

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ  
SETOR DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS  
CURSO DE ENGENHARIA FLORESTAL

TAISE VICTORAZZI

**OTIMIZAÇÃO DOS BENEFÍCIOS ECONÔMICOS DO REGIME DE MANEJO  
FLORESTAL APLICADO EM UM REFLORESTAMENTO DE *Pinus taeda* L. NO  
MUNICÍPIO DE TAIÓ EM SANTA CATARINA**

CURITIBA  
2015

TAISE VICTORAZZI

OTIMIZAÇÃO DOS BENEFÍCIOS ECONÔMICOS DO REGIME DE MANEJO  
FLORESTAL APLICADO EM UM REFLORESTAMENTO DE *Pinus taeda* L. NO  
MUNICÍPIO DE TAIÓ EM SANTA CATARINA

Trabalho de Conclusão de Curso  
apresentado ao Curso de Engenharia  
Florestal, Setor de Ciências Agrárias,  
Universidade Federal do Paraná, como  
requisito parcial para obtenção do título  
de Engenheira Florestal.

Orientador: Prof. Dr. Julio Eduardo Arce

**CURITIBA**  
**2015**

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus por tudo.

Ao Curso de Engenharia Florestal, ao Setor de Ciências Agrárias e a Universidade Federal do Paraná, em especial a todos os professores que compartilhando seus conhecimentos contribuíram para a minha formação.

A Empresa Rohden Portas e Artefatos de Madeira Ltda pela oportunidade, em especial a todos os funcionários com os quais tive contato e que muito agregaram.

Ao supervisor Eng. Florestal Adroaldo Brocardo pelas importantes sugestões fruto de grande experiência e pelo tempo dedicado.

Ao Professor Dr. Julio Eduardo Arce pelas fundamentais contribuições e pela dedicação no desenvolvimento desse trabalho.

A Empresa Optimber e seus sócios pelo apoio recebido e pelo tempo dedicado.

Aos meus colegas pela parceria e pelos bons momentos juntos, em especial a Jacqueline Araujo, ao Lucas Kania Neto e a Najla Cristina Cardoso El Ghoz.

Aos meus familiares, em especial aos meus pais, Adelino Victorazzi e Marizol Moraes, que sempre me apoiaram e tornaram isso possível.

## RESUMO

Manejo Florestal (MF) é uma ferramenta utilizada pelos profissionais do setor florestal para obter das florestas os produtos e/ou os serviços de maior interesse do tomador de decisão. Regimes de MF são conjuntos de escolhas feitas durante o ciclo de rotação e são decisivos na produção quantitativa e qualitativa de madeira ou outro produto oriundo da floresta, e escolher qual o mais vantajoso, entre as inúmeras opções, é bastante complexo, sendo necessário fazer uso de *softwares* específicos. Florestas de empresas que demandam toras de grandes dimensões e livres de nós, necessitam de regimes de MF que garantam essas características e que sejam economicamente satisfatórios. O objetivo desse trabalho foi determinar, entre 11.340 regimes de MF testados para uma floresta de *Pinus taeda*, no município de Taió, qual o mais indicado economicamente e que garanta o suprimento de madeira de alta qualidade. Para isso foi utilizado o *software* Optimber-LP, que simulou regimes de MF variando as seguintes características: índice de sítio (IS), densidade, idade dos desbastes, intensidade dos desbastes e idade do corte raso. As variáveis econômicas calculadas foram: Valor Presente Líquido (VPL), Valor Presente Líquido Anualizado (VPLa) e Taxa Interna de Retorno (TIR), e 8% a.a. foi a Taxa Mínima de Atratividade (TMA) utilizada. Por fim, foi constatado que espaçamentos ampliados e com menor intensidade de desbaste apresentaram os melhores resultados. O melhor regime de MF para IS 18,8 m obteve uma TIR de 6,93% a.a. e o VPLa foi –R\$ 81,93, considerando assim o investimento não satisfatório, já e o melhor regime para IS 23,3 m obteve uma TIR de 11,94% a.a. e o VPLa de R\$ 378,51, apresentando-se economicamente vantajoso.

Palavras-chava: Madeira de Alta Qualidade. Regimes de Manejo Florestal; Valor Presente Líquido Anualizado.

## ABSTRACT

Timber management (TM) can be used by professionals as a tool to obtain and develop highly profitable products, that consequently draw interest in the decision making process. TM is essential over the entire life cycle of wood and it affects, quantitatively and qualitatively, the harvest's overall result. However, choosing amongst different TM profiles is often complicated and then all the options need to be assessed using specific softwares. For instance, if an industry demands logged trees of increased size, dimensions and knot-free, the chosen TM profile needs to ensure these characteristics besides profitability. This work aimed to determine which TM profile, amongst 11,340 options, would be economically viable and lead to timber quality in a *Pinus taeda* forest located in Taió, state of Santa Catarina, Brazil. The profiles were generated using the software *Optimber-LP*, changing the following variables: site index (SI), density, cleaning period, intensity of cleaning, and clear cutting period. Additionally, the following economic variables were also evaluated: Net Present Value (NPV), Net Present Value Annualised (NPVa), and Internal Rate of Return (IRR). In all profiles, 8% p.a. was used as minimum attractiveness rate (MAR). After the analysis, it was observed that forests with increased distance between trees and with a low intensity of cleaning would give better results. Two different SI were selected: 18,8 m and 23,3 m. Even though forest grown with a SI of 18,8 m shown an IRR of 6,93% p.a., the NPVa would be R\$ - 81,93, making the investment not recommended. On the other hand, a SI of 23,3 m leads to an IRR of 11,94% p.a. and a NPVa of R\$ 378,51, justifying the investment.

Keywords: quality timber, timber management profiles, net present value annualised.

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	8
<b>2 OBJETIVOS</b> .....	10
<b>2.1 Objetivos específicos</b> .....	10
<b>3 REVISÃO LITERATURA</b> .....	11
<b>3.1 Manejo florestal</b> .....	11
3.3.1 Espaçamento inicial.....	12
3.1.2 Podas.....	12
3.1.3 Desbastes.....	13
<b>3.2 Análise econômica</b> .....	13
<b>3.3 Softwares florestais</b> .....	14
<b>4 MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	15
<b>4.1 Área de estudo</b> .....	15
<b>4.2 Regimes de manejo florestal testados</b> .....	17
4.2.1 Índice de sítio.....	17
4.2.2 Espaçamento inicial.....	18
4.2.3 Desbastes.....	18
4.2.4 Corte raso.....	18
<b>4.3 Determinação dos custos</b> .....	19
<b>4.4 Preço de venda da madeira</b> .....	20
<b>4.5 Variáveis econômicas</b> .....	21
4.5.1 Valor presente líquido (VPL).....	21
4.5.2 Taxa Interna de Retorno (TIR).....	22

4.5.3 Valor presente líquido anualizado (VPLa).....	23
<b>4.6 Análise dos resultados.....</b>	<b>24</b>
<b>5 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>	<b>25</b>
<b>5.1 Análise econômica dos diferentes Índices de Sítio testados.....</b>	<b>25</b>
<b>5.2 Análise econômica das diferentes densidades testadas.....</b>	<b>26</b>
<b>6 CONCLUSÃO.....</b>	<b>29</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>30</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A madeira acompanha o ser humano durante todas as fases de sua vida. Trata-se de um recurso renovável e com inúmeras aplicações. Com o intuito de diminuir as pressões contra as florestas naturais, que eram exploradas sem nenhum critério técnico que garantisse sua perpetuação, o Estado incentivou a implantação de reflorestamentos.

O Manejo Florestal (MF) é uma ferramenta utilizada pelos profissionais florestais para que as florestas forneçam os produtos e/ou serviços que são de maior interesse do tomador de decisão. Inúmeras são as possibilidades de regime de manejo, cada uma com suas demandas e com seus resultados distintos.

Cada um dos muitos possíveis usos da madeira, demanda características particulares. Segmentos que carecem de toras com maiores dimensões e sem a presença de nós, como as produtoras de portas, necessitam de MF específico, o qual prevê desbastes e podas nos momentos apropriados.

Atividades como desbastes e podas necessitam de grande quantidade de mão-de-obra. Segundo o Diário de Comércio e Indústria (2011), é crescente a dificuldade em encontrar mão-de-obra para atividades rurais. A escassez de trabalhadores no campo vem refletindo fortemente na elevação dos custos de produção.

Considerando essas informações observa-se que houve um aumento no custo de produção de madeira de maior qualidade, ou seja, toras de maiores dimensões e sem a presença de nós.

O grande número de variáveis técnicas, ambientais e econômicas envolvidas no MF faz com que seja impraticável optar por um regime de manejo ótimo sem o uso de *softwares* específicos que auxiliam nessa tarefa. Tais *softwares* utilizam da programação linear para otimizar seus resultados.

O estado de Santa Catarina é um grande produtor de *Pinus*. Segundo a ABRAF (2013), no Brasil haviam 6,6 milhões de hectares de florestas plantadas em 2012, sendo 23,4% de *Pinus* e 76,6% correspondente a plantios de *Eucalyptus*. Nesse levantamento o estado de Santa Catarina apresentou 539.377 ha de plantios de *Pinus* e 106.588 ha de *Eucalyptus*.



Santa Catarina é destaque também no que se refere a exportação de portas, sendo o maior exportador desse produto do Brasil. Em 2013 o total exportado pelo país foi de US\$ 174 milhões e o estado contribuiu com 75% desse total, ou seja, US\$ 131,2 milhões (STCP, 2013). Um dos fatores que favorece esse desempenho é o interesse do mercado externo nas portas de madeira de *Pinus*.

Dessa forma, fica evidente a necessidade de buscar regimes de manejo florestal alternativos que garantam o fornecimento de madeira de pinus de alta qualidade, para as produtoras de portas e outros segmentos interessados, enquanto maximiza a rentabilidade afetada pelo aumento dos custos com mão-de-obra.

## 1 OBJETIVOS

O objetivo geral desse trabalho é determinar entre 11.340 regimes de manejo florestal simulados qual o mais indicado para floresta de *P. taeda*, no município de Taió em Santa Catarina, com a finalidade de produzir madeira de alta qualidade enquanto maximiza a rentabilidade do investimento.

### 2.1 Objetivos específicos

- 1) Simular regimes de manejo considerando espaçamento inicial de 2,5 x 2,5 m, 2,8 x 2,8 m e 3,5 x 3,5 m, com desbastes seletivos retirando 25% (desbaste não comercial, apenas no primeiro desbaste), 45% ou 55% dos indivíduos entre os anos 7 e 9, 11 e 13, 15 e 17, corte raso entre 20 e 25 anos, para índices de sítio 18,8 m e 23,3 m.
- 2) Estimar produção de volume de madeira por classes diamétricas.
- 3) Utilizando os custos e os preços de venda de madeira praticados no Alto Vale do Itajaí, estimar o Valor Presente Líquido, o Valor Presente Líquido Anualizado e a Taxa Interna de Retorno resultante dos regimes de manejo.
- 4) Avaliar o desempenho do desbaste não comercial;
- 5) Selecionar, entre todos os regimes testados, o regime de manejo que maximiza os benefícios econômicos em cada índice de sítio.

## **2 REVISÃO DE LITERATURA**

### **3.1 Manejo Florestal**

O pilar do MF é o conceito de utilizar os recursos florestais de maneira responsável e sustentada, sendo o mesmo visto por dois diferentes enfoques. O primeiro descreve o MF como a prática em que o objetivo maior é aumentar a qualidade, dimensão, e se possível, a quantidade do produto final, sempre observando em todas as fases a viabilidade sócio-econômica e ambiental do processo produtivo. Já o segundo enfoque considera o MF como um processo de tomada de decisão, o que demanda do manejador florestal uma visão global do planejamento florestal (SCOLFORO, 2012).

São muitas as atividades envolvidas no MF, e qualquer mudança pode causar significativa alteração nos resultados futuros. Segundo Ahrens (1987), o MF das plantações compreende o estudo, a concepção e a prática, que incluem: espaçamento inicial, tratamentos culturais, prescrições de poda, desbastes e corte raso.

O conjunto das escolhas feitas pelo manejador corresponde ao regime de manejo a ser aplicado a floresta. Muitos são os possíveis regimes de manejo, e o profissional responsável por essa atividade deve estar atento aos custos que os mesmos representam, o melhor momento para fazê-los, o impacto no que tange a produção quantitativa e qualitativa de madeira e o valor econômico associado ao produto final.

Para a produção de portas, por exemplo, busca-se um maior volume de toras de grandes dimensões, com estabilidade dimensional e resistência mecânica. Para fabricação de portas de maior valor agregado, além das características já mencionadas, é necessário peças de madeira que não apresentem nós.

### 3.1.1 Espaçamento inicial

O espaçamento inicial corresponde a distância entre as árvores no momento do plantio, e por consequência define a quantidade de árvores por unidade geográfica. Os manejadores florestais utilizam um maior espaçamento inicial entre as plantas ou fazem uso de desbastes para produzir toras de maiores dimensões. Ahrens (1987), atenta para o uso de espaçamentos ampliados com o objetivo de diminuir a necessidade de se fazer desbastes. Segundo David (2014), no sul do Brasil atualmente é comum plantar inicialmente de 1.111 a 2.500 árvores por hectare do gênero *Pinus*.

Utilizar espaçamentos ampliados diminui ou evita a necessidade de se realizar os desbastes, diminuindo esse gasto, porém resulta em um maior custo de manutenção em função da maior ocorrência de vegetação competidora. O uso de espaçamentos menores pode ser justificado pela possibilidade de selecionar as árvores que irão compor o estoque disponível para o corte final e pela menor necessidade de realizar limpeza (AHRENS, 1987).

### 3.1.2 Podas

Para produzir madeira sem a presença de nós, faz-se uso das podas, também chamadas de desramas artificiais. Segundo Silva e Angeli (2006), a desrama artificial é uma prática aplicada às florestas que possui como objetivo produzir madeira para móveis, pisos, produção de chapas laminadas, etc. A poda deve acontecer quando as árvores possuírem diâmetro adequado e não tardiamente, para se produzir maior volume de madeira livre de nós.

As podas são realizadas manualmente, com auxílio de ferramentas de corte. A desvantagem envolvida nessa operação é o custo, em função da quantidade de mão-de-obra envolvida.

### 3.1.3 Desbastes

Segundo Silva e Angeli (2006), o desbaste é uma atividade que visa aumentar o volume das árvores remanescentes, já que as mesmas sofrerão menos com a competição pelos recursos, e podem ser do tipo seletivo ou sistemático. O desbaste sistemático caracterizam-se por retirar as árvores sem avaliá-las, por exemplo, retirar uma a cada cinco linhas de plantios, independente do estado das árvores. Em povoamentos não homogêneos ocorre a perda de indivíduos superiores, porém essa modalidade é mais simples e barata. Para se fazer o desbaste seletivo é necessário uma prévia avaliação, com a finalidade de escolher as árvores mais adequadas a finalidade da produção.

O sistema de desbaste mais usual é o seletivo por baixo, que corresponde a retirada das árvores inferiores, tal procedimento demanda mais trabalho, por consequência, maior custo, porém é o que apresenta melhores resultados na produção e na qualidade da madeira (SILVA E ANGELI, 2006).

## 3.2 Análise econômica

A avaliação dos aspectos econômicos é muito importantes na tomada de decisão de um manejador florestal. Não são raras as ocasiões que as necessidades econômicas de uma organização se sobrepõem às recomendações técnicas, o que demanda do profissional florestal conhecimento aprofundado das variáveis econômicas.

São muitos os métodos utilizados para analisar os investimentos. Considerando que uma das principais características da produção florestal é seu longo ciclo de produção, e por consequência o longo tempo de retorno do investimento, observa-se que essa atividade demanda planejamento específico.

### 3.3 Softwares florestais

Tendo em vista a complexidade do MF é frequente o uso de *softwares* que auxiliam na tomada de decisão. Tais programas conciliam matemática e computação e desta forma simulam diferentes cenários a fim de proporcionar ao manejador um maior número de informações que subsidie suas escolhas.

Oliveira (1989), apresenta o sistema de simulação desenvolvido para uso em microcomputadores na Universidade Estadual da Carolina do Norte, nos Estados Unidos da América. Tal sistema foi adaptado para a prognose de plantios de *Pinus elliotti* L. e *Pinus taeda* L. situados no sul do Brasil, e denomina-se SisPinus.

As variáveis de entrada do SisPinus são: índice de sítio (idade índice: 15 anos), número de árvore plantadas por hectare, porcentagem de sobrevivência após um ano de plantio, equação de volume, tipo de desbaste e idades selecionadas para a geração do relatório. De posse dessas variáveis e utilizando equações previamente ajustadas, e que podem ser substituídas, o simulador gera o relatório contendo o volume de madeira produzida nas diferentes classes de sortimento (OLIVEIRA, 1989).

Com o desenvolvimento da ciência muitos outros *softwares* foram criados especificamente para atender as demandas do setor de base florestal. Graças ao uso da pesquisa operacional é possível considerar inúmeras variáveis e buscar qual a melhor solução para o problema encontrado. Segundo Santos (2012), as empresas florestais fazem, cada vez mais, uso da tecnologia para maximizar sua produção e aproveitamento da madeira, além de regular a floresta e minimizar custos.

### 3 MATERIAL E MÉTODOS

Para a realização do presente trabalho foi utilizado o *software* Optimber-LP<sup>®</sup> desenvolvido pela empresa OpTimber Otimização e Informática Ltda e o Microsoft Office Excel<sup>®</sup>, assim como em David (2014). O Optimber-LP<sup>®</sup> é vinculado aos *softwares* SisPinus<sup>®</sup> e LINGO<sup>®</sup>, desenvolvidos pela Embrapa Florestas e pela empresa LINDO Systems INC, respectivamente.

O gerador de cenários otimizados OpTimber-LP caracteriza-se por ser um *software* de planejamento florestal estratégico otimizado, o mesmo faz uso de técnicas de programação linear para otimizar resultados, e pode otimizar receita, volume produzido, Valor Presente Líquido, distâncias, entre outros (SANTOS, 2012).

#### 4.1 Área de estudo

As variáveis utilizadas no trabalho aqui apresentado são referentes a Fazenda São Jacó, localizada no município de Taió no estado de Santa Catarina. A fazenda é propriedade do grupo Rohden e possui uma área total de 947,3 ha e 384 ha de área plantada com *P. taeda*. Os plantios são oriundos de sementes melhoradas, comercializadas pela empresa MWV Rigesa (FIGURA 3).

Segundo a Prefeitura Municipal de Taió (2014), o município está localizado na microrregião do Alto Vale do Itajaí, com uma latitude de 27°06'59" sul e longitude de 49°59'53" oeste, e possui uma altitude média de 359 m. Uma das características marcantes da região é o relevo acidentado, sendo esse constituído de superfícies planas, onduladas e montanhosas.

Segundo a classificação de Köppen e Geiger, o clima do município é classificado como Cfa, com uma temperatura média de 19,1° C. A pluviosidade média de Taió é de 1.490 mm, e mesmo os meses mais secos ainda apresentam um volume precipitado relevante (CLIMATE-DATA, 2014)(FIGURA 4).

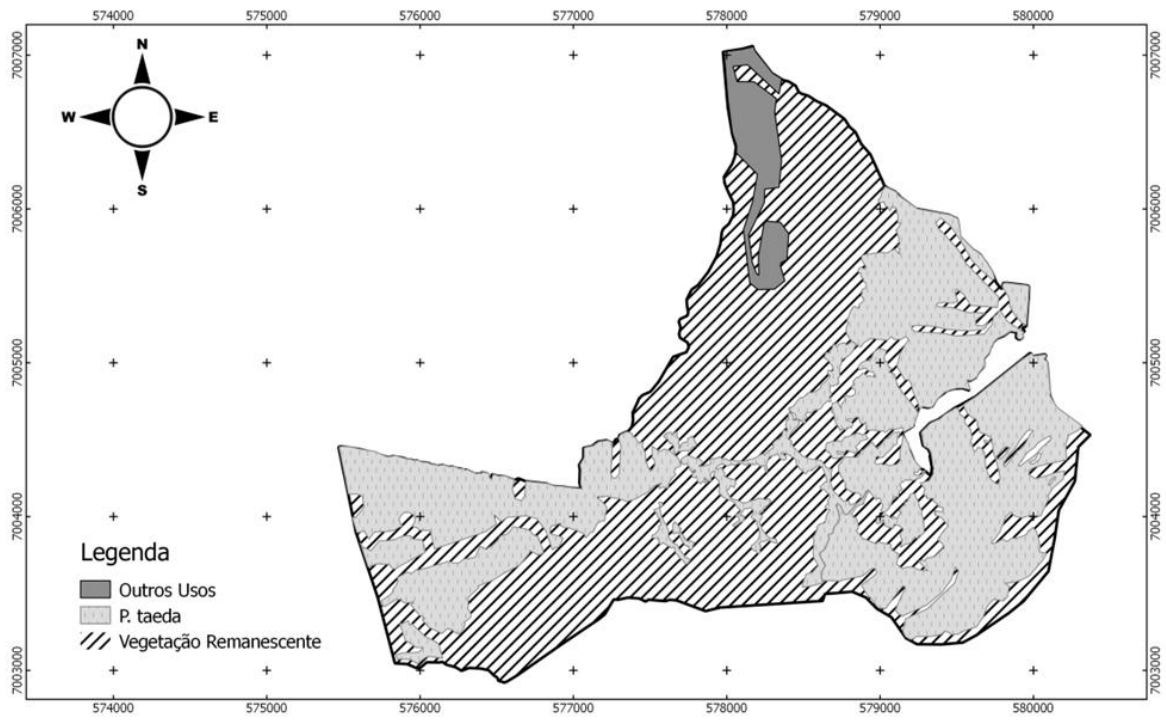


FIGURA 4 – FAZENDA SÃO JACÓ

FONTE: AUTOR

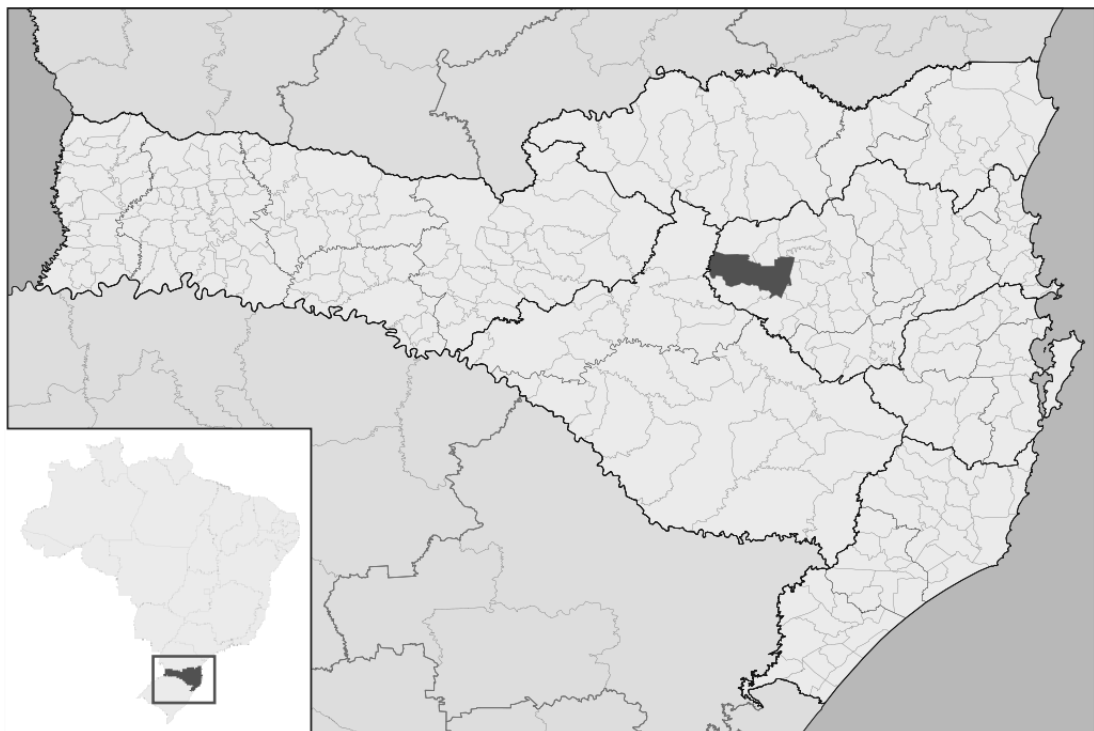


FIGURA 5 - LOCALIZAÇÃO DE TAIÓ

FONTE: WIKIPÉDIA (2014).



## 4.2 Regimes de manejo florestal testados

No presente trabalho foram testados diversos regimes de manejo florestal variando as seguintes características: índice de sítio, espaçamento inicial, idade dos desbastes, intensidade dos desbastes e idade do corte raso (TABELA 1).

TABELA 1 – NÚMERO DE VARIÁVEIS POR ATIVIDADE.

Atividade	Número de opções
Índice de sítio	2
Espaçamento inicial	3
Idade do primeiro desbaste	3
Intensidade do primeiro desbaste	3
Idade do segundo desbaste	3
Intensidade do segundo desbaste	2
Idade do terceiro desbaste	3
Intensidade do terceiro desbaste	2
Idade do corte raso	6

As combinações entre todas as variáveis poderiam proporcionar até 11.664 regimes de MF. Em função do menor número inicial de árvores de alguns regimes, combinado com a alta intensidade de retirada das árvores em alguns desbastes, 324 regimes de MF foram considerados ineficazes. Por fim foram gerando 11.340 opções factíveis de regimes de MF.

### 4.2.1 Índice de sítio

Para conseguir obter uma produção florestal otimizada é necessário conhecer o quanto a espécie escolhida pode produzir em cada local. A determinação do quanto cada local pode produzir é conhecido como classificação dos sítios florestais. Muitas são as metodologias descritas para essa finalidade, mas o mais usual e prático é o que utiliza a altura das árvores dominantes e correlaciona com a idade das mesmas, o chamado Método de Assman (SELLE; PAULESKI; BRAZ, 2008).

Para a realização do presente trabalho utilizou-se os dois índices de sítio (IS), que segundo os registros da empresa proprietária da fazenda, são mais frequentes na Fazenda São Jacó.

A base de dados da empresa contém informações referentes a altura dominante e idade das parcelas instaladas na fazenda. Para a definição do IS foi utilizada a curva de sítio ajustada por David (2014). Por fim os IS mais encontrados na fazenda foram 18,8 m e 23,3 m, e 15 anos foi a idade índice considerada.

#### 4.2.2 Espaçamento inicial

Para a realização das simulações foram testados os seguintes espaçamentos: 2,5 x 2,5 m, 2,8 x 2,8 m e 3,5 x 3,5 m. Tais espaçamentos resultam nas seguintes densidades: 1600, 1276 e 816 árvores por hectare.

#### 4.2.3 Desbastes

As simulações consideraram que ao longo do ciclo ocorresse três desbaste, sendo eles do tipo seletivo por baixo. As atividades de colheita na fazenda, tanto nos desbastes como o corte raso, são realizados de maneira semimecanizada.

O primeiro desbaste acontece do 7º ao 9º ano, o segundo do 11º ao 13º ano e o terceiro do 15º a 17º ano do plantio. No primeiro desbaste as intensidades de retirada das árvores foram de 25%, 45% ou 55%, para as demais intervenções apenas foram consideradas as intensidades de retirada de 45% e 55%. O desbaste que retira apenas 25% dos indivíduos é denominado desbaste não comercial, já que não há aproveitamento da madeira cortada.

#### 4.2.4 Corte raso

Para a realização do corte raso, que se caracteriza como sendo a retirada de todas as árvores remanescentes em determinada área, foram testados seis diferentes idades, que variaram de 20 a 25 anos.

#### 4.3 Determinação dos custos

Os custos considerados nesse trabalho foram definidos a partir dos preços praticados na região do Alto Vale do Itajaí, e tais valores foram fornecidos pela empresa Rohden Portas e Artefatos de Madeira. É fundamental observar que todos os custos apresentados são referentes a área equivalente a um hectare.

O custo de preparar a área para a realização do plantio foi estimado em R\$ 750,00 e o preço pago pelo plantio de cada muda foi calculado em R\$ 0,75. Para compor o custo de replantio considerou-se 10% do custo do plantio. O custo do controle de formiga é R\$ 60,00 por ano e deve acontecer nos dois primeiros anos. Já o custo da roçada química, para o controle da vegetação competidora, varia de R\$ 260,00 a R\$ 330,00, em função da densidade do plantio, e ocorre duas vezes ao ano nos primeiros quatro anos (TABELA 2).

TABELA 2 – CUSTOS REFERENTES AO ANO DE IMPLANTAÇÃO DO REFLORESTAMENTO DE *Pinus taeda* NA REGIÃO DO ALTO VALE DO ITAJAÍ, NO ANO DE 2014

Atividades	Densidades (árvs./ha)		
	1600	1276	816
Preparo da área e plantio	R\$ 1.950,00	R\$ 1.706,63	R\$ 1.362,25
Replantio	R\$ 120,00	R\$ 95,66	R\$ 61,22
Controle da vegetação competidora	R\$ 520,00	R\$ 560,00	R\$ 660,00
Controle de formiga	R\$ 60,00	R\$ 60,00	R\$ 60,00

FONTE: Rohden Portas e Artefatos de Madeira Ltda.

A poda acontece no 3º, 4º, 5º e 6º ano do plantio. O custo unitário e a quantidade de árvores que são podadas a cada ano modificam-se (TABELA 3).

TABELA 3 – CUSTOS DE REALIZAÇÃO DAS PODAS NA REGIÃO DO ALTO VALE DO ITAJAÍ, NO ANO DE 2014

Atividade	Ano	Porcentagem de árvores a serem podados	Custo unitário
1ª Poda	3	100%	R\$ 0,25
2ª Poda	4	100%	R\$ 0,35
3ª Poda	5	80%	R\$ 0,35
4ª Poda	6	50%	R\$ 0,50

FONTE: Rohden Portas e Artefatos de Madeira Ltda.

Em função do menor rendimento da retirada em volume de madeira nos desbastes, principalmente os primeiros, o seu custo torna-se bastante superior ao praticado no corte raso. O custo de remover 25% das árvores no primeiro desbaste, desbaste não comercial, é calculado por área, já que a madeira retirada nessa operação não é comercializada (TABELA 4).

TABELA 4 – CUSTOS DE REALIZAÇÃO DA COLHEITA SEMIMECANIZADO NA REGIÃO DO ALTO VALE DO ITAJAÍ, NO ANO DE 2014

Atividade	Intensidade de desbaste		
	25%*	45%	55%
1º Desbaste	R\$ 310/ha	R\$ 48,00/m <sup>3</sup>	R\$ 48,00/m <sup>3</sup>
2º Desbaste	-	R\$ 40,00/m <sup>3</sup>	R\$ 40,00/m <sup>3</sup>
3º Desbaste	-	R\$ 37,00/m <sup>3</sup>	R\$ 37,00/m <sup>3</sup>
		100%	
Corte Raso		R\$ 27,00/m <sup>3</sup>	

\* Sem aproveitamento da madeira

FONTE: Rohden Portas e Artefatos de Madeira Ltda.

#### 4.4 Preço de venda da madeira

Os preços de venda apresentado por classe de sortimento são referentes ao preço de comercialização da madeira estaleirada (TABELA 5).

TABELA 5 – PREÇO DE COMERCIALIZAÇÃO DE MADEIRA ESTALEIRADA PRATICADO NA REGIÃO DO ALTO VALE DO ITAJAÍ, NO ANO DE 2014

Uso	Diâmetro mínimo (cm)		Preço
Celulose	6 a 15	R\$	30,00
Serraria 1	15 a 25	R\$	50,00
Serraria 2	25 a 35	R\$	95,00
Laminação sem nó 1	25 a 35	R\$	145,00
Laminação com nó	> 35	R\$	135,00
Laminação sem nó 2	> 35	R\$	165,00

FONTE: Rohden Portas e Artefatos de Madeira Ltda.

Para as classes 'Celulose', 'Serraria 1' e 'Laminação sem nó 1 e 2' considerou-se um comprimento de tora de 2,10 m. Já as classes 'Serraria 2' e 'Laminação com nó' foi utilizado um comprimento de 3,05 m.

#### 4.5 Variáveis econômicas

No presente trabalho foram analisadas as variáveis econômicas: Valor Presente Líquido (VPL), Taxa Interna de Retorno (TIR) e Valor Presente Líquido anualizado (VPLa).

##### 4.5.1 Valor presente líquido (VPL)

Uma das variáveis mais utilizadas para verificar-se a rentabilidade de um investimento é o VPL. Segundo Oliveira (1995), o VPL é obtido pelo somatório algébrico das receitas menos os custos do fluxo de caixa de determinado empreendimento, aplicando uma taxa de juro definida e avaliada em um período determinado. Sendo assim, a fórmula pelo qual se calcula o VPL é:

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

Onde:

R<sub>j</sub> = valor atual das receitas;

C<sub>j</sub> = valor atual dos custos;

i = TMA;

j = ano em que as receitas ou os custos ocorrem; e

n = duração do projeto em anos.

A taxa de juro utilizada no cálculo do VPL é a Taxa de juro comparativa ou a Taxa Mínima de Atratividade (TMA) (OLIVEIRA, 1995). A TMA é a menor taxa de juro considerada satisfatória pelo tomador de decisão, ou seja, o mínimo de retorno desejado pelo investidor. A TMA utilizada na realização do presente trabalho foi de 8% a.a., e tal valor foi definido pela empresa Rohden Portas e Artefatos de Madeira Ltda.

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

A Taxa Interna de Retorno corresponde a taxa de juros que iguala o VPL a zero. Isso ocorre quando o somatório das receitas descontadas é igual ao somatório dos custos descontados (OLIVEIRA, 1995). Sendo assim a TIR corresponde à real taxa de retorno de determinado empreendimento, e quando ela é igual ou maior do que a TMA o investimento é considerado financeiramente aceitável. Assim o cálculo da TIR é feito com o uso da seguinte equação:

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

Onde:

R<sub>j</sub> = valor atual das receitas;

C<sub>j</sub> = valor atual dos custos;

i = TMA;

j = ano em que as receitas ou os custos ocorrem; e

n = número de períodos ou duração do projeto em anos.

#### 4.5.3 Valor presente líquido anualizado (VPLa)

Segundo Dossa *et al* (2000), o método VPLa é recente e é uma alternativa para o método convencional de cálculo dos custos de produção aplicados a culturas perenes. O VPLa também é conhecido como: valor uniforme líquido, valor anual uniforme equivalente e valor equivalente anual. A fórmula pela qual se calcula essa variável é:

$$VPLa = VPL \left( \frac{i(1+i)^n}{(1+i)^n - 1} \right)$$

Onde:

VPLa = Valor Presente Líquido anualizado;

VPL = Valor Presente Líquido;

i = TMA;

n = duração do projeto em anos.

O VPLa é mais indicado do que o VPL para analisar investimentos de espécies perenes pois enquanto o VPL concentra todos os valores do fluxo de caixa na data zero no VPLa o fluxo de caixa é representado por uma série uniforme de rendimentos (DOSSA, 2000).

## **4.6 Análise dos resultados**

Tendo em vista o grande número de dados e para facilitar a interpretação dos resultados dos 11.340 regimes de MF, os mesmos foram sistematizados e apresentados em tabelas ou expressos graficamente.

Para uma correta avaliação os dados foram separados por IS e por densidade. Para fins comparativos foram apresentados sempre o regime de MF com o melhor e o pior desempenho econômico, ou seja, que maximizam ou minimizam o VPLa.

Foram especialmente observadas as intensidades dos desbastes dos regimes com melhores resultados e a idade com que o corte raso é realizado nos mesmos.



## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 5.1 Análise econômica dos diferentes Índices de Sítio testados

No presente trabalho foram testados diferentes regimes de manejo florestal com IS igual a 18,8 m e 23,3 m. A diferença na avaliação econômica, quando comparados os dois IS, foi bastante acentuada. Quando analisado a amplitude do VPLa por IS torna-se evidente a importância dessa variável para a rentabilidade de um investimento florestal (FIGURA 6).

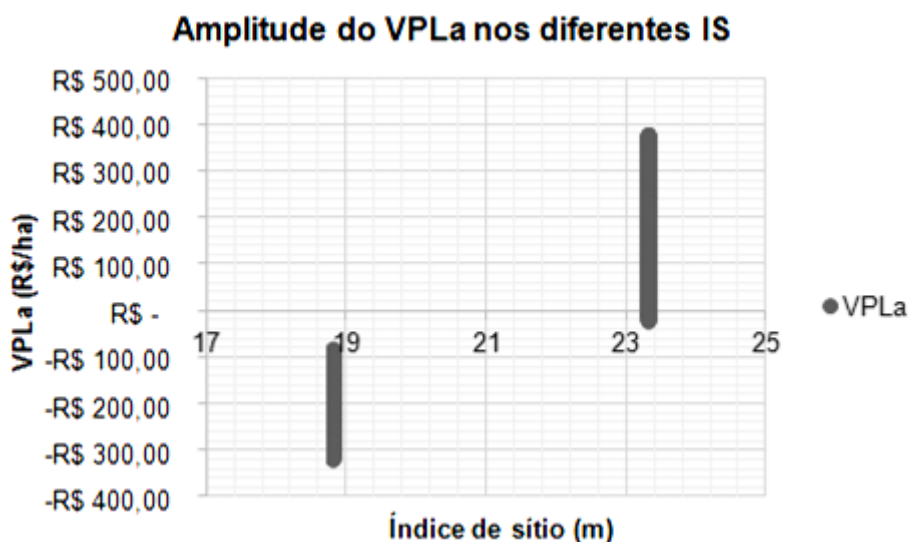


FIGURA – 6: AMPLITUDE DO VPLA DOS REGIMES DE MANEJO COM IS DE 18,8 M E 23,3 M

FONTE: AUTOR

Os benefícios econômicos dos regimes de manejo florestal com IS igual a 18,8 m ficaram bastante abaixo dos regimes com IS de 23,3 m. O regime de manejo com IS de 18,8 m de melhor avaliação econômica possui um VPLa de -R\$ 81,93. Já o pior desempenho desse IS, obteve um VPLa de -R\$ 319,06 (TABELA 6).

TABELA 6 – DESCRIÇÃO DOS REGIMES DE MANEJO FLORESTAL, COM IS 18,8 M, COM MELHOR E DO PIOR DESEMPENHO

Densidade	1º desbaste		2º desbaste		3º desbaste		Corte raso	VPL	TIR	VPLa
	ld	Int	ld	Int	ld	Int				
816	7	45	10	45	15	45	24	-R\$ 862,59	6,93%	-R\$ 81,93*
1600	9	55	12	55	16	55	20	-R\$ 3.132,61	2,88%	-R\$ 319,06**

Densidade: número de árvores (árv./ha); ld: idade; Int: intensidade de retirada de árvores; Corte raso: idade de retirada das árvores remanescentes; VPL: Valor Presente Líquido (R\$/ha); TIR: Taxa Interna de Retorno (% a.a); VPLa: Valor Presente Líquido anualizado (R\$/ha/ano); \*: melhor desempenho econômico e \*\*: pior desempenho econômico.

Os regimes de manejo com IS equivalente a 23,3 m apresentaram desempenhos econômicos mais favoráveis. O menor VPLa encontrado foi de -R\$ 21,04 valor superior ao melhor encontrado em regimes com IS de 18,8 m. O regime de melhor desempenho possui VPLa de R\$ 378,51 (TABELA 7).

TABELA 7 – DESCRIÇÃO DOS REGIMES DE MANEJO FLORESTAL, COM IS 23,3 M, COM MELHOR E DO PIOR DESEMPENHO

Dens.	1º desbaste		2º desbaste		3º desbaste		Corte raso	VPL	TIR	VPLa
	ld	Int	ld	Int	ld	Int				
816	9	25	12	45	15	45	21	R\$ 3.791,46	11,94%	R\$ 378,51 *
1600	9	55	11	55	16	55	20	-R\$ 206,60	7,75%	-R\$ 21,04 **

Densidade: número de árvores (árv./ha); ld: idade; Int: intensidade de retirada de árvores; Corte raso: idade de retirada das árvores remanescentes; VPL: Valor Presente Líquido (R\$/ha); TIR: Taxa Interna de Retorno (% a.a); VPLa: Valor Presente Líquido anualizado (R\$/ha/ano); \*: melhor desempenho econômico e \*\*: pior desempenho econômico.

O IS representa a capacidade produtiva de uma determinada área, sendo assim é de fácil compreensão o motivo do IS mais elevado ter apresentado melhor desempenho na análise econômica.

## 5.2 Análise econômica das diferentes densidades testadas

Foram testados três diferentes espaçamentos iniciais, que resultavam nas seguintes densidades: 816, 1276 e 1600 árv./ha. Os espaçamentos ampliados, e por consequência com menor número de indivíduos por unidade geográfica, obtiveram resultados mais satisfatórios (FIGURA 7).

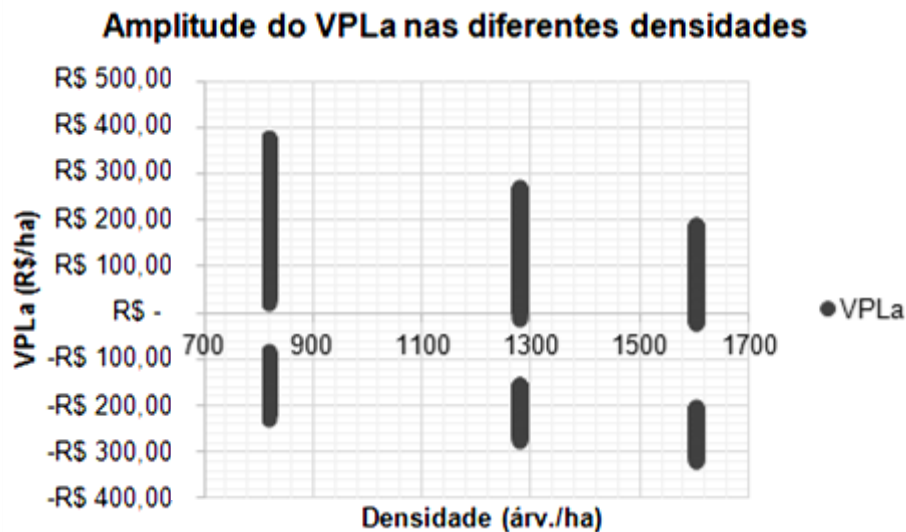


FIGURA – 7: AMPLITUDE DO VPLA DOS REGIMES DE MANEJO COM 816, 1276 E 1600 ÁRV./HA

FONTE: AUTOR

De modo geral o espaçamento que obteve melhores resultados, foi o 3,5 x 3,5 m, com 816 árv./ha, e o que apresentou resultados menos favoráveis foi o espaçamento 2,5 x 2,5 m, com 1600 árv./ha (TABELA 8).

TABELA 8 – DESCRIÇÃO DOS REGIMES DE MANEJO FLORESTAL COM O MELHOR E O PIOR DESEMPENHO DE CADA DENSIDADE E ÍNDICE DE SÍTIO

IS	Dens	1º desbaste		2º desbaste		3º desbaste		Corte raso	VPL	TIR	VPLa
		Id	Int	Id	Int	Id	Int.				
18,8	816	7	45	10	45	15	45	24	-R\$ 862,59	6,93%	-R\$ 81,93*
18,8	816	9	45	12	55	15	55	20	-R\$ 2.205,05	3,89%	-R\$ 224,59**
23,3	816	9	25	12	45	15	45	21	R\$ 3.791,46	11,94%	R\$ 378,51*
23,3	816	9	55	12	55	15	45	25	R\$ 266,37	8,35%	R\$ 24,95**
18,8	1276	9	25	10	45	15	45	24	-R\$ 1.613,98	6,02%	-R\$ 153,29*
18,8	1276	9	55	12	55	15	55	20	-R\$ 2.679,24	3,44%	-R\$ 272,89**
23,3	1276	9	25	12	45	16	45	21	R\$ 2.727,84	10,79%	R\$ 272,33*
23,3	1276	9	55	11	55	15	55	25	-R\$ 105,97	7,88%	-R\$ 9,93**
18,8	1600	9	25	10	45	15	45	25	-R\$ 2.162,82	5,48%	-R\$ 202,61*
18,8	1600	9	55	12	55	16	55	20	-R\$ 3.132,61	2,88%	-R\$ 319,06**
23,3	1600	9	25	12	45	15	45	21	R\$ 1.912,95	9,94%	R\$ 190,97*
23,3	1600	9	55	11	55	16	55	20	-R\$ 206,60	7,75%	-R\$ 21,04**

IS: Índice de sítio (m); Dens.: número de árvores (árv./ha); Id: idade; Int: intensidade de retirada de árvores; Corte raso: idade de retirada das árvores remanescentes; VPL: Valor Presente Líquido (R\$/ha); TIR: Taxa Interna de Retorno (% a.a); VPLa: Valor Presente Líquido anualizado (R\$/ha/ano); \*: melhor desempenho econômico; \*\*: pior desempenho econômico.

Observa-se que os melhores resultados de cada densidade apresentou uma menor intensidade de retirada das árvores nos três desbastes, quando comparado ao pior desempenho de cada espaçamento.

Silva e Angeli (2006) atentaram para o alto custo do desbaste e o baixo valor da madeira retirada. Isso justifica o fato dos regimes que retiraram menor número de árvores apresentarem um melhor desempenho econômico. A afirmação de Silva e Angeli (2006) ajuda a explicar o motivo do espaçamento ampliado, e por consequência com menor demanda de desbaste, apresentar o melhor resultado econômico.

O desbaste não comercial, apresentou resultados bastante satisfatórios. Em todos os melhores regimes de manejo nos dois IS e nos três espaçamentos (menos o melhor regime com IS 18,8 e densidade de 816 árv./há), apresentam retirada de 25% das árvores no primeiro desbaste.

Nota-se que os melhores desempenhos com IS 18,8 apresentam um ciclo de produção mais longo, 24 e 25 anos, enquanto os regimes que apresentam melhores resultados com IS 23,3 apresentam corte raso mais cedo, 21 anos.

## 5 CONCLUSÕES

Com base nos 11.340 regimes de manejo florestal simulados para a produção de *P. taeda*, conclui-se que:

O desbaste não comercial mostrou-se vantajoso em grande parte dos regimes de manejo testados.

Para áreas com IS 18,8 m o melhor regime foi: densidade de 816 árv./ha, primeiro desbaste aos 7 anos, segundo aos 10 e terceiro aos 15, retirando em cada desbaste 45% dos indivíduos, com corte raso aos 24 anos. Contudo esse regime apresentou VPLa de – R\$ 81,93 e uma TIR de 6,93% a.a. Como o VPLa foi negativo e a TIR menor que a TMA, considera-se esse regime de MF economicamente não satisfatório.

O melhor regime de manejo para áreas com IS 23,3 m apresentou densidade de 816 árvores por hectare, com o primeiro desbaste não comercial (retirando 25% das árvores) realizado aos 9 anos, o segundo aos 12 e o terceiro aos 15, sendo retirado 45% dos indivíduos nos dois últimos desbastes, e com a realização do corte raso aos 21 anos. Apresentando um VPLa de R\$ 378,51, positivo, e TIR de 11,94% a.a., superior a TMA, considerando assim o investimento satisfatório.

Vale ressaltar que os resultados não consideram possíveis situações climáticas extremas, ou qualquer outra intempere eventual.

## **6 RECOMENDAÇÕES**

O presente trabalho não gerou regimes de MF que garantissem a produção de madeira de alta qualidade e que fossem considerados economicamente satisfatórios para IS menos produtivos. Sendo assim, recomenda-se que sejam gerados um maior número de cenários observando as particularidades dos IS mais baixos.

Sugere-se que os novos regimes de MF a serem testados tenham um número menor de desbastes e que os mesmos ocorram mais tardiamente.

## REFERÊNCIAS:

AHRENS, Sergio. **A CONCEPÇÃO DE REGIMES DE MANEJO PARA PLANTAÇÕES DE Pinus spp. NO BRASIL**. Curitiba: Embrapa–cnpf, 1987. 23 p. Disponível em: <<http://www.bibliotecaflorestal.ufv.br/bitstream/handle/123456789/4141/circtec10.pdf?sequence=1>>. Acesso em: 09 ago. 2014.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PRODUTOS DE FLORESTAL PLANTADAS (ABRAF). **Anuário estatístico ABRAF 2013 ano base 2012**. Brasília: Abraf, 2013.

CLIMATE-DATA. **Clima Taió**. Disponível em: <<http://pt.climate-data.org/location/43713/>>. Acesso em: 12 dez. 2014.

DAVID, Hassan Camil. **AVALIAÇÃO DE SÍTIO, RELAÇÕES DENDROMÉTRICAS E OTIMIZAÇÃO DE REGIMES DE MANEJO DE Pinus taeda L. NOS ESTADOS DO PARANÁ E DE SANTA CATARINA**. 2014. 152 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Florestal, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2014.

DCI – DIÁRIO DO COMÉRCIO & INDÚSTRIA. **Falta de mão de obra afeta agora a agricultura**. Disponível em: <<http://www.coasul.com.br/falta-de-mao-de-obra-afeta-agora-a-agricultura/>>. Acesso em: 09 ago. 2014.

DOSSA, D.; CONTO, A. J.; RODIGHERI, H.; HOEFLICH, V. A. **Aplicativo com análise de rentabilidade para sistemas de produção de florestas cultivadas e grãos**. Colombo: Embrapa Florestas, 2000, 56p.

OLIVEIRA, Y. M. M. de; OLIVEIRA, E. B. de; HAFLEY, W. L.. **SisPinus: simulador de crescimento e de produção para plantios de Pinus elliottii e Pinus taeda sob manejo no sul do Brasil**. In: ENCONTRO BRASILEIRO DE PLANEJAMENTO FLORESTAL, 1., 1989, Curitiba. **Anais**. Curitiba: Embrapa–cnpf, 1989. p. 107 - 118.

ROHDEN PORTAS. **História da Rohden Portas e Artefatos de Madeira**. Disponível em: <<http://www.rohden.com.br/>>. Acesso em: 1 ago. 2014.

Prefeitura de Taió. **Bem-vindo ao Portal de Turismo do Município de Taió**. Disponível em: <<http://www.taio.sc.gov.br/turismo/informacoes/>>. Acesso em: 12 dez. 2014

SANTOS, André Luis dos. **USO DA PROGRAMAÇÃO LINEAR NA IDENTIFICAÇÃO DE ESTRATÉGIAS ÓTIMAS DE REGULAÇÃO FLORESTAL CONSIDERANDO MIX**

**DE CONSUMO.** 2012. 89 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Florestal, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2012.

SCOLFORO, José Roberto Soares. **Biometria Florestal: Manejo Florestal.** Lavras: Ufla/faepe, 2012.

SELLE, Gerson Luiz; PAULESKI, Dalva Teresinha; BRAZ, Evaldo Muñoz. **Como Classificar Sítios Florestais Através da Altura Dominante do Povoamento.** Colombo: Embrapa, 2008. 46 p.

SILVA, Paulo Henrique Müller da; ANGELI, Aline. **Implantação e Manejo de Florestas Comerciais.** 18. ed. Piracicaba: Documentos Florestais, 2006. 14 p. Disponível em: <<http://www.rsflorestal.com.br/arquivos/artigos/f/df18.pdf>>. Acesso em: 09 ago. 2014.

STCP (Comp.). **ANUÁRIO ESTATÍSTICO DE BASE FLORESTAL PARA O ESTADO DE SANTA CATARINA 2014:** Lages: Associação Catarinense de Empresas Florestais, 2014. Color. Dados do Ministério da Indústria e Comércio (MDIC) de 2013.

WIKIPÉDIA. **Taió.** Disponível em: <<http://pt.wikipedia.org/wiki/Taió>>. Acesso em: 12 dez. 2014.