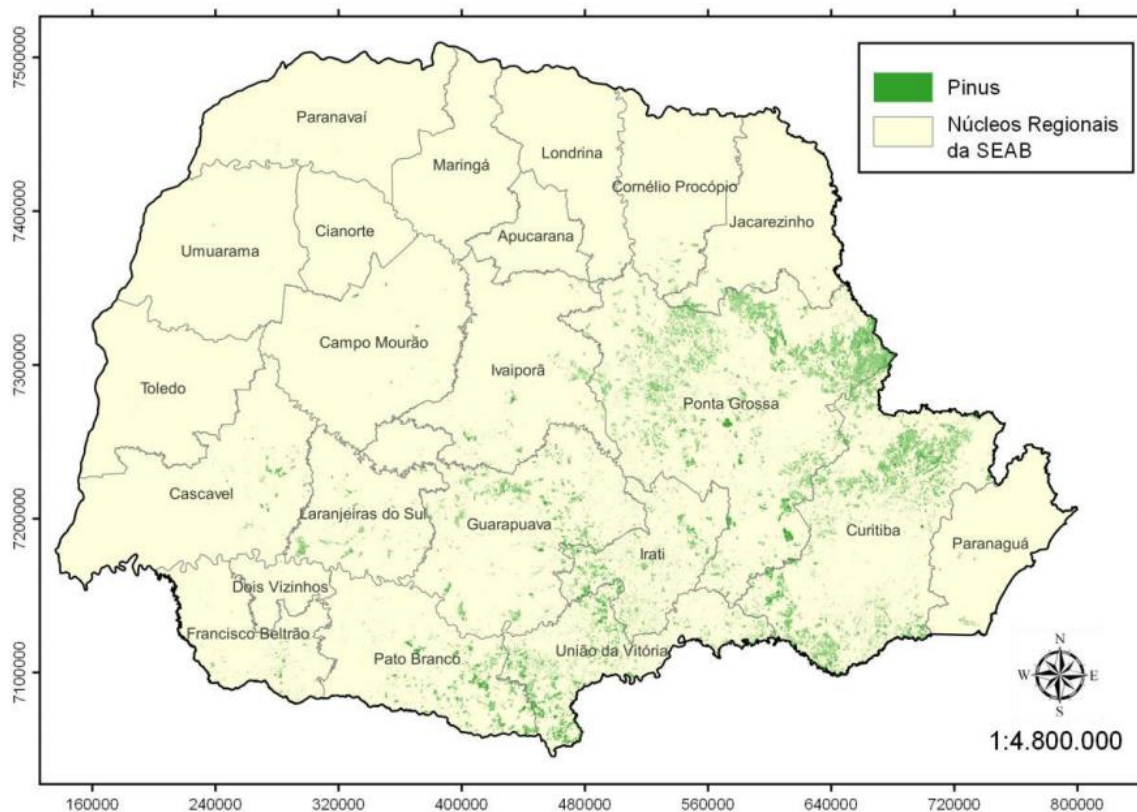


Figura 7: Distribuição espacial dos plantios de Pinus nas regionais da SEAB.

Fonte: IPEF (2015).

Para este trabalho, foi escolhido como região de produção o Município de Guarapuava, localizado na região Centro-Sul do Estado do Paraná. Guarapuava é o município sede de uma regional da Secretaria de Abastecimento do Estado do Paraná (SEAB), é também o município mais desenvolvido da região, com maior



área, maior população e maior desenvolvimento industrial e comercial. As áreas de produção de florestas plantadas de Pinus sob a jurisdição dessa regional da SEAB, as quais influenciam e sofrem influência da produção de Guarapuava pode ser observado na Tabela 5.

Tabela 5: Área de Plantio por Classe, do Núcleo Regional de Guarapuava, 2015.

Município	Área em ha				
	Corte	Eucalipto	Pinus	Total	%
<b>Campina do Simão</b>	694,2	864,8	6.365,1	7.924,1	10,64%
<b>Candói</b>	10,2	1.150,4	1.043,7	2.204,3	2,96 %
<b>Canta Galo</b>	1.205,7	304,2	2.781,8	4.291,7	5,76 %
<b>Foz do Jordão</b>		52,3	1.302,8	1.355,1	1,82 %
<b>Goioxim</b>	2.349,4	1.035,1	4.282,7	7.667,2	10,29%
<b>Guarapuava</b>	3.490,0	5.395,4	18.161,4	27.026,8	36,31%
<b>Laranjal</b>	33,1	41,6	81,0	155,7	0,21 %
<b>Palmital</b>		506,3	128,7	635,1	0,85 %
<b>Pinhão</b>	367,6	1.579,3	4.219,3	6.166,2	8,28 %
<b>Prudentópolis</b>	764,3	2.019,3	5.071,6	7.855,1	10,54%
<b>Reserva do Iguaçú</b>	78,9	392,6	5.208,4	6.502,2	3,62 %
<b>Turvo</b>	598,5	695,3	5.208,4	6.502,2	8,73 %
<b>Total</b>	9.591,9	14.036,6	50.870,8	74.498,8	100,00%
<b>%</b>	12,9%	18,8%	68,3%	100,00%	

Fonte: IFP (2015), adaptado pelo autor.

Como se pode observar na Tabela 5, as áreas de plantios florestais localizadas nos municípios vinculados ao Núcleo Regional de Guarapuava – SEAB, totalizou 74,5 mil hectares, com destaque para o total de área plantada nos municípios de Guarapuava (36,31%), Campina do Simão (10,64%), Prudentópolis (10,54%) e Goioxim (10,29%).

Ainda, de acordo com Eisfeld e Nascimento (2015), os cultivos florestais na região são caracterizados por povoamentos plantados prioritariamente por *Pinus spp.* O núcleo abrange empresas florestais, com destaque para a indústria de painéis, indústria de serrados e indústria de celulose. Por sua localização central no Estado, os plantios deste núcleo também são destinados ao abastecimento de indústrias localizadas em outras regiões.

O Município de Guarapuava possui a maior área de plantio de Pinus da região, porém também concentra maior e mais diversificado parque industrial madeireiro da região. Nesse sentido, para o foco deste estudo, que é o de determinar a melhor combinação de finalidades da produção de Pinus que gere a maximização da receita líquida para os produtores, também é necessário identificar qual a área para plantio de florestas disponível no município.

Portanto, de acordo com a Secretaria do Meio Ambiente do Município de Guarapuava, a qual trata de assuntos florestais, a ocupação e uso do solo no município tem a seguinte composição, como pode ser observado na Tabela 6.

Tabela 6: Ocupação e uso do solo no Município de Guarapuava.

<b>Classes de uso do Solo</b>	<b>Área (ha)</b>	<b>%</b>
<b>Floresta explorada em estágio avançado de regeneração</b>	92.854,38	30,41%
<b>Floresta explorada em estágio médio de regeneração</b>	15.814,42	5,18%
<b>Floresta explorada em estágio inicial de regeneração Campo sujo / agricultura de subsistência / pastagem nativa</b>	58.780,77	19,25%
<b>Reflorestamento</b>	23.789,93	7,79%
<b>Agricultura comercial / pastagem cultivada / campo limpo</b>	108.353,30	35,48%
<b>Vegetação de várzea</b>	236,89	0,08%
<b>Corpos d água</b>	649,26	0,21%
<b>Área urbanizada</b>	4.904,56	1,61%

Fonte: Secretaria do Meio Ambiente de Guarapuava (2011).

De acordo com a tabela acima, as áreas de interesse para a proposta deste trabalho pertencem a dois grupos: as florestas exploradas em estágio inicial de regeneração, campo sujo, agricultura de subsistência e pastagens nativas que possuem uma área de 58.780, 77 hectares; e também parte das áreas de agricultura comercial, pastagens cultivadas e campo limpo, que possuem uma área de 108.353,30 hectares.

Na perspectiva de utilização dessas áreas para a incorporação na cadeia produtiva da madeira, o Sindicato Rural Patronal de Guarapuava procedeu um levantamento de produtores e áreas de interesse nessa incorporação, em um projeto desenvolvido pela instituição com o objetivo da constituição de uma Cooperativa Florestal.

Essa pesquisa, identificou o interesse em explorar com o cultivo florestal uma área de 34,5 mil hectares situadas quase a totalidade no primeiro grupo de classificação de áreas.

Os principais fatores restritivos à incorporação de áreas do segundo grupo para o cultivo florestal são a rentabilidade em alta das *comodities* e o alto valor comercial dessas áreas, o que alteraria substancialmente o custo oportunidade da terra no processo produtivo.

### 5.1.3 Preço da Terra

Na análise da rentabilidade de um investimento, tem que se levar em consideração os fatores de produção empregados para a obtenção daquele bem. No presente estudo, que tem por objetivo avaliar a maximização da receita líquida da produção de Pinus, entretanto não se pode deixar de considerar o custo da ocupação do fator terra na produção. Há de abordar esse custo para a justificativa da utilização de área “A” em detrimento de área “B” ou “C” na incorporação de novas áreas no processo produtivo de florestas.

Como base para esta análise, utilizou-se dos valores para a terra publicados pelo DERAL (2013) para a região de Guarapuava, como pode ser observado na Tabela 7, as quais serão utilizadas para os cálculos de VPL e TIR da atividade e sistemas de manejos propostos para este estudo.

Tabela 7: Preços da terra, por hectare, na região de Guarapuava.

<b>Tipo</b>	<b>2011</b>	<b>2012</b>	<b>2013</b>	<b>2014</b>	<b>2015</b>
<b>Mecanizada</b>	17.000,00	17.000,00	19.000,00	30.000,00	30.000,00
<b>Mecanizável</b>	7.800,00	8.000,00	8.800,00	11.500,00	11.800,00
<b>Não mecanizável</b>	4.500,00	4.900,00	5.300,00	6.200,00	6.500,00
<b>Inaproveitáveis</b>	2.500,00	2.800,00	3.000,00	3.500,00	3.500,00

Fonte: DERAL 2015.

Como é possível observar na Tabela 7, os preços da terra na região de Guarapuava sofreram um aumento significativo nos últimos 5 anos, principalmente as áreas mecanizadas. Esse aumento significativo deu-se em decorrência do bom momento por que passa o agronegócio brasileiro.

Já as áreas mecanizáveis e não mecanizáveis não sofreram um aumento tão significativo o que não impactaria tanto na análise de rentabilidade dos cultivos florestais na região de Guarapuava.

### 5.1.4 Capacidade Instalada de Processamento de Madeira em Guarapuava e Região

A capacidade instalada de processamento de madeira é um fator de oportunidade de negócio, mas também um fator restritivo na análise de maximização da receita líquida para novos plantios florestais em Guarapuava.

As indústrias instaladas dentro do raio econômico de comercialização da madeira de Pinus, produzida no Município de Guarapuava, são de processamento

de madeira para biomassa (papel-celulose, MDF, MDP, OSB), processamento mecânico (laminação, compensados) e madeira sólida.

Para operacionalização do modelo matemático, definiu-se quatro regiões de processamento, de acordo com a distância da região de produção, Guarapuava. Essas regiões foram classificadas como descritas na seção materiais e métodos.

As regiões de comercialização da madeira produzida em Guarapuava possuem características específicas para cada uma, conforme o grau de desenvolvimento do parque industrial, instalado, como pode ser observado no Quadro 10.

Quadro 10: Segmento industrial instalado nas regiões do raio econômico de comercialização.

Regiões/indústrias	Papel Celulose	Biomassa	Chapas Reconstituídas	Laminação/Compensados	Madeira Sólida
R1 - Sede	X	X	X	X	X
R2 – até 50 Km	X	X		X	X
R3 – de 51 a 70 Km				X	X
R4 – de 71 a 100 Km				X	X

Fonte: IPARDES 2015.

Nesse raio econômico de comercialização, que é em torno de 100 km da região produtora, em função do custo do transporte, o qual restringe a rentabilidade da atividade produtiva, o município de Guarapuava é o que concentra a maioria das indústrias, comprando inclusive madeira (toras) dos municípios vizinhos, que estão também nesse raio econômico de comercialização, exercendo assim concorrência aos produtores de Guarapuava.

A região dois possui indústrias que processam madeira para as finalidades de papel-celulose, biomassa, processamento mecânico (laminação) e madeira sólida (serrarias). A composição da capacidade instalada de processamento na Região 1 (R1) pode ser observada nas Tabelas 8.

Tabela 8: Capacidade Industrial Instalada na R1- Guarapuava.

R1	Nº estabelecimentos	Nº empregos
<b>Indústria da madeira</b>	106	2549
<b>Indústria do papel, papelão</b>	7	1413
<b>Total</b>	113	3.962

Fonte: IPARDES, (2015).

Na Tabela 8, pode-se observar que a Região 1, ou seja o Município de Guarapuava, que é o foco de estudo da produção de Pinus, é também a região que

possui a maior concentração de indústrias no setor madeireiro, num total de 113 estabelecimentos que geram 3.962 empregos diretos. Essas empresas consomem toras produzidas em Guarapuava e regiões adjacentes.

A Tabela 9 apresenta a composição da capacidade instalada de processamento na Região 2 (R2).

Tabela 9: Capacidade Industrial Instalada na R2, que compreende os municípios de Inácio Martins, Pinhão e Turvo.

<b>Cidades</b>	<b>Modalidade</b>	<b>Nº estabelecimentos</b>	<b>Nº empregos</b>	<b>Média Empregos/ Estab.</b>
Inácio Martins	Indústria da madeira	22	365	16,59091
Pinhão	Indústria da madeira	13	146	11,23077
Turvo	Indústria da madeira	16	128	8
	Indústria do papel, papelão	1	543	543
Total		52	1.182	

Fonte: Adaptada de IPARDES, 2015.

Na Tabela 9, pode se observar que os três municípios que a compõem possuem juntos 52 empresas instaladas e geram 1.182 empregos diretos, com ênfase para o município de Turvo que é o único local fora da região de estudo que possui uma empresa de celulose-papel. Para as demais indústrias instaladas nos municípios dessa região, o foco de suas atividades são a laminação e serrarias.

A composição da capacidade instalada de processamento da Região 3 (R3) é descrita na Tabela 10.

Tabela 10: Capacidade Industrial Instalada na R3, que compreende municípios Boa Ventura do São Roque, Campina do Simão, Goioxim, Prudentópolis e Canta Galo.

<b>Cidades</b>	<b>Modalidade</b>	<b>Nº estabelecimentos</b>	<b>Nº empregos</b>	<b>Média Empregos/ Estab.</b>
Boa Ventura do São Roque	Indústria da madeira	2	10	5
Campina do Simão	Indústria da madeira	3	28	9,33333
Goioxim	Indústria da madeira	3	4	1,33333
Prudentópolis	Indústria da madeira	23	228	9,91304
Canta Galo	Indústria da madeira	10	92	9,
Total		41	362	

Fonte: Adaptada de IPARDES, 2015.

Os municípios que compõem a Região 3, com distância entre 51 a 70 km da região de produção de madeira de Pinus, possuem 41 indústrias instaladas gerando 362 empregos diretos, com destaque para o município de Prudentópolis, que possui o maior volume de indústrias, entretanto, nesses municípios, o foco desses estabelecimentos é o processamento de madeira sólida (serrarias).

Tabela 11: Capacidade Industrial Instalada na R4, que compreende os municípios de Candói, Pitanga, Foz do Jordão e Reserva do Iguaçu.

<b>Cidades</b>	<b>Modalidade</b>	<b>Nº estabelecimentos</b>	<b>Nº empregos</b>	<b>Média Empregos/ Estab.</b>
Candói	Indústria da madeira	10	81	8,1
Pitanga	Indústria da madeira	12	56	4,66666
Foz do Jordão	Indústria da madeira	4	28	7
Reserva do Iguaçu	Indústria da madeira	26	49	1,88461
Total		32	214	

Fonte: Adaptada de IPARDES, 2015.

Na região 4, a capacidade instalada de indústria soma 32 empresas que geram 214 empregos no segmento madeireiro, cenário no qual destaca-se o município de Candói em relação ao maior número de empregos dessa região.

Nas Tabelas de 12 a 15 pode-se visualizar o volume de produção de madeira de Pinus no ano base de 2013, nos municípios que fazem parte das 4 regiões propostas para este estudo, bem como o volume de madeira processada, no mesmo período, nesses municípios.

Com essa informação, traçou-se um parâmetro para o cálculo do mercado potencial de madeira nas regiões de estudo. Para se chegar as quantidades de processamento de madeira, nos municípios e respectivas regiões potenciais de industrialização de madeira para o presente estudo, utilizou-se de informações estatísticas do Instituto Florestal Paranaense ano base 2013.

De posse desse documento, solicitou-se auxílio a especialista da área, representando o SINDUSMADEIRA – Guarapuava de onde foi possível a conformação da industrialização da madeira cortada nos municípios que compõem a regional da SEAB – Guarapuava.

Com a análise e ponderações do material do IPEF (Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais), foi possível a elaboração das Tabelas 12 a 15, bem como as importantes informações nelas contidas para a análise desenvolvida para este estudo.

Tabela 12: Capacidade de Produção de Pinus, Processamento Atual e Capacidade Instalada da Indústria na R1.

<b>Guarapuava</b>	<b>Un.</b>	<b>Q. Produzida</b>	<b>Proc % no mun</b>	<b>Proc em m<sup>3</sup></b>	<b>Cap. Instalada</b>
<b>Biomassa</b>	m <sup>3</sup>	61.900,00	100%G	185.500,00	231.875,00
<b>Madeiras - em Tora p/Laminadora – Pinus</b>	m <sup>3</sup>	52.800,00	100%G	492.800,00	616.000,00
<b>Madeiras - em Tora p/Serraria – Pinus</b>	m <sup>3</sup>	161.000,00	100%G	561.870,00	702.337,50
<b>Total</b>	m <sup>3</sup>	275.700,00	100%G	1.240.170,00	1.550.212,50

Fonte: IFEP (2014), adaptado pelo autor.

A Tabela 12 apresenta informações referentes à produção e comercialização de toras de Pinus na própria região de produção, ou seja, no Município de Guarapuava.

A produção evidenciada no município foi, em 2013, de 61.900 m<sup>3</sup> com a finalidade de processamento para biomassa (papel, celulose, energia, placas de madeira reconstituída), entretanto o volume processado nesse período, para essa finalidade, foi de 185.500 m<sup>3</sup> e possuindo uma capacidade instalada de 20% a mais do processado, totalizando um volume necessário de 231.875m<sup>3</sup>. Essa diferença entre o produzido no município e o processado é adquirido dos municípios vizinhos.

O mesmo comportamento entre produção, processamento e capacidade de processamento é observado para as outras finalidades de utilização da madeira em toras para laminação e madeira sólida para serraria. Esse perfil de processamento de toras deve-se a Guarapuava ser polo de consumo da região.

Ainda pode ser observado, na Tabela 12, que a produção total de toras na R1 foi de 275.700 m<sup>3</sup>/ano, considerando as três classificações de objetivos de processamento, Biomassa (celulose, papelão, MDF, MDP), toras para laminadora (compensados) e toras para madeira sólida.

O processamento dessas madeiras na R1 foi composto pelas madeiras produzidas na própria região e as madeiras adquiridas nas demais regiões adjacentes, que fazem parte do raio econômico de transporte. Conforme pode ser

observado, o processamento de madeira foi de 1.240.170 m<sup>3</sup> e a capacidade instalada é de 1.550.212,50 m<sup>3</sup>.

Considerando que, segundo informações de especialistas consultores em manejo florestal para Guarapuava e região, o sistema de manejo adotado quase que na totalidade das florestas atualmente implantadas na região, praticamente 97% das áreas, são no sistema de manejo multiprodutos tradicional, e considerando uma produtividade média de 370 m<sup>3</sup> por hectare, para esse volume processado no município de Guarapuava, é necessário 3.407 hectares por ano, e considerando a capacidade instalada é necessário 4.258 hectares por ano de florestas plantadas.

A capacidade de produção de Pinus, processamento atual e capacidade instalada da indústria da R2 é apresentada na Tabela 13.



Tabela 13: Capacidade de produção de Pinus, processamento atual e capacidade instalada da indústria na R2.

1	2	3	4	5	6	7	8
<b>1</b>	Inácio Martins	Unidade	Q. Produzida	Comercializado em	Proc % no mun.	Proc. em m <sup>3</sup>	Cap. instalada
	Biomassa	m <sup>3</sup>	136.500,00	Gpva/Irati	40%G;20%I;40%I	27.300,00	34.125,00
	Madeiras - Em Tora P/Laminadora - Pímus	m <sup>3</sup>	380.000,00	Gpva/Irati/I.M	40%G20%I40%IM	152.000,00	190.000,00
	Madeiras - Em Tora P/Serraria – Pímus	m <sup>3</sup>	950.000,00	Gpva/Irati/I.M	30%G30%I 40%IM	380.000,00	475.000,00
	Total	m <sup>3</sup>	1.466.500,00			532.000,00	665.000,00
<b>2</b>	Pinhão	Unidade	Q. Produzida	Comercializado em	Proc % no mun	Proc em m <sup>3</sup>	Cap. instalada
	Biomassa	m <sup>3</sup>	900,00	Guarapuava	100%G		
	Madeiras - Em Tora P/Laminadora - Pímus	m <sup>3</sup>	4.700,00	Gpva/Pinhão	20%G80%P	3.760,00	4.700,00
	Madeiras - Em Tora P/Serraria - Pinus	m <sup>3</sup>	7.500,00	Gpva/Pinhão	20%G80%P	6.000,00	7.500,00
	Total	m <sup>3</sup>	13.100,00			9.760,00	12.200,00
<b>3</b>	Turvo	Unidade	Q. Produzida	Comercializado em	Proc % no mun	Proc em m <sup>3</sup>	Cap. instalada
	Biomassa	m <sup>3</sup>	60.500,00	Turvo	100%T	68.190,00	85.237,50
	Madeiras - Em Tora P/Laminadora - Pímus	m <sup>3</sup>	44.700,00	Turvo/Gpva	30%G70%T	31.290,00	39.112,50
	Madeiras - Em Tora P/Serraria - Pímus	m <sup>3</sup>	25.600,00	Turvo/Gpva	20%G80%T	20.480,00	25.600,00
	Total	m <sup>3</sup>	130.800,00			119.960,00	149.950,00
	Total R2	m <sup>3</sup>	1.610.400,00			661.720,00	827.150,00

Fonte: IFEP (2014), adaptado pelo autor.

Na Tabela 13, observa-se o volume de produção, processamento de madeira e capacidade instalada de processamento de madeira, nos municípios que compõem a região dois, de comercialização, ou seja, os municípios que se encontram a uma distância de 50 km da região de produção.

Para o Município de Inácio Martins, do total de madeira produzido para biomassa (coluna 4), 40% da produção são processados pelas indústrias de Guarapuava, 20 % no próprio município e 40% no município de Irati, conforme observado na coluna 6, da Tabela 13.

Das toras destinada a laminadoras (coluna 4), 40% são processadas nas indústrias de Guarapuava, 20 % nas indústrias de Irati e 40% nas indústrias do próprio município, (coluna 6). A madeira destinada às serrarias para a produção de madeira sólida, (coluna 4), dos 100% produzidos no município de Inácio Martins, 30% são processados em Guarapuava, 30% em Irati e 40% no próprio município de Inácio Martins, (coluna 6). Da mesma forma, os outros dois municípios que compõem a R2, comercializam parte de sua produção para ser processada nas indústrias instaladas no município de Guarapuava e parte é processada no próprio município produtor.

A partir dessas informações, os percentuais da madeira extraídos e processados no município de origem é que definiram qual o volume de madeira é processado atualmente no município (coluna 7) e, calculado a capacidade instalada no município, após ponderações de ociosidade da indústria madeireira obtida junto a especialistas da área (coluna 8).

Como pode ser observado, a produção de torras na R2 totalizou 1.610.400 m<sup>3</sup>/ano considerando as três classificações de objetivos de processamento, Biomassa (celulose, papelão, MDF, MDP), toras para laminadora (compensados) e toras para madeira sólida. Do total de madeira produzida, o processamento de madeira foi de apenas 661.720 m<sup>3</sup> ou 1.817 ha e a capacidade instalada é de 827.150 m<sup>3</sup> ou 2.272 ha.

Como se pode observar, a produção de madeira da R2 foi maior que o volume processado. A informação de especialistas do setor indicou que o restante dessa produção foi, basicamente, comercializado para processamento em Guarapuava.

Tabela 14: Capacidade de produção de Pinus, processamento atual e capacidade instalada da indústria na R3.

1	2	3	4	5	6	7	8
<b>1</b>	Boa Ventura do S. Roque	Unidade	Q. Produzida	Comercializado em	Proc % no mun	Proc em m <sup>3</sup>	Cap. instalada
	Biomassa	m <sup>3</sup>	550,00	Turvo	100% T		
	Madeiras - Em Tora P/Laminadora - Pínus	m <sup>3</sup>	1.200,00	B.V.R/Turvo/Pit	30%B40%T30%P	360,00	450,00
	Madeiras - Em Tora P/Serraria - Pínus	m <sup>3</sup>	3.000,00	B.V.R/Turvo/Pit	50%B30%T20%P	1.500,00	1.875,00
	Total	m <sup>3</sup>	4.750,00			1.860,00	2.325,00
<b>2</b>	Campina Do Simão	Unidade	Q. Produzida	Comercializado em	Proc % no mun	Proc em m <sup>3</sup>	Cap. instalada
	Biomassa	m <sup>3</sup>	21.800,00	Guarapuava/Turvo	70%G30%T		
	Madeiras - Em Tora P/Laminadora - Pínus	m <sup>3</sup>	146.300,00	Gpva/C.S/Turvo	50%G20%CS30%T	29.260,00	36.575,00
	Madeiras - Em Tora P/Serraria - Pínus	m <sup>3</sup>	162.500,00	Gpva/C.S/Turvo	40%G30%CS25%T	48.750,00	60.937,50
	Total	m <sup>3</sup>	330.600,00			78.010,00	97.512,50
<b>3</b>	Goioxim	Unidade	Q. Produzida	Comercializado em	Proc % no mun	Proc em m <sup>3</sup>	Cap. instalada
	Biomassa	m <sup>3</sup>	8.100,00	Guarapuava	100%G		
	Madeiras - Em Tora P/Laminadora - Pínus	m <sup>3</sup>	195.000,00	Gpva/Goioxim	80%G20%Gx	39.000,00	48.750,00
	Madeiras - Em Tora P/Serraria - Pínus	m <sup>3</sup>	48.600,00	Gpva/Goioxim	60%G40%Gx	19.440,00	24.300,00
	Total	m <sup>3</sup>	251.700,00			58.440,00	73.050,00
<b>4</b>	Prudentópolis	Unidade	Q. Produzida	Comercializado em	Proc % no mun	Proc em m <sup>3</sup>	Cap. instalada
	Biomassa	m <sup>3</sup>	15.500,00	Guarapuava/P.G	50%G50%PG		
	Madeiras - Em Tora P/Laminadora - Pínus	m <sup>3</sup>	12.500,00	Gpva/Prud	30%G70%Pd	8.750,00	10.937,50
	Madeiras - Em Tora P/Serraria - Pinus	m <sup>3</sup>	19.700,00	Gpva/Prud	20%G80%Pd	15.760,00	19.700,00
	Total	m <sup>3</sup>	47.700,00			24.510,00	30.637,50
<b>5</b>	Canta Galo	Unidade	Q. Produzida	Comercializado em	Proc % no mun	Proc em m <sup>3</sup>	Cap. instalada
	Biomassa	m <sup>3</sup>	1.000,00	Guarapuava	100%G		
	Madeiras - Em Tora P/Laminadora - Pínus	m <sup>3</sup>	2.900,00	Gpva/C.G/L.S	30%G50%CG20%LS	1.450,00	1.812,50
	Madeiras - Em Tora P/Serraria - Pínus	m <sup>3</sup>	10.600,00	Gpva/C.G/L.S	30%G50%CG20%LS	5.300,00	6.625,00
	Total	m <sup>3</sup>	14.500,00			6.750,00	8.437,50
	Total R3	m <sup>3</sup>	649.250,00			169.570,00	211.962,50

Fonte: IFEP (2014), adaptado pelo autor.

Na Tabela 14, observa-se o volume de produção, processamento de madeira e capacidade instalada de processamento de madeira nos municípios que compõem a R2, de comercialização, ou seja, os municípios que se encontram a uma distância até 70 km da região de produção.

Na coluna 4, evidencia o volume de madeira produzida em cada município e para cada finalidade de produção; na coluna 5, é apresentado o destino de comercialização dessas madeiras; na coluna 6, os percentuais que são comercializadas as madeiras em cada município; na coluna 7, o volume de madeira que é processado no município de origem e, na coluna, 8 a capacidade das indústrias madeireiras instaladas no município.

Os percentuais da madeira produzida no município, mas que é comercializada em outro município compõem o volume processado no município destino, bem como a capacidade de processamento instalada nesses municípios.

O volume total de madeira produzida na região foi de 649.250 m<sup>3</sup>/ano, considerando as três classificações de objetivos de processamento, Biomassa (celulose, papelão, MDF, MDP), toras para laminadora (compensados) e toras para madeira sólida. Entretanto, o volume processado na região foi de 169.570 m<sup>3</sup> e a capacidade instalada é de 211.962,50 m<sup>3</sup>.

Considerando uma produtividade média aproximada de 364 m<sup>3</sup> de madeira por hectare, são necessários 564 hectares por ano, para suprir o processamento atual pelas indústrias da região e 528 hectares, se processar com a capacidade total instalada na região.

Tabela 15: Capacidade de produção de Pinus, processamento atual e capacidade instalada da indústria na R4.

1	2	3	4	5	6	7	8
<b>1</b>	Candói	Unidade	Q. Produzida	Comercializado em	Proc % no mun	Proc em m <sup>3</sup>	Cap. instalada
	Biomassa	m <sup>3</sup>	1.000,00	Guarapuava	100% G		
	Madeiras - Em Tora P/Laminadora - Pínus	m <sup>3</sup>	1.000,00	Gpva/Candói	20%G/80%C	800,00	1.000,00
	Madeiras - Em Tora P/Serraria - Pínus	m <sup>3</sup>	5.500,00	Gpva/Candói	20%G/80%C	4.400,00	5.500,00
	Total	m <sup>3</sup>	7.500,00			5.200,00	6.500,00
<b>2</b>	Pitanga	Unidade	Q. Produzida	Comercializado em	Proc % no mun	Proc em m <sup>3</sup>	Cap. instalada
	Biomassa	m <sup>3</sup>	600,00	Turvo	100%T		
	Madeiras - Em Tora P/Laminadora - Pínus	m <sup>3</sup>	1.100,00	Pitanga/turvo	80%P/20%T	880,00	1.100,00
	Madeiras - Em Tora P/Serraria - Pínus	m <sup>3</sup>	5.600,00	Pitanga/turvo	80%P/20%T	4.480,00	5.600,00
	Total	m <sup>3</sup>	7.300,00			5.360,00	6.700,00
<b>3</b>	Foz Do Jordão	Unidade	Q. Produzida	Comercializado em	Proc % no mun	Proc em m <sup>3</sup>	Cap. instalada
	Biomassa	m <sup>3</sup>	1.000,00	Guarapuava	100%G		
	Madeiras - Em Tora P/Laminadora - Pínus	m <sup>3</sup>	400,00	Foz do Jordão	100%FJ	400,00	500,00
	Madeiras - Em Tora P/Serraria - Pínus	m <sup>3</sup>	7.500,00	F.J/ R.I/Candói	70%FJ/30%RI	5.250,00	
	Total	m <sup>3</sup>	8.900,00			5.650,00	500,00
<b>4</b>	Reserva Do Iguaçu	Unidade	Q. Produzida	Comercializado em	Proc % no mun	Proc em m <sup>3</sup>	Cap. instalada
	Biomassa	m <sup>3</sup>	16.000,00	Guarapuava	100% G		
	Madeiras - Em Tora P/Laminadora - Pínus	m <sup>3</sup>	48.800,00	Gpva/Pinhão/R.I/F. J	30%G/20%P/40%RI/10%F J	19.520,00	24.400,00
	Madeiras - Em Tora P/Serraria - Pínus	m <sup>3</sup>	17.900,00	Gpva/Pinhão/R.I	30%G/20%P/50%RI	8.950,00	11.187,50
	Total	m <sup>3</sup>	82.700,00			28.470,00	35.587,50
	Total R4	m <sup>3</sup>	106.400,00			44.680,00	49.287,50

Fonte: IFEP (2014), adaptado pelo autor.

Na Tabela 15, observa-se o volume de produção, processamento de madeira e capacidade instalada de processamento de madeira nos municípios que compõem a R4, de comercialização, ou seja, os municípios que se encontram a uma distância até 100 km da região de produção.

Observa-se, na coluna 4 da Tabela 15, o volume produzido de madeira por finalidade em cada município, na coluna 5, os destinos de comercialização dessas madeiras, na coluna 6, os percentuais que são comercializados em cada destino, na coluna 7, o volume processado no próprio município de produção da madeira e na coluna 8, a capacidade instalada de processamento de madeira no município produto.

De acordo com o observado, a produção de torras na R4, foi de 106.400 m<sup>3</sup>/ano, considerando as três classificações de objetivos de processamento, Biomassa (celulose, papelão, MDF, MDP), toras para laminadora (compensados) e toras para madeira sólida.

O processamento dessas madeiras na R4 foi composto pelas madeiras produzidas na própria região. Conforme observado, o processamento de madeira foi de 44.680 m<sup>3</sup> e a capacidade instalada é de 49.287 m<sup>3</sup>.

Considerando o volume de madeira processada na própria região, são necessários aproximadamente 122 hectares, para suprir a demanda de madeira e, se considerado a produção com a totalidade da capacidade industrial instalada na região, são necessários aproximadamente 135 hectares de florestas por ano.

A capacidade atual de processamento, que está sendo utilizada em m<sup>3</sup> e ha pode ser observada na Tabela 16, considerando P1, P2 e P3, respectivamente cultivo de pinus para biomassa, cultivo pinus multiprodutos tradicional e cultivo de pinus multiprodutos tora.

Tabela 16: Processamento de madeira atualmente / ha.

	P3/m <sup>3</sup>	P2/m <sup>3</sup>	P1/m <sup>3</sup>	P3/ha	P2/ha	P1/ha	ha/ANO	ha/18 anos
<b>R1</b>	492.800	561.870	185.500	1.536,64	2.296,16	351,33	4.184,12	75.314,21
<b>R2</b>	417.290	223.950	0,00	1.301,18	915,20	0,00	2.216,39	39.894,97
<b>R3</b>	90.750	78.820	0,00	282,97	322,11	0,00	605,08	10.891,50
<b>R4</b>	23.080	21.600	0,00	71,97	88,27	0,00	160,24	2.884,30
<b>TOTAL</b>	1.023.920	886.240	185.500	3.192,77	3.621,74	351,33	7.165,83	128.984,98

Fonte: IFEP (2014), adaptado pelo autor.

Na Tabela 16, pode-se observar o volume de madeira e a área que supre o processamento atual de madeira nas variáveis de consumo definidas para este estudo. Já a Tabela 17 aponta a capacidade de processamento total instalada, considerando P1, P2 e P3, respectivamente cultivo de pinus para biomassa, cultivo pinus multiprodutos tradicional e cultivo de pinus multiprodutos tora..

Tabela 17: Capacidade de processamento instalada

	<b>P3/m<sup>3</sup></b>	<b>P2/m<sup>3</sup></b>	<b>P1/m<sup>3</sup></b>	<b>P3/ha</b>	<b>P2/ha</b>	<b>P1/ha</b>	<b>ha/ANO</b>	<b>ha/18 anos</b>
<b>R1</b>	702.337,50	616.000	231.875	2.190,01	2.517,37	463,75	5.171,13	93.080,38
<b>R2</b>	521.612,50	279.937,50	0,00	1.626,48	1.144,00	0,00	2.770,48	49.868,71
<b>R3</b>	115.250	98.525,00	0,00	359,37	402,64	0,00	762,01	13.716,11
<b>R4</b>	28.850	27.000,00	0,00	86,36	110,34	0,00	179,84	3.237,04
<b>Total</b>	1.368.050	1.021.462,50	231.875	4.262,23	4.174,35	463,75	8.883,46	159.902,24

Fonte: IFEP (2014), adaptado pelo autor.

Na Tabela 17, pode-se observar a capacidade de processamento instalado em volume de madeira e em área necessária para suprir a demanda instalada. Portanto, nota-se capacidade ociosa, como demonstra a Tabela 18, com a variação entre capacidade de processamento total e processamento atual instalado, considerando P1, P2 e P3, respectivamente cultivo de pinus para biomassa, cultivo pinus multiprodutos tradicional e cultivo de pinus multiprodutos tora.

Tabela 18: Diferença entre capacidade de processamento total e capacidade atual de processamento de madeira usada na indústria.

	<b>P3/m<sup>3</sup></b>	<b>P2/m<sup>3</sup></b>	<b>P1/m<sup>3</sup></b>	<b>P3/ha</b>	<b>P2/ha</b>	<b>P1/ha</b>	<b>ha/ANO</b>	<b>ha/18 anos</b>
<b>R1</b>	209.537,50	54.130,00	46.375,00	653,38	221,21	112,42	987,01	17.766,17
<b>R2</b>	104.322,50	55.987,50	0,00	325,30	228,80	0,00	554,10	9.973,74
<b>R3</b>	24.500,00	19.705,00	0,00	76,40	80,53	0,00	156,92	2.824,61
<b>R4</b>	5.770,00	5.400,00	0,00	14,39	22,07	0,00	19,60	352,74
<b>Total</b>	344.130,00	135.222,50	46.375,00	1.069,46	552,61	112,42	1.717,63	30.917,26

Fonte: IFEP (2014), adaptado pelo autor.

Na Tabela 18, pode-se observar a variação entre processamento atual e capacidade de processamento instalado, que serviu como base para os cálculos de otimização da produção realizada para este estudo, pois nota-se que em todas as regiões há capacidade ociosa.

### 5.1.5 Custos de Produção

Os custos de produção de Pinus se referem aos insumos utilizados para produzir 1 hectare floresta. Para a composição desses custos, foram considerados a mão de obra, nas diversas fases da produção, as mudas, a adubação, a utilização de máquinas agrícolas e específicas para trabalho em florestas e tratos culturais.

Para este estudo considerou-se como custos de produção apenas os custos operacionais, ou seja, aqueles que quando incorrem no setor produtivo geram desembolsos ao investidor.

Não foi considerado na composição dos custos o fator terra, por entenderem que o produtor já possui esse fator de produção e apenas está viabilizando uma atividade produtiva para essa área, ou está substituindo uma atividade menos rentável por outra mais rentável. As tabelas com a composição de custo, para cada sistema de manejo, podem ser observadas nos apêndices de 1 a 3.

No Apêndice 1, pode-se observar que o custo total de produção de Pinus para biomassa, sem considerar o custo da terra foi de R\$ 6.397,00 por hectare, sendo um custo mais elevado para implantação do plantio por demandar maior número de mudas por ha, bem como os demais custos de implantação, por outro lado os tratos culturais de limpeza e desrama são menores, devido ao sombreamento que forma mais rapidamente.

Se considerar a remuneração do fator da terra, o custo total de produção por hectare seria, se considerado a implantação da floresta em área mecanizada de R\$ 32.690,00, se considerado terra mecanizável de R\$ 16.573,00, se considerada área não mecanizável de R\$ 12.002,00 e se considerando áreas, não aproveitáveis de R\$ 9.415,00, considerando um custo de capital de 6,16% aa ou a remuneração média para aplicação financeira na caderneta de poupança.

Os custos para esse sistema de manejo ocorrem até o 14º ano, quando é realizado o corte raso da floresta com o objetivo de comercializar a madeira em sua maioria para o processamento como biomassa (energia, celulose/papel e placas de madeira reconstituídas).



O Apêndice 2 apresenta os custos de implantação de 1 hectare de Pinus, por meio do manejo multiproduto tradicional. Nesse sistema, ocorre a implantação de 1.834 mudas de árvore por hectare, seu custo de implantação é menor que o manejo para biomassa, porém necessita de tratos culturais (limpas) por um período mais longo, previsto até o quarto ano. Nesse sistema de manejo, recomenda-se dois desbastes e corte raso de 18 a 20 anos.

O custo final de um hectare de Pinus, utilizando o sistema de manejo multiproduto tradicional sem considerar a remuneração pelo uso da terra é de R\$ 6.187,11. Se considerar a remuneração do fator da terra, o custo total de produção por hectare, seria, se considerado a implantação da floresta em área mecanizada, de R\$ 39.451,00, se considerado terra mecanizável, de R\$ 19.270,00, se considerada área não mecanizável, de R\$ 13.394,00 e se considerando áreas não aproveitáveis, de R\$ 10.067,00 considerando um custo de capital de 6,16% aa ou a remuneração média para aplicação financeira na caderneta de poupança. Considerando também um corte raso aos 18 anos.

O Apêndice 3, apresenta os custos de produção de 1 hectare de Pinus, por meio do sistema de manejo para multiprodutos toras. Nesse sistema de manejo, o objetivo é a obtenção máxima de toras para laminação e madeira sólida, maior volume de toras com diâmetro acima de 25 cm. Nesse mesmo sistema, a produção volumétrica de madeira por ha é menor, pois o número de plantas por ha também é menor, pois se utiliza de um espaçamento maior, entretanto o valor da produção é maior, pois com número maior de árvores com diâmetros maiores o preço percebido no mercado é mais significativo.

Esse sistema de produção tem um custo inicial de implantação menor, pois demanda menor número de mudas, bem como de atividades relativas à implantação, entretanto, depende de um período maior de tratos culturais (limpas), pois demora mais tempo para haver o controle de plantas invasoras por meio de sombreamento.

O custo de produção de 1 hectare de Pinus, por meio do sistema de manejo multiprodutos toras é de R\$ 5.306,36, se considerar a remuneração do fator da terra, o custo total de produção por hectare seria, se considerado a implantação da floresta em área mecanizada, de R\$ 38.570,00, se considerado terra mecanizável

,de R\$ 18.389,00, se considerada área não mecanizável, de R\$ 12.513,00 e se considerando áreas não aproveitáveis, de R\$ 9.186,00 considerando um custo de capital de 6,16% aa ou a remuneração média para aplicação financeira na caderneta de poupança. Considerando também um corte raso aos 18 anos.

O desembolso dos custos para a implantação de 1 hectare de Pinus pelos, três sistemas de manejo apresentados neste trabalho, considerando apenas os custos variáveis, pode ser observado na Figura 8.

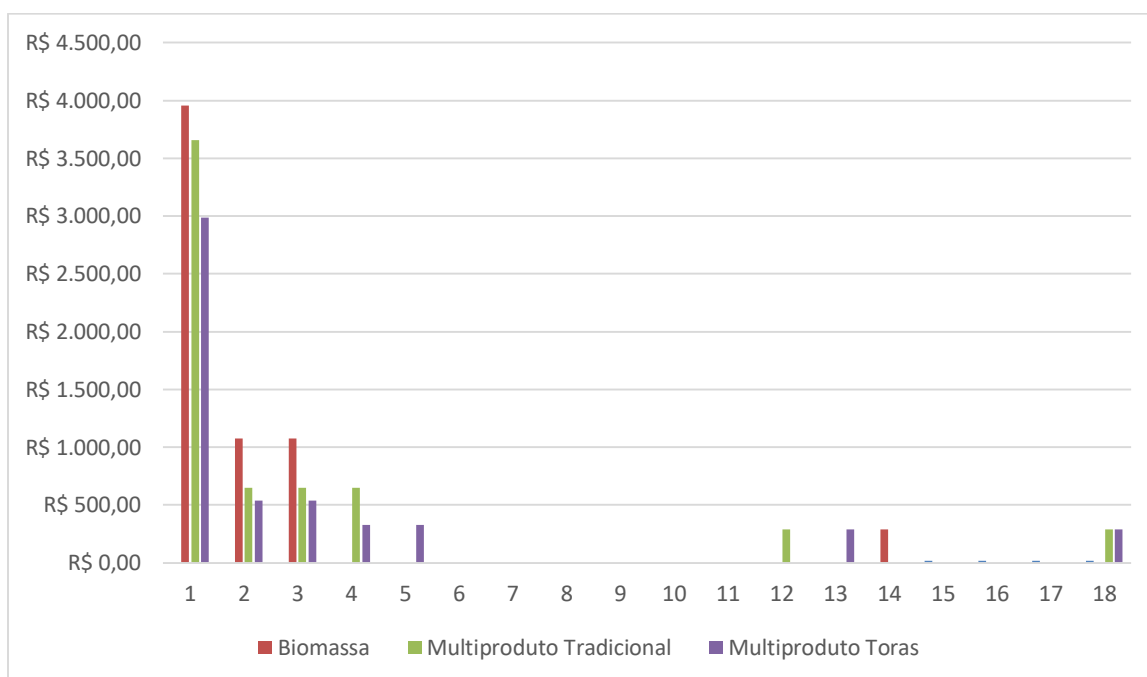


Figura 8: Comparativo na linha do tempo dos custos de produção (R\$), para os três sistemas de manejos propostos.

Fonte: DENDROTECH (2015).

A Figura 8 apresenta um comparativo do cronograma de desembolso e o montante dos custos de produção para 1 hectare de Pinus, considerando os três sistemas de manejos abordados nesse trabalho. Portanto, o total gasto para o manejo Biomassa é R\$ 6.397, para Multiproduto Tradicional é R\$ 6.187 e Multiproduto Tora é R\$ 5.306.

### 5.1.6 Produtividade

O termo produtividade é bastante abrangente, quando analisado sob enfoque da teoria econômica, seria ou *outputs* resultante dos *inputs* investidos. Porém, considerando o ambiente florestal, a produtividade é resultante de todas as

ações técnicas e operacionais aplicadas a um determinado plantio (MORA e BALLONI, 1988).

A produtividade de Pinus utilizada no modelo matemático para este estudo foi obtida com a utilização do *software* SISPÍNUS, que é um programa desenvolvido pela Embrapa Florestas, para auxiliar no planejamento e tomada de decisão de manejo em povoamentos de Pinus. O *software* é alimentado com informações e mensurações do povoamento do Pinus em idade jovem, assim “gera tabelas com a prognose do crescimento e produção, para qualquer idade e, também, tabelas de prognose da produção por classes de diâmetro, para as árvores provenientes de desbastes e do corte final, sortimento de madeira por classe diamétrica para usos múltiplos, como laminação, serraria, celulose e energia” (OLIVEIRA e OLIVEIRA, 2011).

As tabelas de crescimento geradas pelo *software* SISPÍNUS apresentam resultados anuais de alturas dominante e média das árvores, diâmetro médio, número de árvores por hectare, volume total e incrementos médio e corrente anual, as quais podem ser observadas nos apêndices 4,5 e 6.

Para cada colheita, tanto de desbastes como da rotação final, são geradas tabelas de produção por classe de DAP, com sortimento por tipo de utilização industrial como laminação, serraria, produção de celulose e geração de energia. (Embrapa Floresta, 2015).

Para o presente trabalho, foi simulado o plantio para três sistema de manejo de produção (biomassa, manejo multiprodutos tradicional e manejo multiproduto tora). Como parâmetro de produção utilizou-se sítio 19, o qual é considerado conservador, mas é o que mais se aproxima do IMA de 30 que, segundo especialistas da área, é a média de crescimento de *P. taeda* na região de Guarapuava.

Para o sistema de manejo, com o objetivo de produção de madeira para Biomassa, pode-se observar que o sortimento de toras aos 14 anos, com corte raso, é de 58m<sup>3</sup> para papel celulose, 212m<sup>3</sup> para serraria 3, 224m<sup>3</sup> para serraria 2 e 4,5 m<sup>3</sup> para serraria 1, perfazendo um total 528m<sup>3</sup> por hectare, conforme pode ser observado no Apêndice 4.

Para o sistema de manejo multiproduto tradicional, quando é efetuado um desbaste aos 8 anos de idade da floresta, um segundo desbaste aos 12 anos e corte raso aos 18 anos, pode-se observar que o sortimento de torras para esse sistema de manejo é de 11,1m<sup>3</sup> com finalidade de papel celulose, 43,1 m<sup>3</sup> para serraria 3, 108,4 m<sup>3</sup> para serraria 2 e 82,1 m<sup>3</sup> para serraria 1, perfazendo uma produtividade total de 250,5 m<sup>3</sup> por hectare, conforme pode ser observado no Apêndice 5

Para o sistema de manejo multiproduto tora, quando é efetuado um desbaste aos 12 anos e corte raso aos 18 anos, pode-se observar que o sortimento de torras para esse sistema de manejo é de 20,2m<sup>3</sup>, com finalidade de papel celulose, 59,9 m<sup>3</sup> para serraria 3, 157,3 m<sup>3</sup> para serraria 2 e 83,3 m<sup>3</sup> para serraria 1, perfazendo uma produtividade total de 250,5 m<sup>3</sup> por hectare, conforme pode ser observado no Apêndice 6.

#### 5.1.7 Preço

A teoria econômica indica que quem faz o preço de venda dos produtos é o mercado, basicamente por meio da oferta e da procura com as devidas considerações para situações de monopólio, oligopólio, mercados cativos e situações similares (PADOVESE, 2013).

Para o mercado, de madeira o preço de venda é uma condição de mercado, cabe ao produtor apenas o esforço para dentro da porteira, ou seja, o melhor planejamento do objetivo do plantio e investimento em tecnologia de produção para obter a melhor produtividade, ao menor custo possível e que possibilite, dentro dos padrões de preço do mercado, atingir o preço máximo para a venda de seus produtos.

Para o cálculo de composição do planejamento de produção por meio da técnica de PL, levou-se em consideração os preços praticados na Região de Guarapuava para os diversos sortimentos de toras em pé.

Tabela 19: Preço médio para torras de Pinus em pé, de acordo com sortimento, na Região de Guarapuava, 2010 - 2015.

Toras (cm)	ANOS					Preço Médio (R\$)
	2011 (R\$)	2012 (R\$)	2013 (R\$)	2014 (R\$)	2015 (R\$)	
<b>08 a 18</b>	31,60	18,00	20,50	26,00	25,90	24,40
<b>18 a 25</b>	52,75	46,00	49,50	62,00	60,70	54,19
<b>25 a 35</b>	87,25	82,00	84,33	90,00	87,60	86,24
<b>&gt; que 35</b>	125,00	122,00	120,00	130,00	122,00	123,80

Fonte: DERAL (2015), adaptado pelo autor.

Relacionando a produtividade indicada por meio do SISPINUS e a composição de preços praticado na região, para esta tese, considerou-se para a composição do mix de produtos a serem comercializados para o sistema de manejo para Biomassa, que toda produção seria comercializada ao preço referente de torras de 8 a 18 cm de diâmetro.

Já para o sistema de manejo multiproduto tradicional foi considerado que os sortimentos papel celulose e serraria 3, seriam comercializados como toras de 8 a 18 cm de diâmetro. Para o sortimento de serraria 2, seria comercializado como toras de 18 a 25 cm de diâmetro. Para o sortimento de serraria 1, seria comercializado como tora com diâmetro de 25 a 35 cm.

O sistema de manejo multiproduto tora, considera-se que os sortimentos papel celulose e serraria 3, seriam comercializados como toras de 8 a 18 cm de diâmetro. Para o sortimento de serraria 2, seria comercializado como toras de 18 a 25 cm de diâmetro. Para o sortimento de serraria 1, seria comercializado como tora com diâmetro de 25 a 35 cm.

#### 5.1.8 Uso de Insumos

Os insumos utilizados no processo produtivo para a atividade proposta foram considerados na formação dos custos de produção, os quais foram apresentados nas planilhas de custos acima descritos.

#### 5.1.9 Raio Econômico de Transporte

O raio econômico de transporte, considerado para o modelo de análise, proposto foi de 100 Km a partir da região de produção. Essa consideração foi

proposta em função do custo de transporte do local de corte da floresta até a indústria de processamento ser significativo na rentabilidade da floresta.

De acordo com informações, obtidas junto ao Sindicato dos Transportadores Autônomos de Guarapuava, o custo de transporte de toras na região segue a proporção de R\$ 10,00 por m<sup>3</sup> a cada 50 Km.

## 5.2 ANÁLISE DE VIABILIDADE ECONÔMICA FINANCEIRA

Autores como Assaf Neto (2003), Brealey e Myers (2005), Brigham, Gapenski e Erhardt (2001), Damodaran (2002) destacam a relevância da adoção da Análise de Viabilidade Econômica Financeira, no processo de análise de investimento de longo prazo. Segundo esses autores, as análises não devem ser feitas de maneira isolada, mas sim, abordar todos os passos e técnicas necessários para uma boa análise de investimento.

A adoção da Análise de Viabilidade Econômica Financeira envolve, além da avaliação econômica financeira, a visão estratégica para identificar a demanda de novos investimentos, a avaliação dos riscos do projeto, identificação e a avaliação das fontes de financiamentos.

Para o investimento em novos plantios florestais, é imprescindível a realização de uma análise profunda e criteriosa da sua viabilidade. Por se tratar de um investimento de longo prazo, há que se considerar todos os aspectos possíveis de risco e demanda futura, para se projetar os retornos esperados com a maior veracidade possível.

O primeiro passo para a Análise de Viabilidade Econômica Financeira é a elaboração do fluxo de caixa do projeto de investimento, que envolve projeções de curto, médio e longo prazo. Atualmente, devido às incertezas que ocorrem na economia brasileira, tais projeções tornam-se uma tarefa altamente complexa e sujeita a oscilações (MATIAS, 2007).

### 5.2.1 Cálculos de VPL e TIR

Para o presente estudo, realizou-se a projeção de fluxo líquido de caixa para cada sistema de manejo de produção, abordando cinco situações para cada

sistema: uma desconsiderando a remuneração do fator terra; a segunda considerando a implantação de florestas em áreas mecanizadas com custo da terra; a terceira considerando a implantação do plantio em área mecanizável; a quarta em área não mecanizável e a quinta em área inaproveitável para qualquer outra atividade, senão a implantação de cultivo florestal. Para o cálculo da viabilidade econômica financeira, foi utilizado uma Taxa Mínima de Atratividade (TMA) de 6,16% aa, ou seja, comparado a um investimento livre de risco, que no Brasil é considerado a aplicação em caderneta de poupança.

Os preços considerados para os cálculos das tabelas 20 a 22 foi a média dos últimos cinco anos (2011 a 2015) da tora em pé.

Na tabela 20, são apresentados o fluxo líquido de caixa e os resultados dos cálculos de valor presente líquido e a taxa interna de retorno do investimento para o sistema de manejo de produção de biomassa, o qual tem somente uma entrada de caixa, no momento do corte raso que ocorre aos quatorze anos após o plantio.

**Tabela 20: Fluxo de caixa e retorno econômico financeiro para o sistema de manejo para produção de Biomassa, do ano 0 ao 14.**

Fluxo de caixa projetado para os sistemas de manejo propostos para tese											
Sistema de manejo para produção de biomassa sem considerar a remuneração do fator terra											
0	1	2	3	4	5	6	(...)	13	14	VPL	TIR
-3.959,00	-1.074,00	-1.074,00						-290,00	12.883,20	2.867,46	12,93%aa
Sistema de manejo para produção de biomassa considerando a remuneração do fator terra											
Área mecanizada com valor de R\$ 30.000,00 / hectare											
0	1	2	3	4	5	6	(...)	13	14	VPL	TIR
-36.649,00	-1.074,00	-1.074,00						-290,00	12.883,20	-29.208,79	(-)
Área mecanizável com valor de R\$ 10.800,00 / hectare											
0	1	2	3	4	5	6	(...)	13	14	VPL	TIR
-20.532,00	-1.074,00	-1.074,00						-290,00	12.883,20	-17.050,79	(-)
Área não mecanizável com valor de R\$ 6.500,00 / hectare											
0	1	2	3	4	5	6	(...)	13	14	VPL	TIR
-15.961,00	-1.074,00	-1.074,00						-290,00	12.883,20	-12.479,79	(-)
Área inaproveitável com valor de R\$ 3.500,00 / hectare											
0	1	2	3	4	5	6	(...)	13	14	VPL	TIR
-13.374,00	-1.074,00	-1.074,00						-290,00	12.883,20	-6.012,23	(-)

Fonte: Elaborado pelo autor (2018).



Na tabela 20, observa-se que o plantio de Pinus, para produção de biomassa, na atual condição de custos e preço somente é viável econômica e financeiramente se não considerar o custo da remuneração do fator terra. Na Tabela 21, são apresentados os fluxos líquido de caixa para o sistema de manejo multiproduto tradicional, para o qual é necessário a realização de dois desbastes e um corte raso aos 18 anos. Dessa forma, a entrada de recursos financeiros no caixa do empreendimento é executado em três momentos, aos oito anos, aos doze anos e aos dezoito anos.

Tabela 21: Fluxo de caixa e retorno econômico financeiro para o sistema de manejo multiproduto tradicional

Fluxo de caixa projetado para os sistemas de manejo propostos para tese													
Sistema de manejo multiproduto tradicional sem considerar a remuneração do fator terra													
0	1	2	3	4	(...)	8	(...)	11	12	17	18	VPL	TIR
-3.657,11	-650,00	-650,00	-650,00	-650,00		1.296,00		-290,00	4.226,82	-290,00	21.500,00	4.045,14	9,92% aa
Sistema de manejo multiproduto tradicional considerando a remuneração do fator terra													
Área mecanizada com valor de R\$ 30.000,00 / hectare													
0	1	2	3	4	(...)	8	(...)	11	12	17	18	VPL	TIR
-36.921,11	-650,00	-650,00	-650,00	-650,00		1.296,00		-290,00	4.226,82	-290,00	21.500,00	-29.227,10	( - )
Área mecanizável com valor de R\$ 10.800,00 / hectare													
0	1	2	3	4	(...)	8	(...)	11	12	17	18	VPL	TIR
-15.627,11	-650,00	-650,00	-650,00	-650,00		1.296,00		-290,00	4.226,82	-290,00	21.500,00	-7.793,58	( - )
Área não mecanizável com valor de R\$ 6.500,00 / hectare													
0	1	2	3	4	(...)	8	(...)	11	12	17	18	VPL	TIR
-10.864,11	-650,00	-650,00	-650,00	-650,00		1.296,00		-290,00	4.226,82	-290,00	21.500,00	-3.166,48	( - )
Área inaproveitável com valor de R\$ 3.500,00 / hectare													
0	1	2	3	4	(...)	8	(...)	11	12	17	18	VPL	TIR
-7.537,11	-650,00	-650,00	-650,00	-650,00		1.296,00		-290,00	4.226,82	-290,00	21.500,00	162,89	6,27% aa

Fonte: Elaborado pelo autor (2018).

Na Tabela 21, pode-se observar que considerando os custos de produção e o preço de venda atual é viável econômica e financeiramente o plantio de Pinus, desconsiderando o custo da remuneração do fator terra e o plantio em áreas inaproveitáveis para qualquer outra atividade. Para o plantio de Pinus nas demais classificações de área, o custo da remuneração do fator terra inviabiliza o investimento. Na Tabela 22, são apresentados o fluxo líquido de caixa e os resultados econômico financeiro para o sistema de manejo multiproduto tora, considerando o plantio de Pinus nas quatro classificações de área para custo da remuneração da terra e desconsiderando a remuneração do fator terra.

Tabela 22: Fluxo de caixa e retorno econômico financeiro para o sistema de manejo multiproduto tora.

Fluxo de caixa projetado para os sistemas de manejo propostos para tese												
Sistema de manejo multiproduto tora sem considerar a remuneração do fator terra												
0	1	2	3	4	(...)	12	13	(...)	17	18	VPL	TIR
-2.986,00	-540,00	-540,00	-330,00	-330,00		-290,00	2.492,00		-290,00	28.424,70	6.081,38	11,69%a.a
Sistema de manejo multiproduto tora considerando a remuneração do fator terra												
Área mecanizada com valor de R\$ 30.000,00 / hectare												
0	1	2	3	4	(...)	12	13	(...)	17	18	VPL	TIR
-36.250,00	-540,00	-540,00	-330,00	-330,00		-290,00	2.492,00		-290,00	28.424,70	-26.379,96	( - )
Área mecanizável com valor de R\$ 10.800,00 / hectare												
0,00	1,00	2,00	3,00	4,00	(...)	12,00	13,00	(...)	17,00	18,00	VPL	TIR
-14.956,00	-540,00	-540,00	-330,00	-330,00		-290,00	2.492,00		-290,00	28.424,70	-5.925,00	( - )
Área não mecanizável com valor de R\$ 6.500,00 / hectare												
0,00	1,00	2,00	3,00	4,00	(...)	12,00	13,00	(...)	17,00	18,00	VPL	TIR
-10.193,00	-540,00	-540,00	-330,00	-330,00		-290,00	2.492,00		-290,00	28.424,70	-1.125,85	( - )
Área inaproveitável com valor de R\$ 3.500,00 / hectare												
0,00	1,00	2,00	3,00	4,00	(...)	12,00	13,00	(...)	17,00	18,00	VPL	TIR
-6.866,00	-540,00	-540,00	-330,00	-330,00		-290,00	2.492,00		-290,00	28.424,70	2.073,00	7,61% aa

Fonte: Elaborado pelo autor (2018).

Na Tabela 22, é possível observar que para o sistema de manejo multiproduto tora, é econômica e financeiramente viável, quando não se considera o custo da remuneração do fator terra e quando é realizado o plantio em área de baixo custo, que é o caso da área inaproveitável para outra atividade.

### 5.2.2 Análise de sensibilidade

A análise de sensibilidade consiste em projetar várias variáveis como despesa, custo de produção, preço de mercado, volume de vendas, entre outras, com o objetivo de se analisar o impacto dessas projeções sobre o VPL do investimento analisado.

Para este estudo, utilizou-se dos dados de VPL calculados para os três sistemas de manejo, desconsiderando o custo do fator terra. Na Tabela 23, pode-se observar a variação do VPL para o sistema de manejo biomassa.

Tabela 23: Análise de sensibilidade para projeto de investimento em plantio de Pinus sistema de manejo biomassa

<b>Alteração nas variáveis</b>	<b>Produtividade</b>	<b>Preço</b>	<b>CPV</b>
<b>30,00%</b>	3.727,10	3.286,50	1.874,79
<b>0,00%</b>	2.867,46	2.867,46	2.867,46
<b>-30,00%</b>	2.007,22	2.137,87	3.253,95

Fonte: Elaborado pelo autor (2018).

Na Tabela 23 é possível observar que se aumentar a produtividade da floresta em 30 %, o VPL praticamente sofre o mesmo aumento, evidenciando que esse fator de produção transfere para resultado praticamente todo aumento em sua variação. Da mesma forma, a redução desse fator de produção, se reduzindo a produtividade, o retorno reduz quase que proporcionalmente. Os fatores preço e custo de produção (CPV) têm menor sensibilidade em relação ao VPL.

Nas Tabela 24 são apresentadas as análises de sensibilidade para os sistemas de manejo multiproduto tradicional.

Tabela 24: Análise de sensibilidade para projeto de investimento em plantio de Pinus sistema de manejo multiproduto tradicional

<b>Alteração nas variáveis</b>	<b>Produtividade</b>	<b>Preço</b>	<b>CPV</b>
<b>30,00%</b>	5.258,68	4.206,95	870,67
<b>0,00%</b>	4.045,14	4.045,14	4.045,14
<b>-30,00%</b>	2.831,60	2.137,87	4.651,91

Fonte: Elaborado pelo autor (2018).

Na Tabela 25 são apresentadas as análises de sensibilidade para os sistemas de manejo multiproduto tora.

Tabela 25 Análise de sensibilidade para projeto de investimento em plantio de Pinus sistema de manejo multiproduto tora.

<b>Alteração nas variáveis</b>	<b>Produtividade</b>	<b>Preço</b>	<b>CPV</b>
<b>30,00%</b>	7.905,79	7.115,21	4.256,97
<b>0,00%</b>	6.081,38	6.081,38	6.081,38
<b>-30,00%</b>	4.561,04	4.865,10	6.993,59

Fonte: Elaborado pelo autor (2018).

Nota-se nas Tabelas 24 e 25 que o comportamento em relação à análise de sensibilidade, para os sistemas de manejo multiproduto tradicional e tora, tem o mesmo desempenho do apresentado na Tabela 23 com relação aos aumentos e reduções do VPL em termos percentuais.

### 5.2.3 Análise de cenários

Para a análise de cenários são calculados VPLs para situações otimistas, realistas e pessimistas, e com base em opiniões de especialistas, atribui-se a probabilidade de que esses cenários ocorram. Para o cálculo dos VPLs, utilizou-se como referência os três sistemas de manejo com os valores atribuídos sem considerar o custo do fator terra.

Com relação ao cenário pessimista, por meio de pesquisa realizada junto a analistas de mercado no site do IBÁ (2015), a perspectiva é que a probabilidade de retração do mercado, em função do atual desempenho da economia brasileira, perdure para os próximos 7 a 8 anos para, então, voltar a ter um crescimento mais acentuado, aquecendo o mercado.

Outra perspectiva é que o mercado de produtos madeireiros se ajustem a uma nova realidade de mercado, buscando a exportação, em virtude de um novo patamar da política cambial, assim haveria um crescimento na demanda, mas com foco no mercado internacional.

Uma terceira perspectiva é que a economia brasileira estabilize, em um período mais curto e volte a crescer, aquecendo o mercado mobiliário e construção civil, aumentando a demanda por produtos madeireiros.

As probabilidades que esses cenários ocorram seria na razão de 20% para o cenário pessimista, 45 % para um cenário realista e 35% para um cenário otimista.

Para os cálculos probabilísticos, utilizou-se os VPLs para os três sistemas de manejo, como pode ser observado nas tabelas 26, 27 e 28, calculando-se os VPLs esperados, o Risco do VPL e o coeficiente de compensação entre risco e retorno

Tabela 26: Cenário probabilístico para biomassa.

<b>Cenários</b>	<b>VPL</b>	<b>Probabilidade</b>
<b>Otimista</b>	3.727,10	35,00%
<b>Realista</b>	2.867,46	45,00%
<b>Pessimista</b>	2.007,22	20,00%
<b>VPL esperado</b>	2.996,29	
<b>Risco VPL</b>	624,53	
<b>ICCR</b>	0,208434709	

Fonte: Elaborado pelo autor (2018).

Tabela 27: Cenário probabilístico para multiproduto tradicional.

<b>Cenários</b>	<b>VPL</b>	<b>Probabilidade</b>
<b>Otimista</b>	5.258,68	35,00%
<b>Realista</b>	4.045,14	45,00%
<b>Pessimista</b>	2.831,60	20,00%
<b>VPL esperado</b>	4.227,17	
<b>Risco VPL</b>	881,38	
<b>ICCR</b>	0,208503497	

Fonte: Elaborado pelo autor (2018).

Tabela 28: Cenário probabilístico para multiproduto tora.

<b>Cenários</b>	<b>VPL</b>	<b>Probabilidade</b>
<b>Otimista</b>	7.905,79	35,00%
<b>Realista</b>	6.081,38	45,00%
<b>Pessimista</b>	4.561,04	20,00%
<b>VPL esperado</b>	6.415,86	
<b>Risco do VPL</b>	1.230,73	
<b>ICCR</b>	0,19	

Fonte: Elaborado pelo autor (2018).

Na tabela 29, foi elaborada uma comparação entre os três sistemas de manejo, para identificar em qual situação cada um deles é mais vantajoso, de acordo com a análise de cenários, para ser implementado o investimento.

Tabela 29: Medidas estatísticas para análise de cenários.

	<b>Biomassa</b>	<b>Tradicional</b>	<b>Tora</b>
<b>VPL esperado</b>	2.996,29	4.227,17	6.415,85
<b>Risco VPL</b>	624,53	881,38	1.230,73
<b>ICCR</b>	0,208434709	0,208503497	0,191826316

Fonte: Elaborado pelo autor (2018).

Como observado na tabela 29, o sistema de manejo multiproduto tora apresenta maiores VPL esperado e seria a opção do investido mais arrojado, ou seja, menos sensível ao risco, uma vez que o mesmo sistema apresenta maior risco. O projeto biomassa apresenta o menor VPL esperado, entretanto possui o menor risco e seria a opção para investidores mais conservadores, já o sistema tradicional teria um desempenho mediano, com uma ponderação entre risco e retorno e seria mais atrativo para investidores com propensão ao risco moderado.

### 5.3 PLANO DE MAXIMIZAÇÃO DA RECEITA LÍQUIDA.

Nesta seção, apresenta-se as principais informações relacionadas com o plano de maximização da receita líquida, para produção de Pinus no Município de Guarapuava, a partir da utilização de um ou mais sistemas de manejo florestal.

A notação utilizada nesta seção representa os seguintes elementos:

a) Função Objetivo – representada por Z, que corresponde à maximização da receita líquida da produção;

b) sistemas de manejo – representados por:

**Mb** – cultivo Pinus para Biomassa com sistema de manejo adensado sem desbastes para fins energéticos, fibras e celulose com corte raso aos 14 anos;

**Mtr** – Cultivo Pinus Multiprodutos Tradicional com sistema de manejo tradicional com dois desbastes um aos 8 anos e outro aos 12 anos, com corte raso aos 18 anos para biomassa, laminação e madeira sólida;

**Mt** – Cultivo Pínus Multiprodutos Tora com sistema de manejo com menor população de árvores por ha na sua implantação, com um desbaste aos 12 anos e corte raso aos 18 anos, para produção de madeira sólida e laminação.

c) Conjunto de Restrições representadas por:

1) área total cultivável

$$\sum_{pS} \sum C_{prs}^t \leq \sum_j T_{jr}^t$$

2) consumos regionais

$$\sum_{rS} \sum C_{prs}^t \leq \sum_k b_{pk}^t$$

3) capacidade de processamento

$$\sum_{pS} \sum C_{prs}^t \leq \sum_k C_{pk}^t$$

4) restrições de não negatividade

$$C_{prs}^t, T_{jr}^t \geq 0$$

d) Informações adicionais sobre as restrições

Em síntese, o modelo matemático de análise, utilizado neste estudo compreende: um horizonte de planejamento de 18 anos; uma região de produção; três sistemas de manejo de produção; atividades de produção, que consideraram na composição do custo variável para a implantação de 1 hectare de Pinus os fatores mão de obra para implantação da cultura, mudas, tratamentos culturais, fertilizantes (calcário, adubos NPK e micronutrientes), defensivos agrícolas (herbicidas e inseticidas), máquinas e implementos agrícolas utilizados no processo produtivo, volume de madeira comercializado nas regiões de consumo definidas para este estudo e a capacidade de processamento de madeira nas 4 regiões de consumo elencadas para este estudo

### 5.3.1 Análise da Maximização da Receita Líquida

A Tabela 30 contém informações sobre as atividades que geraram a maximização da receita líquida para a produção de Pinus no Município de

Guarapuava para o horizonte de planejamento proposto de 18 anos considerando suprir a capacidade ociosa instalada.

A linha 1 contém informações a respeito das regiões de comercialização dos produtos florestais plantados em Guarapuava.

A linha 2 trata dos sistemas de manejo utilizados no cultivo florestal. Os sistemas de manejo, adotados para este estudo, foram em cada região definidos por  $X_n$ , considerando  $X_1$  manejo para biomassa,  $X_2$  manejo multiprodutos tradicional e  $X_3$  manejo multiprodutos tora. Esses manejos se repetem a cada região, considerando que, nas regiões 3 e 4 não foi adotado o manejo para biomassa, pois ele apresentava uma receita líquida unitária negativa em função do custo de transporte.

A linha 3 trata da receita líquida por  $m^3$  de Pinus vendido. Para o cálculo da receita líquida unitária, subtraiu-se os custos variáveis e o custo do transporte da floresta até a indústria do preço de venda de cada produto.

Na linha 4, está descrita a produtividade de cada sistema de manejo expressa em  $m^3$  por ha.

Na linha 5, é apresentada a receita líquida por hectare, essa receita foi obtida pela multiplicação da receita líquida unitária pela produtividade de cada sistema de manejo.

Na linha 6, está evidenciada a Função Objetivo deste estudo.

Na linha 8 é apresentado a variável resultado em que, após rodar o sistema é indicado quantos hectares deverão ser plantados e comercializados de cada sistema de manejo para cada região de consumo para, atender a maximização da receita líquida.

Na linha 9, pode se observar o valor máximo da receita líquida, considerando os sistemas de manejos propostos, as regiões de comercialização e as restrições a que o modelo é submetido.

Das linhas 12 a 24, é apresentado as restrições a que o modelo se submete.



### 5.3.2 Análise das Restrições

As restrições a que o modelo foi imposto referem-se à capacidade de processamento de madeira pelas indústrias das 4 regiões de estudo, o qual de acordo com informações do SINDUSMADEIRA – Guarapuava, é 20% a mais que o volume de madeira processado atualmente. Nesse sentido, foi considerado inicialmente para análise deste estudo, como mercado futuro potencial, apenas a capacidade instalada ociosa nas indústrias madeireiras das quatro regiões propostas.

O mercado existente e executado em 2014, ou seja, com base em dados históricos de comercialização de madeira para as indústrias, foi considerado como fator restritivo para cada mercado dos produtos obtidos pelos sistemas de manejo e comercializado, nas regiões conforme o estudo de maximização de receita.

Tabela 30: Função Objetivo em R\$, os três sistemas de manejo nas quatro regiões de consumo/processamento.

	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
<b>1</b> REGIÕES		REGIÃO 1			REGIÃO 2		REGIÃO 3		REGIÃO 4				
<b>2</b> Sist. de Manejos	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	X9	X10			
<b>3</b> Receita líq. R\$/m <sup>3</sup>	35	42,08	70,13	1,99	32,08	60,13	22,08	50,13	12,08	40,13			
<b>4</b> Produtividade por manejo (m <sup>3</sup> /ha)	528	384	329	528	384	329	384	329	384	329			
<b>5</b> Rec. Líquida / ha	18480	16159	23073	1051	12319	19782,8	8478,7	16492,8	4638,72	13202,77			
<b>6</b> FOB	6330,72 X1	16158,72 X2	23072,77 X3	1050,72 X4	12319 X4	19782,77 X5	8478,72 X7	16492,77 X8	4638,72 X9	13202,77 X10	Total de área cultivada		
<b>7</b> Variáveis área (ha)	2.023	3.981	11.760	3	4.118	5.855	1.449	1.375	397	259	31.220		
<b>8</b> Z - Max. Rec. Líq.	579.832.752,29												
<b>9</b> RESTRIÇÕES	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	X9	X10			
<b>10</b> Capacidade Proc. Ind.	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	579832752,3	<=	31220
<b>11</b> Área disp. p/ plantio	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	579832752,3	<=	34500
<b>12</b> Mercado X1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	579832752,3	<=	2023
<b>13</b> Mercado X2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	<=	3981
<b>14</b> Mercado X3	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	<=	11760
<b>15</b> Mercado X4	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	<=	129,2
<b>16</b> Mercado X5	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	<=	4118
<b>17</b> Mercado X6	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	<=	5855
<b>18</b> Mercado X7	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	<=	1449

Continua na próxima página

## Continuação da Tabela 30

<b>19</b>	Mercado X8	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	<=	1375
<b>20</b>	Mercado X9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	<=	397
<b>21</b>	Mercado X10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	<=	259
<b>22</b>	X1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	579832752,3	>=	0,00
<b>23</b>	X2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	>=	0,00
<b>24</b>	X3	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	>=	0,00
<b>25</b>	X4	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	>=	0,00
<b>26</b>	X5	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	>=	0,00
<b>27</b>	X6	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	>=	0,00
<b>28</b>	X7	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	>=	0,00
<b>29</b>	X8	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	>=	0,00
<b>30</b>	X9	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	>=	0,00
<b>31</b>	X10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	>=	0,00

Fonte: Elaborado pelo autor com base em dados do DERAL, IPARDES, IFP, 2014 e 2015, com o auxílio da ferramenta Solver da Microsoft Excel

Por meio da aplicação da ferramenta *SOLVER, Microsoft/EXEL*, observa-se na Tabela 30, que a receita líquida total atingiu o montante de R\$ 579.832.752,29 proveniente da comercialização de madeira de Pinus, para as três finalidades propostas neste trabalho em área de produção, conforme observado na linha 8. Observa-se também que a soma das áreas que poderão ser implantadas para atender às condições impostas pelo modelo, perfaz um total de 31.220 hectares, ficando aquém dos 34.500 hectares disponíveis para cultivo em Guarapuava.

Ainda, com relação as áreas de plantio, nas atuais condições de economia e mercado, seriam necessários 2.023 hectares, para suprir a demanda para biomassa na região 1 de consumo, 3.981 hectares, para demanda de serraria na região 1 e 11.780 hectares, para suprir a demanda por madeira para laminação na região 1, com esse incremento na produção de madeira de Pinus, atenderia a demanda nessa região de consumo.

Para suprir a demanda por madeira na R2, necessita-se a implementação em 3 hectares para biomassa, 4.118 hectares para serraria e 5.855 hectares para laminação. Para suprir a demanda por madeira de Pinus na R3, seria necessária a implantação de 1.449 hectares de Pinus para serraria e 1.375 hectares de Pinus para laminação. A produção de madeira para biomassa para comercialização nessa região é inviável financeiramente e não apresenta demanda.

Para suprir a demanda por madeira de Pinus na R4, seria necessária a implantação de 397 hectares de Pinus para serraria e 259 hectares de Pinus para laminação. A produção de madeira para biomassa para comercialização nessa região além de inviável financeiramente, não apresenta demanda.

Na Tabela 31, reavaliou-se a capacidade de processamento, considerando em partes a análise de mercado descrita pelo Departamento de Economia Rural do Paraná – DERAL (2013) de que haveria um acréscimo de 7% aa, na demanda por madeira de Pinus no estado do Paraná. Porém levando-se em consideração o atual cenário econômico de crescimento do PIB, em níveis mínimos ou negativos, além de considerar exposto pelos analistas do IBÁ de que o mercado para exportações com o aumento do câmbio, aumentaria a demanda por madeiras, sugeriu-se uma nova análise, considerando, um aumento em 20% na demanda por madeira para processamento na região estudada.

Tabela 31: Função Objetivo em R\$, os três sistemas de manejo nas quatro regiões de consumo/processamento.

Simulação com um aumento na capacidade de processamento em 20%														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
<b>1</b>	REGIÕES	R1			R2			R3		R4				
<b>2</b>	Sist. de Manejos	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	X9	X10			
<b>3</b>	Receita líq. R\$/m³	24,4	42,08	70,13	1,99	32,08	60,13	22,08	50,13	12,08	40,13			
<b>4</b>	Produtividade por manejo (m³/ha)	528	384	329	528	384	329	384	329	384	329			
<b>5</b>	Rec. Líquida / ha	18480	16158,7	23072,8	1050,7	12319	19782,8	8478,7	16492,8	4638,7	13202,8			
<b>6</b>	FOB	6330,72 X1	16158,72 X2	23072,77 X3	1050,72 X4	12319 X4	19782,77 X5	8478,72 X7	16492,77 X8	4638,72 X9	13202,77 X10	Total de área cultivada		
<b>7</b>	Variáveis área (ha)	2.427,6	4.777,2	14.112	154,98	4.942	7.026	1.738,8	1.650	476,4	159,42	34.500		
<b>8</b>	Z - Max. Rec. Líq.	693.959.725,4												
<b>9</b>	RESTRICÇÕES	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	X9	X10			
<b>10</b>	Capacidade Proc. Ind.	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	37464	<=	37464
<b>11</b>	Área disp. p/ plantio	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	34.500	<=	34500
<b>12</b>	Mercado X1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2427,6	<=	2427,6
<b>13</b>	Mercado X2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	4777,2	<=	4777,2
<b>14</b>	Mercado X3	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	14112	<=	14112
<b>15</b>	Mercado X4	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	154,98	<=	154,98
<b>16</b>	Mercado X5	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	4941,6	<=	4941,6
<b>17</b>	Mercado X6	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	7026	<=	7026

Continua na próxima página

Continuação da Tabela 31

<b>18</b>	Mercado X7	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1738,8	<=	1738,8
<b>19</b>	Mercado X8	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1650	<=	1650
<b>20</b>	Mercado X9	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	476,4	<=	476,4
<b>21</b>	Mercado X10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	159,42	<=	310,8
<b>22</b>	X1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2427,6	>=	0
<b>23</b>	X2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	4777,2	>=	0
<b>24</b>	X3	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	14112	>=	0
<b>25</b>	X4	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	154,98	>=	0
<b>26</b>	X5	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	4941,6	>=	0
<b>27</b>	X6	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	7026	>=	0
<b>28</b>	X7	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1738,8	>=	0
<b>29</b>	X8	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1650	>=	0
<b>30</b>	X9	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	476,4	>=	0
<b>31</b>	X10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	159,42	>=	0

Fonte: Elaborado pelo autor com base em dados do DERAL, IPARDES, IFP, 2014 e 2015, com o auxílio da ferramenta Solver da Microsoft Excel

Em análise, a Tabela 30, quando considerado um aumento na capacidade de processamento nas indústrias, localizadas nas regiões de consumo consideradas para este estudo, observou-se que a demanda por área plantada no Município de Guarapuava, para compor a oferta e madeira para essas indústrias seriam de:

Na R1, 2.427 ha para produção de biomassa; 4.777 ha para produção de toras para serraria e 14.112 ha para produção de toras para laminação;

Na R2, 154 ha para produção de biomassa; 4.942 ha para produção de toras para serraria e 7.026 ha para produção de toras para laminação;

Na R3, 1.738 ha para produção de toras para serraria e 1.650 ha para produção de toras para laminação;

Na R4, 476 ha para produção de toras para serraria e 159 ha para produção de toras para laminação;

A implantação de uma nova planta industrial no Município de Guarapuava, que a partir de 2016, quando entrará em operação, demandará por madeira com a finalidade de biomassa de uma área anual equivalente a 720 hectares, alterando assim o consumo dessa matéria prima o que pode ocasionar além do aumento na demanda um aumento nos preços pagos por esse insumo.

Na Tabela 32, foi simulado o mix de necessidade de novos plantios, considerando essa situação de demanda.

Tabela 32: Simulação com alteração na demanda por madeira para biomassa na região 1 com a implantação de uma nova unidade de produção industrial.

<b>Simulação com alteração na demanda por madeira para biomassa na região 1 com a implantação de uma nova unidade de produção industrial</b>												
1	REGIÕES	R1			R2			R3		R4		
2	Sist. de Manejos	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	X9	X10	
3	Receita líq. R\$/m³	35	42,08	70,13	1,99	32,08	60,13	22,08	50,13	12,08	40,13	
4	Produtividade por manejo (m³/ha)	528	384	329	528	384	329	384	329	384	329	
5	Rec. Líquida / ha	18480	16159	23072,8	1050,7	12318,72	19782,77	8478,7	16492,8	4638,7	13202,8	
6	FOB	6330,72 X1	16158,72 X2	23072,77 X3	1050,72 X4	12319 X4	19782,77 X5	8478,72 X7	16492,77 X8	4638,72 X9	13202,77 X10	Total de área cultivada
7	Variáveis área (ha)	12.960	3.981	11.760	3	4.118	5.855	1.449	1.375	397	259	34.500
8	Z - Max. Rec. Líq.	781948512,3										
9	RESTRICÇÕES	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	X9	X10	
10	Capacidade Proc. Ind.	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	42157 <= 42157
11	Área disp. p/ plantio	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	34.500 <= 34500
12	Mercado X1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12960 <= 12960
13	Mercado X2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	3981 <= 3981
14	Mercado X3	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	11760 <= 11760
15	Mercado X4	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	3 <= 129,15
16	Mercado X5	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	4118 <= 4118
17	Mercado X6	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	5855 <= 5855

Continua na próxima página



Continuação da Tabela 32

<b>18</b>	Mercado X7	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1449	<=	1449
<b>19</b>	Mercado X8	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1375	<=	1375
<b>20</b>	Mercado X9	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	397	<=	397
<b>21</b>	Mercado X10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	259	<=	259
<b>22</b>	X1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12960	>=	0
<b>23</b>	X2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	3981	>=	0
<b>24</b>	X3	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	11760	>=	0
<b>25</b>	X4	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	3	>=	0
<b>26</b>	X5	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	4118	>=	0
<b>27</b>	X6	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	5855	>=	0
<b>28</b>	X7	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1449	>=	0
<b>29</b>	X8	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1375	>=	0
<b>30</b>	X9	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	397	>=	0
<b>31</b>	X10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	259	>=	0

Fonte: Elaborado pelo autor com base em dados do DERAL, IPARDES, IFP, 2014 e 2015, com o auxílio da ferramenta Solver da Microsoft Excel

Na Tabela 32, é possível observar o impacto da implantação de uma nova unidade industrial no Município de Guarapuava, que processará madeiras para fabricação de chapas de madeira reconstituídas. Dessa forma, a demanda por biomassa passaria de 2.023 ha para 12.960 ha, alterando a configuração da necessidade de plantio de Pinus para o município de Guarapuava.

Os fatores que impactaram no perfil de produção de Pinus foram em função de que uma maior demanda por biomassa no município acarretaria aumento do preço pago ao produtor. A produtividade de biomassa é maior que as outras finalidades de produção e da localização da planta industrial por ser no próprio município de produção teriam menor deságio no preço em função do frete.

#### 5.4 ANÁLISE GERAL

Conforme observado nos vários cálculos realizados para verificação da viabilidade econômica financeira, VPL, TIR, análise de sensibilidade e de cenários, comprovou-se que, nas condições do momento da pesquisa efetuada para esta tese, em todos os sistemas de manejo propostos é financeira e economicamente viável a implantação de novos plantios de Pinus no município de Guarapuava.

Com a análise utilizando-se a programação linear, provou-se quais seriam as combinações de plantios necessários, para suprir a demanda por madeira de Pinus para Guarapuava e para as indústrias localizadas nas regiões propostas de acordo com a finalidade de consumo.

Considerando a análise de sensibilidade, verificou-se que as variações na produtividade é o que traz maior variação no VPL, indicando que a rentabilidade da atividade é mais sensível a esse fator de resultado.

Como contribuição desta tese, por meio das análises financeiras realizadas, é possível sugerir que investimentos para melhorar a produtividade dos plantios trarão resultados mais satisfatórios aos investidores.

Outra análise pertinente a se considerar é com relação a característica das indústrias madeireiras que mais agregam valor à produção. De acordo com os cálculos financeiros e de otimização de resultado foi possível identificar que

indústrias de processamento de madeira sólida, serrarias e laminação, são os segmentos que na atual conjuntura agregam maior rentabilidade aos produtores.

Dessa forma, as informações geradas podem servir de base para tomada de decisão de produtores, investidores e gestores públicos direcionarem seus esforços para ampliar ainda mais a importância do setor madeireiro no cenário econômico do município.

## 6 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Com o desenvolvimento deste estudo, acredita-se que foi possível gerar subsídios para a tomada de decisão por parte de investidores e produtores rurais interessados em direcionar seus investimentos à área florestal e identificar para quais as finalidades de processamento de madeira é mais pertinente a implantação de novas áreas de florestas de Pinus em Guarapuava.

Com o estudo de viabilidade econômico financeiro, comprovou-se que é rentável o investimento em novos plantios de Pinus para os produtores do Município de Guarapuava, tendo em vista que a capacidade de processamento da região está subutilizada e a região estudada tem vocação para o investimento na cadeia produtiva da madeira. Ainda, o mercado de madeira demonstra potencial de crescimento nos próximos anos.

Com a formulação do modelo matemático de Programação Linear, obteve-se uma ferramenta que possibilita realizar diversas simulações de aumento de produção, aumento na capacidade de processamento de madeira na região, quais as implicações dessas decisões, em termos de maximização de receita líquida e implantação de novos plantios. Essa ferramenta caracteriza-se como um auxílio necessário na tomada de decisão de investimento.

Após a análise dos cenários estudados, identificou-se que o investimento com maior risco é o Cultivo Pinus Multiprodutos Tradicional, considerando o fator terra, que apresenta um Valor Presente Líquido negativo em 29.227,10. O melhor cenário de investimento é o Cultivo Pinus para Biomassa, desconsiderando a remuneração do fator terra, apresentando uma Taxa Interna de Retorno de Investimento de 12,93 % ao ano, 110% maior que a aplicação no investimento mais conservador do mercado, a poupança, que apresentou uma taxa 6,16% ao ano acumulado, em dezembro de 2018

Para os gestores públicos, este estudo pode ser utilizado como base de informação para formular novas políticas de desenvolvimento industrial na região. É possível identificar para quais modelos de indústrias devem ser direcionados os investimentos públicos, seja disponibilizando terrenos para instalação ou ampliação

de novas unidades de processamento de madeira, seja concedendo redução de impostos.

Com base em informações científicas mais acuradas, torna-se mais fácil justificar certos dispêndios de recursos públicos que trarão benefícios à população dos municípios e aos produtores rurais da região.

Academicamente, este estudo trouxe um modelo diferenciado de análise de viabilidade econômico financeiro para investimentos em ativos florestais, uma vez que abordou não somente as ferramentas tradicionais de orçamento de capital, mas também se utilizou em complemento a essas ferramentas conceitos de pesquisa operacional com a técnica de programação linear o que torna as análises mais robustas.

Pode servir também de base para novas pesquisas tendo como foco os demais elos da cadeia produtiva da madeira para a região de Guarapuava, ou de outras regiões com o objetivo de desenvolver o setor produtivo de florestas plantadas.

Conclui-se que, com a utilização do ferramental de análise econômica financeira abordado nesta tese é possível tomar decisões de investimento em novas áreas de plantio com maior segurança e probabilidade de atingir o retorno esperado.

## 7 REFERÊNCIAS

ABIMCI. **ESTUDO SETORIAL 2009 - ANO BASE 2008**, 2009. Disponível em: <<http://www.abimci.com.br/wp-content/uploads/2014/02/2009.pdf>>. Acesso em: 15 Junho 2018.

ABRAF. **Anuário Estatístico ABRAF: ano base 2012, 2013**. Disponível em: <<http://www.ipef.br/estatisticas/relatorios/anuario-abraf13-br.pdf>>. Acesso em: 30 Nov 2018.

AGEFLOR. **Sequestro de Carbono: Um Benefício das Florestas Plantadas para o Planeta**, 2018. Disponível em: <<http://www.ageflor.com.br/noticias/mercado/sequestro-de-carbono-um-beneficio-das-florestas-plantadas-para-o-planeta>>. Acesso em: 24 Nov 2018.

AKOFF, R. L.; SASIENI, M. W. **Fundamentals of operations research**. New Yor: Jhon Wiley & Sons, 1968.

APRE FLORESTAS. **Estudo Setorial APRE 2017-2018**, 2018. Disponível em: <[http://www.apreflorestas.com.br/wp-content/uploads/2018/02/Estudo-Setorial-2018\\_APRE.pdf](http://www.apreflorestas.com.br/wp-content/uploads/2018/02/Estudo-Setorial-2018_APRE.pdf)>. Acesso em: 28 Nov 2018.

APREFLORESTAS. **Exportações de madeira crescem apesar da redução no faturamento**, 2018. Disponível em: <<http://www.apreflorestas.com.br/noticias/exportacoes-de-madeira-crescem-apesar-da-reducao-no-faturamento/>>. Acesso em: 28 Nov 2018.

ASSAF NETO, A. **Finanças Corporativas e Valor**. São Paulo: Atlas, 2003.

BARBOSA, M. A.; ZANARDINI, R. A. **Iniciação à pesquisa operacional no ambiente de gestão**. Curitiba: Ibpex, 2010.

BIAZUS, ; HORA, B. D.; LEITE, G. P. REMADE. **Painéis de Madeira MDP e MDF – Mercado e Competitividade**, 2013. Disponível em: <[http://www.remade.com.br/br/revistadamadeira\\_materia.php?num=1683&subject=Pain%E9is&title=Pain%E9is%20de%20Madeira%20MDP%20e%20MDF%20%96%20Mercado%20e%20Competitividade](http://www.remade.com.br/br/revistadamadeira_materia.php?num=1683&subject=Pain%E9is&title=Pain%E9is%20de%20Madeira%20MDP%20e%20MDF%20%96%20Mercado%20e%20Competitividade)>. Acesso em: 28 Nov 2018.

BREALEY, R.; MYERS, S. **Financiamento e Gestão de Risco**. Porto Alegre: Bookman, 2005.

BRIGHAM, E. F.; GAPENSKI, L. C.; ERHHARDT, M. C. **Administração Financeira: teoria e prática**. São Paulo: Atlas, 2001.

BRIGHAM, E. F.; HUSTON, J. F. **Fundamentos da Moderna Administração Financeira**. 10ª. ed. São Paulo: Pearson, 2000.

CARVALHAES, E. D. Observatório do Clima. **Florestas brasileiras na COP-21**, 2015. Disponível em: <<http://www.observatoriodoclima.eco.br/florestas-brasileiras-na-cop-21/>>. Acesso em: 23 Nov 2018.

CLAYOMBE, W. W.; SULLIVAN, W. G. **Foundation of mathematical programming**. [S.I.]: Reston publishing, 1975.

CORRAR, L. J.; THEOPHILO, C. R. **Pesquisa Operacional para decisão em contabilidade e administração: contabilometria**. 2ª. ed. São Paulo: Atlas, 2008.

CROWDFUNDING Florestal. **Afinal, o que são os ativos florestais?**, 2018. Disponível em: <<https://blog.radixflorestal.com.br/afinal-o-que-sao-os-ativos-florestais/>>. Acesso em: 10 Dezembro 2018.

DAMODARAN, A. **Finanças corporativas aplicadas**: manual do usuário. Tradução de Jorge Ritter. Porto Alegre: Bookman, 2002.

DANTZIG, G. B. **Linear Programing and Extensions**. Princeton University Press. [S.I.]: Princeton University Press, 1963.

DENDROTECH. **Engenharia e Projetos Florestais**. Guarapuava. 2015.

DEPEC. **Papel e Celulose**, 2018. Disponível em: <[https://www.economiaemdia.com.br/EconomiaEmDia/pdf/infset\\_papel\\_e\\_celulos\\_e.pdf](https://www.economiaemdia.com.br/EconomiaEmDia/pdf/infset_papel_e_celulos_e.pdf)>. Acesso em: 28 Nov 2018.

DERAL. **Departamento de Economia Rural, Secretaria de Agricultura e Abastecimento do Paraná**, 2013. Disponível em: <[www.agricultura.pr.gov.br](http://www.agricultura.pr.gov.br)>. Acesso em: 21 Jun 2014.

DRESCH, A. R.; AL. ET. Projeções de Consumo de Madeira com Fins Energéticos para Secagem de Grãos na Região de Guarapuava, Pr. **FLORESTA**, Curitiba, v. 44, n. 1, p. 81 - 92, jan. / mar. 2014.

EISFELD , D. L.; NASCIMENTO , A. F. D. Instituto de Florestas do Paraná. **Mapeamento dos Plantios Florestais do Estado do Paraná – Pinus e Eucalyptus**, 2015. Disponível em: <[http://www.florestasparana.pr.gov.br/arquivos/File/Mapeamento/Publicacao\\_Map eamento\\_Site\\_02.pdf](http://www.florestasparana.pr.gov.br/arquivos/File/Mapeamento/Publicacao_Map eamento_Site_02.pdf)>. Acesso em: 28 Nov 2018.

EMBRAPA. **Cultivo de Pínus**, 2011. Disponível em: <[https://www.spo.cnptia.embrapa.br/conteudo?p\\_p\\_id=conteudoportlet\\_WAR\\_sistemadesproducaolf6\\_1ga1ceportlet&p\\_p\\_lifecycle=0&p\\_p\\_state=normal&p\\_p\\_mode=view&p\\_p\\_col\\_id=column-3&p\\_p\\_col\\_count=1&p\\_r\\_p\\_-76293187\\_sistemaProducaold=3715&p\\_r\\_p\\_-996514994\\_topicold=3](https://www.spo.cnptia.embrapa.br/conteudo?p_p_id=conteudoportlet_WAR_sistemadesproducaolf6_1ga1ceportlet&p_p_lifecycle=0&p_p_state=normal&p_p_mode=view&p_p_col_id=column-3&p_p_col_count=1&p_r_p_-76293187_sistemaProducaold=3715&p_r_p_-996514994_topicold=3)>. Acesso em: 03 Dez 2018.

FACHIN, O. **Fundamentos de metodologia**. 5ª. ed. São Paulo: Saraiva, 2006.

FAEP. **Balanças comerciais do Brasil e Paraná contabilizam superávit em 2017**, 2018. Disponível em: <<http://sistemafaep.org.br/balancas-comerciais-do-brasil-e-parana-contabilizam-superavit-em-2017/>>. Acesso em: 28 Nov 2018.

FIEP. **Panorama setorial: indústria de celulose, papel, embalagens e artefatos de papel: Paraná 2016**. Federação das Indústrias do Estado do Paraná e Sindicato das Indústrias de Papel, Celulose e. Curitiba. 2016.

FINNERTY, J. **Project Finance**: Engenharia financeira baseada em ativos. [S.I.]: Qualitimark, 1998.

GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 4ª. ed. São Paulo: Atlas, 1994.

GITMAN, L. J. **Princípios de Administração Financeira**. 7ª. ed. São Paulo: SP Horbra, 2001.

GITMAN, L.; MADURA, J. **Administração Financeira**: uma abordagem gerencial. São Paulo: SP. Ed Pearson, 2003.

HOEFLICH, V. A. **Aproveitamento Agrícola dos Cerrados:** Possibilidade Atuais e Potenciais. Universidade Federal de Viçosa: Tese (Doutorado em Economia Rural), 1982.

IBÁ. **Florestas Plantadas:** bases para a política nacional, 2014. Disponível em: <<https://www.iba.org/images/shared/destaque/nota-tecnica-SAE-final.pdf>>. Acesso em: 23 Nov 2018.

IBÁ. **Relatório 2014,** 2014. Disponível em: <[http://www.ipef.br/estatisticas/relatorios/anuario-iba\\_2014.pdf](http://www.ipef.br/estatisticas/relatorios/anuario-iba_2014.pdf)>. Acesso em: 23 Nov 2018.

IBÁ. **Relatório 2017,** 2017. Disponível em: <[https://iba.org/images/shared/Biblioteca/IBA\\_RelatorioAnual2017.pdf](https://iba.org/images/shared/Biblioteca/IBA_RelatorioAnual2017.pdf)>. Acesso em: 26 Nov 2018.

IBÁ. **Cenários Ibá:** Saldo da balança comercial do setor cresce 12,1%, 2017. Disponível em: <<https://iba.org/816-saldo-da-balanca-comercial-do-setor-cresce-12-1>>. Acesso em: 23 Nov 2018.

IBÁ. **Sumário Executivo 2018,** 2018. Disponível em: <<https://www.iba.org/datafiles/publicacoes/relatorios/digital-sumarioexecutivo-2018.pdf>>. Acesso em: 28 Nov 2018.

IBGE. **História,** 2015. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pr/guarapuava/historico>>. Acesso em: 03 Dez 2018.

IBGE. **Floresta Plantada 2014-2016,** 2017. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/estatisticas-novoportal/economicas/agricultura-e-pecuaria/9105-producao-da-extracao-vegetal-e-da-silvicultura.html?=&t=conceitos-e-metodos>>. Acesso em: 15 Junho 2018.

IPARDES. **Caderno Estatístico:** município de Guarapuava, 2015. Disponível em: <[http://www.ipardes.gov.br/index.php?pg\\_conteudo=1&cod\\_conteudo=29](http://www.ipardes.gov.br/index.php?pg_conteudo=1&cod_conteudo=29)>. Acesso em: 30 Jul 2014.

IPARDES. **Caderno Estatístico Município de Guarapuava,** 2018. Disponível em: <<http://www.ipardes.gov.br/cadernos/MontaCadPdf1.php?Municipio=85000&btOk=ok>>. Acesso em: 03 Dez 2018.

KANAANE, R.; FILHO, A. F.; FERREIRA, M. D. G. **Gestão Pública:** planejamento, processos, sistemas de informação e pessoas. São Paulo: Atlas, 2010.

KLABIN. **Celulose,** 2018. Disponível em: <<https://www.klabin.com.br/pt/negocios-produtos/celulose/>>. Acesso em: 28 Nov 2018.

KOTLER, F. **Fundamentos de Marketing.** São Paulo: Atlas, 2003.

LACHESKI, E. **Guarapuava no Paraná: discurso, memória e identidade (1950-2000).** Dissertação (Mestrado em História) - Universidade Federal do Paraná. Curitiba, p. 162. 2009.

LOESCH, C.; HEIN, N. **Pesquisa Operacional:** fundamentos e modelos. São Paulo: Saraiva, 2009.

MAPA. **Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento,** 2007. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/>>. Acesso em: 15 Set 2014.



MARTINS, P. G.; LAUGENI, F. P. **Administração da Produção**. 2ª. ed. São Paulo: Saraiva, 2005.

MATIAS, A. B. **Finanças Corporativas de Longo Prazo: Criação de valor com sustentabilidade financeira**. São Paulo: Atlas, 2007.

MATIAS, J. P. **Curso de Administração Pública: foco nas instituições e ações governamentais**. 3ª. ed. São Paulo: Atlas, 2010.

MEDRI, W.; YOTSUMOTO, A. S. Pesquisa Operacional na Tomada de Decisão, 2009. Disponível em: <<https://www.passeidireto.com/arquivo/37711245/pesquisa-operacional-na-tomada-de-decisao-1>>. Acesso em: 02 Dez 2018.

MENDES, L. et al. ABAF. **Anuário Brasileiro da Silvicultura 2016**, 2016. Disponível em: <<http://www.abaf.org.br/wp-content/uploads/2016/04/anuario-de-silvicultura-2016.pdf>>. Acesso em: 30 Nov 2018.

MORA, A. L.; BALLONI, E. A. **Produtividade Florestal**. IPEF – INSTITUTO DE PESQUISA FLORESTAL. Circular Técnica 164. [S.l.]. 1988.

MOREIRA,. **Administração da Produção e Operações**. São Paulo: Saraiva, 2012. Disponível em: <[https://books.google.com.br/books?hl=pt-BR&lr=&id=h4RnDwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PT7&dq=defini%C3%A7%C3%A3o+de+capacidade+de+produ%C3%A7%C3%A3o&ots=TBmh1PyVB7&sig=2ELGVDU-SPRqYCnomJ1Pk\\_kRY0#v=onepage&q=capacidade%20de%20produ%C3%A7%C3%A3o&f=false](https://books.google.com.br/books?hl=pt-BR&lr=&id=h4RnDwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PT7&dq=defini%C3%A7%C3%A3o+de+capacidade+de+produ%C3%A7%C3%A3o&ots=TBmh1PyVB7&sig=2ELGVDU-SPRqYCnomJ1Pk_kRY0#v=onepage&q=capacidade%20de%20produ%C3%A7%C3%A3o&f=false)>. Acesso em: 10 Dezembro 2018.

NORTH, D. C. Teoria da Localização e Crescimento Econômico Regional. In: SCHWARTZMAN, J. **Economia Regional: textos escolhidos**. Belo Horizonte: Cedeplar, 1977.

OECO. **O que é uma Floresta**, 2015. Disponível em: <<https://www.oeco.org.br/dicionario-ambiental/29004-o-que-e-uma-floresta/>>. Acesso em: 23 Nov 2018.

OLIVEIRA, B. D.; OLIVEIRA, M. M. D. **O software SISPINUS**. EMBRAPA. Colombo. 2011.

OLIVEIRA, M. M. D.; OLIVEIRA, B. D. Embrapa Florestas. **Plantações florestais: geração de benefícios com baixo impacto ambiental**, 2017. Disponível em: <<http://www.apreflorestas.com.br/wp-content/uploads/2017/03/Livro-1333-Plantacoes-florestais-vs-22nov2017.pdf>>. Acesso em: 03 Dez 2018.

PADOVESE, C. L. **Contabilidade de Custos: teoria, prática, integração com sistemas de informação**. São Paulo: Cengage Learning, 2013.

PINDYCK, R. S.; RUBINFELD, D. L. **Microeconomia**. 6ª. ed. São Paulo: Pearson, 2002.

REMADE. Sistema para manejo e análise econômica de florestas de pinus. **Revista da Madeira**, n. 99, Setembro 2006. Disponível em: <[http://www.remade.com.br/br/revistadamadeira\\_materia.php?num=957&subject=Manejo&title=Sistema](http://www.remade.com.br/br/revistadamadeira_materia.php?num=957&subject=Manejo&title=Sistema)>. Acesso em: 03 Dez 2018.

RIBAS, A. A. J. F. **Cadeia Produtiva da Madeira no Município de Guarapuava**. Curitiba: Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento Econômico) Setor de Ciências Sociais, Universidade Federal do Paraná, 2009.

RUA, M. G. **Políticas Públicas**. Florianópolis: UFSC, 2012.

SALAZAR, J. N. A. Pensamento Estratégico e Cenários. In: CAVALCANTI, M. **Gestão Estratégica de Negócios**. São Paulo: Thompson, 2007.

SANQUETTA, C. R. et al. Produção de madeira para laminação em povoamentos de *Pinus taeda* submetidos a diferentes densidades e regimes de manejo: uma abordagem experimental. **Floresta (UFPR)**, Curitiba, v. 28, n. 1, p. 83-99, 2000. Disponível em: <<https://revistas.ufpr.br/floresta/article/view/2312>>. Acesso em: 22 Fevereiro 2019.

SANQUETTA, et al. Dinâmica em Superfície, Volume, Biomassa e Carbono nas Florestas Plantadas Brasileiras: 1990-2016. **BIOFIX Scientific Journal**, Curitiba, v. 3, n. 1, p. 152-160, 2018. Disponível em: <<https://revistas.ufpr.br/biofix/article/view/58384>>. Acesso em: 12 Fev 2019.

SANTOS, H. G. et al. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 2ª. ed. Rio de Janeiro: EMBRAPA-SPI, 2006. 306 p.

SCHWANS, A. **Práticas de Orçamento de Capital: Um Estudo Empírico nas Cooperativas Agropecuárias Paranaenses**. Curitiba: Dissertação (Mestrado em Contabilidade) Setor de Ciências Sociais Aplicadas, Universidade Federal do Paraná, 2008.

SEAB. **Secretaria de Agricultura e Abastecimento do Paraná**, 2011. Disponível em: <[www.seab.pr.gov.br](http://www.seab.pr.gov.br)>. Acesso em: 05 Maio 2014.

SEAB. **VBP 2017 - Relatório Municipal**, 2017. Disponível em: <<http://www.agricultura.pr.gov.br/arquivos/File/deral/RelMunicipal20172versao.pdf>>. Acesso em: 03 Dez 2018.

Secretaria do Meio Ambiente de Guarapuava. [S.l.]. 2011.

SILVA ET AL, E. M. **Pesquisa operacional: programação linear**. 3ª. ed. São Paulo: Atlas, 1998.

SILVA, E. L.; MENEZES, E. M. **Metodologia da pesquisa e elaboração de dissertação**. 3ª. ed. Florianópolis: Laboratório de Ensino a Distância da UFSC, 2001.

SISDUSMADEIRA. **Histórico**, 2013. Disponível em: <<http://sindusmadeira.com.br/>>. Acesso em: 03 Dez 2018.

SNIF. **Conhecendo Sobre Florestas**, 2016. Disponível em: <<http://snif.florestal.gov.br/pt-br/conhecendo-sobre-florestas>>. Acesso em: 05 Dez 2018.

SNIF. **Cadeia Produtiva**, 2018. Disponível em: <<http://www.florestal.gov.br/snif/producao-florestal/cadeia-produtiva>>. Acesso em: 15 Junho 2018.

SOUZA, A.; CLEMENTE, A. **Decisões Financeiras e Análise de Investimentos: Técnicas e Aplicações**. São Paulo: Atlas, 2006.

SUASSUNA,. A Cultura do Pinus: uma perspectiva e uma preocupação. **Brasil Florestal**, v. 28, n. 8, Janeiro/Março 1977. Disponível em: <[http://www.fundaj.gov.br/index.php?option=com\\_content&id=760&Itemid=376](http://www.fundaj.gov.br/index.php?option=com_content&id=760&Itemid=376)>. Acesso em: 03 Dez 2018.

VIDAL, C. F.; HORA, B. D. BNDES. **Panorama de Mercado:** painéis de madeira, 2014. Disponível em: <<https://web.bndes.gov.br/bib/jspui/bitstream/1408/3023/1/Panorama%20de%20mercado.pdf>>. Acesso em: 28 Nov 2018.

WAGNER, V. M. **Características Hidroclimáticas para a Cultura do Milho em Guarapuava - Pr.** Guarapuava: Dissertação de Mestrado (Programa de Pós Graduação em Agronomia da UNICENTRO), 2009.

WALTER, M. K.. REMADE. **Geração de créditos de carbono por sistemas florestais,** 2009. Disponível em: <[http://www.remade.com.br/br/revistadamadeira\\_materia.php?num=1384&subject=Cr%E9](http://www.remade.com.br/br/revistadamadeira_materia.php?num=1384&subject=Cr%E9)>. Acesso em: 23 Nov 2018.

WESTON, J. F.; BRIGHAM, E. **Fundamentos da Administração Financeira.** São Paulo: Makraw-books, 2000.

ZVI, B.; MERTON, C. **Finanças.** Porto Alegre: Bookman, 2003. Disponível em: <[https://books.google.com.br/books/about/Finanzas.html?id=jPTppKDvIv8C&redir\\_esc=y](https://books.google.com.br/books/about/Finanzas.html?id=jPTppKDvIv8C&redir_esc=y)>. Acesso em: 28 Nov 2018.

## APÊNDICES

Apêndice 1 - Custos de produção para 1 hectare de pinus com manejo dedicado para produção de biomassa.

<b>MANEJO BIOMASSA - ESPAÇAMENTO (2 X 2,5m)</b>																
<b>Custos – Mão de obra</b>																
Idade		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	Total
<b>ATIVIDADES</b>		R\$/ha														
Combate à formiga sistem.		R\$ 43														
Implantação (2X2,5)		R\$1.506														
Adubação manual - NPK		R\$ 282														
Combate à formiga localizado		R\$ 27														
Herbicida pré-emergente		R\$ 300														
Herbicida pós-emergente		R\$ 318	R\$954	R\$954												R\$ 2.226
Replanteio (3X2)		R\$ 60														
Roçada Manut. e Pré-corte		R\$ 290														
<b>TOTAL</b>		R\$2.826	R\$954	R\$954											R\$290	R\$ 4.724
<b>Custos – Insumos</b>																
Idade		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	Total
<b>Insumos</b>	Qtde/ha	R\$/ha														
Isca formicida (kg)	2,5	R\$ 45														
Implantação (2X2,5)	2200	R\$ 660														
Adubação manual - NPK (kg)	250	R\$ 200														
Herbicida Pré-emergente (kg/ha)	0,09	R\$ 108														
Herbicida pós (kg)	2	R\$ 120	R\$120	R\$120												R\$ 360
<b>TOTAL</b>		R\$1.133	R\$120	R\$120												R\$ 1.373
<b>Custos Totais – Mão de obra + Insumos / hectare e Total</b>																
Idade		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	Total
Investimento R\$/ha		3.959	1.074	1.074											290	6.397

Fonte: (DENDROTECH, 2015).

Apêndice 2 – Tabela de custos para produção de 1 hectare de Pinus no sistema de Manejo Multiproduto Tradicional.

**MANEJO MULTIPRODUTOS TRADICIONAL - ESPAÇAMENTO (3 X 2m)**

<b>Custos – Mão de obra</b>																
<b>Idade</b>	1	2	3	4	(...)	8	9	10	11	12	(...)	18	Total			
<b>ATIVIDADES</b>	R\$/ha															
<b>Combate à formiga sistem.</b>	R\$ 43															
<b>Implantação (3X2)</b>	R\$1.255															
<b>Adubação manual - NPK</b>	R\$ 235															
<b>Combate à formiga localizado</b>	R\$ 27															
<b>Herbicida pré-emergente</b>	R\$ 240															
<b>Herbicida pós-emergente</b>	R\$ 530	R\$530	R\$530	R\$530												
<b>Replântio (3X2)</b>	R\$ 50															
<b>Roçada manut. e pré-corte</b>	R\$ 290															
<b>Desbaste</b>																
<b>TOTAL</b>	R\$2.670	R\$530	R\$530	R\$530										R\$290	R\$290	R\$ 2.430
<b>Custos - Insumos</b>																
<b>Idade</b>	1	2	3	4	5	8	9	10	11	12	17	18	Total			
<b>Insumos</b>	Qtd/ha	R\$/ha														
<b>Isca formicida (kg)</b>	2,5	R\$ 45														
<b>Implantação (3X2)</b>	1.834	R\$550,11														
<b>Adubação manual - NPK (kg)</b>	250	R\$ 200														
<b>Herbicida pré-emergente (kg/ha)</b>	0,06	R\$ 72														
<b>Herbicida pós (kg)</b>	2	R\$ 120	R\$120	R\$120	R\$120											
<b>TOTAL</b>		R\$ 987	R\$120	R\$120	R\$120									R\$1.347,11		
<b>Custos Totais – Mão de obra + Insumos / hectare</b>																
<b>Idade</b>	1	2	3	4	5	8	9	10	11	12	17	18	Total			
<b>Investimento R\$/ha</b>	3.657,11	650	650	650										290	290	6.187,11

Fonte: (DENDROTECH, 2015).

Apêndice 3 - Custo de produção de 1 hectare de Pinus por meio do sistema de manejo multiprodutos toras.

<b>MANEJO MULTIPRODUTOS TORAS - ESPAÇAMENTO (3 X 3,5m)</b>													
<b>Custos – Mão de obra</b>													
<b>Idade</b>		1	2	3	4	5	(...)	13	(....)	17	18	<b>Total</b>	
<b>ATIVIDADES</b>		R\$/ha											<b>R\$</b>
<b>Combate à formiga sistemático</b>		R\$ 43											R\$ 43
<b>Implantação (3X3,5)</b>		R\$ 999											R\$ 999
<b>Adubação manual - NPK</b>		R\$ 235											R\$ 235
<b>Combate à formiga localizado</b>		R\$ 27											R\$ 27
<b>Herbicida pré-emergente</b>		R\$ 200											R\$ 200
<b>Herbicida pós-emergente</b>		R\$ 420	R\$420	R\$420	R\$210	R\$ 210							
<b>Replanteio (3X3,5)</b>		R\$ 50											R\$ 50
<b>Roçada manutenções e pré-corte</b>		R\$ 290						R\$ 290			R\$ 290	R\$ 290	R\$ 580
<b>Desbaste</b>													
<b>TOTAL</b>		R\$2.264	R\$ 420	R\$ 420	R\$ 210	R\$ 210		R\$ 290			R\$ 290	R\$ 290	R\$ 2.134
<b>Custos - Insumos</b>													
<b>Idade</b>		0	1	2	3		5	12	15	16	17	<b>Total</b>	
<b>Insumos</b>	Qtde/ha	R\$/ha											<b>R\$</b>
<b>Isca formicida (kg)</b>	2,5	R\$ 45											R\$ 45
<b>Implantação (3X3,5)</b>	1047	R\$314,16											R\$ 314,16
<b>Adubação manual - NPK (kg)</b>	250	R\$ 200											R\$ 200
<b>Herbicida pré-emergente (kg/ha)</b>	0,06	R\$ 43,20											R\$ 43,20
<b>Herbicida pós (kg)</b>	2	R\$ 120	R\$120	R\$120	R\$120	R\$ 120							R\$ 600
<b>TOTAL</b>		R\$722,36	R\$120	R\$120	R\$120	R\$ 120							R\$1.202,36
<b>Custos Totais – Mão de obra + Insumos / hectare</b>													
<b>Idade</b>		0	1	2	3	4	5	12	15	16	17	<b>Total</b>	
<b>Investimento R\$/ha</b>		2.986,36	540	540	330	330		290			90	5.306,36	

Fonte: (DENDROTECH, 2015).

Apêndice 4 - Tabela de produção (*Pinus taeda*) – manejo Biomassa.

Descrição: Fazenda AB1

Índice de Sítio: 19,0

Densidade (árvores por hectare): 2000

Percentagem de sobrevivência: 95 %

Idade	Alt. Dominante em metros	Num. árvores	Diâmetro médio em cm	Alt. Média em metros	Área Basal em m <sup>2</sup>	Volume Total em m <sup>3</sup>	*I.M.A. em m <sup>3</sup>	*I.C.A. em m <sup>3</sup>
5	7,9	1900	9,7	6,7	14,1	43,8	8,8	8,8
6	9,4	1900	11,7	8,1	20,3	75,7	12,6	31,9
7	10,9	1899	13,3	9,4	26,2	113,0	16,1	37,3
8	12,2	1897	14,6	10,5	31,8	153,6	19,2	40,6
9	13,4	1893	15,8	11,5	37,0	196,0	21,8	42,4
10	14,5	1887	16,8	12,5	41,7	239,1	23,9	43,1
11	15,6	1877	17,6	13,3	45,9	281,9	25,6	42,8
12	16,6	1865	18,4	14,1	49,7	323,6	27,0	41,7
13	17,5	1849	19,1	14,9	53,1	363,7	28,0	40,1
14	18,3	1829	19,7	15,6	56,0	401,7	28,7	38,0
15	19,2	1806	20,3	16,2	58,5	437,4	29,2	35,7
16	19,9	1781	20,8	16,9	60,7	470,4	29,4	33,1
17	20,6	1752	21,3	17,4	62,5	500,8	29,5	30,3
18	21,3	1722	21,7	18,0	63,9	528,3	29,4	27,6

\* Incremento Corrente Anual (ICA) e Incremento Médio Anual (IMA).

Fonte: SISPINUS/Embrapa Floresta (2015).

**NOTAS**

Equação de Sítio: Embrapa

Equação de Volume: Embrapa



Equação de sortimento: Embrapa

## PRODUÇÕES

Frequência para árvores removidas no corte final (18 anos).

Lim. classe	N/Ha.	Altura média em metros	Volume total em m <sup>3</sup>	Laminação em m <sup>3</sup>	Serraria 1 em m <sup>3</sup>	Serraria 2 em m <sup>3</sup>	Serraria 3 em m <sup>3</sup>	Celulose em m <sup>3</sup>
10,0-12,0	1	13,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
12,0-14,0	14	14,2	1,3	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0
14,0-16,0	67	15,2	8,4	0,0	0,0	0,0	3,3	4,3
16,0-18,0	173	16,1	29,0	0,0	0,0	0,0	18,3	7,8
18,0-20,0	301	16,9	66,1	0,0	0,0	0,0	52,7	7,0
20,0-22,0	388	17,6	108,2	0,0	0,0	37,5	46,7	19,2
22,0-24,0	376	18,3	130,5	0,0	0,0	75,0	41,3	8,5
24,0-26,0	262	19,1	111,4	0,0	0,0	62,2	35,2	7,8
26,0-28,0	115	19,8	58,9	0,0	0,0	42,5	13,2	2,2
28,0-30,0	23	20,7	13,9	0,0	4,2	7,4	1,3	0,6
30,0-32,0	1	21,8	0,6	0,0	0,3	0,2	0,1	0,0
Totais		18,0	528,3	0,0	4,5	224,8	212,2	58,5

Fonte: SISPINUS/Embrapa Floresta (2015).

Apêndice 5 - Tabela de Produção (*Pinus Taeda*) – Sistema De Manejo Multiproduto Tradicional.

Descrição: Fazenda AB1

Índice de Sítio: 19,0

Densidade (árvores por hectare): 1667

Porcentagem de sobrevivência: 95 %

Idade	Alt. Dominante em m	Num. árvores	Diâmetro médio em cm	Alt. Média em m	Área Basal em m <sup>2</sup>	Volume Total em m <sup>3</sup>	I.M.A. em m <sup>3</sup>	I.C.A. em m <sup>2</sup>
5	7,8	1584	10,0	6,8	12,4	38,8	7,8	7,8
6	9,4	1583	12,0	8,2	18,0	67,5	11,3	28,7
7	10,8	1583	13,7	9,4	23,4	101,3	14,5	33,8
8	12,2	1582	15,1	10,5	28,5	138,2	17,3	37,0

Fonte: SISPINUS/Embrapa Floresta (2015).

O povoamento foi desbastado pela remoção de 1 em cada 5 linhas, e então o povoamento foi desbastado pela remoção de 466 Árvores.

Idade	Alt. Dominante	Num. árvores	Diâmetro médio em cm	Alt. Média em m	Área Basal em m <sup>2</sup>	Volume Total em m <sup>3</sup>	I.M.A. em m <sup>3</sup>	I.C.A. em m <sup>3</sup>
9	13,7	800	17,9	12,3	20,2	114,4	18,7	30,3
10	14,8	800	19,3	13,2	23,3	142,0	19,6	27,6
11	15,8	799	20,4	14,1	26,2	170,2	20,4	28,2
12	16,8	799	21,5	14,9	28,9	198,7	21,1	28,5

Fonte: SISPINUS/Embrapa Floresta (2015).

O povoamento foi desbastado pela remoção de 399 Árvores.

Idade	Alt. Dominante em m	Num. árvores	Diametro médio em cm	Alt. Média em m	Área Basal em m <sup>2</sup>	Volume Total em m <sup>3</sup>	I.M.A. em m <sup>3</sup>	I.C.A. em m <sup>3</sup>
13	17,8	400	24,0	16,8	18,1	140,1	20,9	19,4
14	18,7	400	25,3	17,6	20,2	162,8	21,1	22,8
15	19,5	400	26,5	18,3	22,0	185,0	21,1	22,2
16	20,3	400	27,5	19,0	23,7	207,0	21,2	22,0
17	21,0	400	28,4	19,6	25,4	228,8	21,2	21,8
18	21,7	399	29,3	20,2	26,9	250,5	21,3	21,7

Fonte: SISPINUS/Embrapa Floresta (2015).

### NOTAS

Equação de Sítio: Embrapa

Equação de Volume: Embrapa

Equação de sortimento: Embrapa

### DESBASTES

Idade	N/Ha.	Área Basal em m <sup>2</sup>	Diâmetro médio em cm	Alt. Média em m	Volume Remanescente em m <sup>3</sup>	Volume Removido em m <sup>3</sup>
8	466	6,3	16,2	11,1	84,2	54,1
12	399	12,3	23,0	15,8	120,7	78,0

Fonte: SISPINUS/Embrapa Floresta (2015).

## PRODUÇÕES

Frequência para árvores removidas no desbaste (8 anos).

Lim. classe	N/Ha.	Altura média em metros	Volume total em m <sup>3</sup>	Laminação em m <sup>3</sup>	Serraria 1 em m <sup>3</sup>	Serraria 2 em m <sup>3</sup>	Serraria 3 em m <sup>3</sup>	Celulose em m <sup>3</sup>
6,0- 8,0	1	7,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
8,0-10,0	18	8,4	0,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
10,0-12,0	118	9,2	6,3	0,0	0,0	0,0	0,0	3,1
12,0-14,0	321	9,8	13,7	0,0	0,0	0,0	0,0	10,3
14,0-16,0	202	9,6	18,6	0,0	0,0	0,0	4,9	9,9
16,0-18,0	99	10,8	11,4	0,0	0,0	0,0	5,8	4,5
18,0-20,0	22	11,7	3,2	0,0	0,0	0,0	2,5	0,5
20,0-22,0	1	12,4	0,2	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0
Totais		10,5	54,1	0,0	0,0	0,0	13,4	28,2

Fonte: SISPINUS/Embrapa Floresta (2015).

Tabela de frequência para árvores removidas no desbaste (12 anos).

Lim. classe	N/Ha.	Altura média em metros	Volume total em m <sup>3</sup>	Laminação em m <sup>3</sup>	Serraria 1 em m <sup>3</sup>	Serraria 2 em m <sup>3</sup>	Serraria 3 em m <sup>3</sup>	Celulose em m <sup>3</sup>
14,0-16,0	2	12,9	0,3	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1
16,0-18,0	57	13,8	11,7	0,0	0,0	0,0	8,2	1,8
18,0-20,0	184	14,4	47,4	0,0	0,0	0,0	32,3	12,3
20,0-22,0	113	14,9	3,3	0,0	0,0	1,3	1,5	0,3
22,0-24,0	35	13,6	12,5	0,0	0,0	5,3	5,9	1,0
24,0-26,0	6	14,1	2,6	0,0	0,0	1,8	0,5	0,2
Totais		14,5	78,0	0,0	0,0	8,5	48,5	15,8

Fonte: SISPINUS/Embrapa Floresta (2015)

Tabela de frequência para árvores removidas no corte final (18 anos).

Lim. classe	N/Ha.	Altura média em metros	Volume total em m <sup>3</sup>	Laminação em m <sup>3</sup>	Serraria 1 em m <sup>3</sup>	Serraria 2 em m <sup>3</sup>	Serraria 3 em m <sup>3</sup>	Celulose em m <sup>3</sup>
22,0-24,0	2	18,6	0,9	0,0	0,0	0,5	0,3	0,1
24,0-26,0	39	19,4	17,0	0,0	0,0	9,4	5,4	1,9
26,0-28,0	98	19,9	50,7	0,0	0,0	36,5	11,4	1,9
28,0-30,0	115	20,3	70,4	0,0	21,7	28,3	16,0	2,9
30,0-32,0	87	20,7	61,9	0,0	32,5	19,3	5,8	2,7
32,0-34,0	44	21,1	35,9	0,0	18,6	11,2	3,4	1,6
34,0-36,0	13	21,5	12,1	0,0	8,3	2,8	0,7	0,0
36,0-38,0	1	22,0	1,6	0,0	1,0	0,4	0,1	0,0
Totais		20,2	250,5	0,0	82,1	108,4	43,1	11,1

Fonte: SISPINUS/Embrapa Floresta (2015).

## Apêndice 6 - Produção (Pinus taeda) - sistema de manejo multiprodutos toras.

Descrição: Fazenda AB1

Índice de Sítio): 19,0

Densidade (árvores por hectare): 952

Porcentagem de sobrevivência: 95 %

Idade	Alt. Dominante em m	Num. árvores	Diâmetro médio em cm	Alt. Média em m	Área Basal em m <sup>2</sup>	Volume Total em m <sup>3</sup>	I.M.A. em m <sup>3</sup>	I.C.A. em m <sup>3</sup>
5	7,7	904	10,6	6,8	8,0	25,0	5,0	5,0
6	9,3	904	12,9	8,2	11,8	44,7	7,4	19,7
7	10,7	904	14,9	9,5	15,7	68,3	9,8	23,6
8	12,0	904	16,5	10,6	19,4	94,7	11,8	26,4
9	13,2	904	18,0	11,6	22,9	122,8	13,6	28,1
10	14,3	904	19,2	12,6	26,2	152,0	15,2	29,1
11	15,3	903	20,3	13,5	29,3	181,6	16,5	29,6
12	16,2	902	21,3	14,3	32,2	211,3	17,6	29,7

Fonte: SISPINUS/Embrapa Floresta (2015).

O povoamento foi desbastado pela remoção de 302 Árvores.

Idade	Alt. Dominante	Num. árvores	Diâmetro médio em cm	Alt. Média em m	Área Basal em m <sup>2</sup>	Volume Total em m <sup>3</sup>	I.M.A. em m <sup>3</sup>	I.C.A. em m <sup>3</sup>
13	17,8	600	24,1	16,1	27,5	203,5	19,2	38,9
14	18,6	600	25,0	16,8	29,5	229,0	19,7	25,5
15	19,4	599	25,9	17,5	31,5	254,4	20,1	25,4
16	20,2	599	26,6	18,2	33,4	279,7	20,4	25,3
17	21,0	598	27,4	18,8	35,1	304,8	20,7	25,1
18	21,7	597	28,0	19,5	36,8	329,6	20,9	24,9

Fonte: SISPINUS/Embrapa Floresta (2015).

**NOTAS**

Equação de Sítio: Embrapa

Equação de Volume: Embrapa

Equação de sortimento: Embrapa

**DESBASTES**

Idade	N/Ha.	Área Basal em m <sup>2</sup>	Diâmetro médio em cm	Alt. Média em m	Volume Remanescente em m <sup>3</sup>	Volume Removido em m <sup>3</sup>
12	302	8,2	22,6	14,9	164,7	46,6

Fonte: SISPINUS/Embrapa Floresta (2015).

**PRODUÇÕES**

Tabela de frequência para árvores removidas no desbaste (12 anos).

Lim. classe	N/Ha.	Altura média em metros	Volume total em m <sup>3</sup>	Laminação em m <sup>3</sup>	Serraria 1 em m <sup>3</sup>	Serraria 2 em m <sup>3</sup>	Serraria 3 em m <sup>3</sup>	Celulose em m <sup>3</sup>
10,0-12,0	1	11,2	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
12,0-14,0	7	11,9	0,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,5
14,0-16,0	31	12,5	4,7	0,0	0,0	0,0	2,1	1,9
16,0-18,0	89	13,0	17,7	0,0	0,0	0,0	12,9	2,7
18,0-20,0	105	13,5	2,6	0,0	0,0	0,0	1,8	0,4
20,0-22,0	46	10,9	12,9	0,0	0,0	0,0	10,5	1,8
22,0-24,0	19	11,6	6,5	0,0	0,0	3,1	2,0	1,0
24,0-26,0	3	12,4	1,4	0,0	0,0	0,6	0,7	0,0
Totais		13,3	46,6	0,0	0,0	3,8	29,9	8,4

Fonte: SISPINUS/Embrapa Floresta (2015).

Tabela de frequência para árvores removidas no corte final (18 anos).

Lim. classe	N/Ha.	Altura média em metros	Volume total em m <sup>3</sup>	Laminação em m <sup>3</sup>	Serraria 1 em m <sup>3</sup>	Serraria 2 em m <sup>3</sup>	Serraria 3 em m <sup>3</sup>	Celulose em m <sup>3</sup>
20,0-22,0	5	17,7	1,3	0,0	0,0	0,5	0,6	0,2
22,0-24,0	48	18,4	17,1	0,0	0,0	9,8	5,4	1,1
24,0-26,0	115	19,0	48,6	0,0	0,0	27,2	15,4	3,4
26,0-28,0	149	19,4	75,3	0,0	0,0	55,1	10,2	8,5
28,0-30,0	137	19,8	81,2	0,0	25,6	33,1	18,2	3,0
30,0-32,0	92	20,2	63,8	0,0	34,2	20,0	5,8	2,5
32,0-34,0	42	20,6	33,4	0,0	17,6	10,5	3,1	1,4
34,0-36,0	9	21,1	8,5	0,0	5,9	1,2	1,3	0,0
Totais		19,5	329,6	0,0	83,3	157,3	59,9	20,2

Fonte: SISPINUS/Embrapa Floresta (2015).