

**DENISE JETON CARDOSO**

**VIABILIDADE TÉCNICA E ECONÔMICA DA PODA EM  
PLANTAÇÕES DE *Pinus taeda* e *Pinus elliottii***

Tese apresentada como requisito parcial à  
obtenção do Título de Doutor em Ciências  
Florestais, Programa de Pós-graduação em  
Engenharia Florestal, Setor de Ciências  
Agrárias, Universidade Federal do Paraná.

Orientador: Prof. Dr. Julio Eduardo Arce  
Co-Orientador: Prof. Dr. Sebastião do  
Amaral Machado

CURITIBA

2009

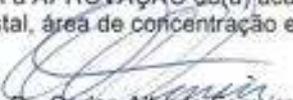


Universidade Federal do Paraná  
Setor de Ciências Agrárias - Centro de Ciências Florestais e da Madeira  
Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal

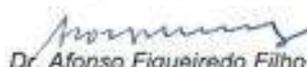
### PARECER

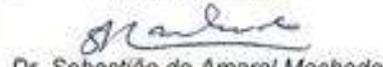
Defesa nº. 817

A banca examinadora, instituída pelo colegiado do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, do Setor de Ciências Agrárias, da Universidade Federal do Paraná, após arguir o(a) doutorando(a) *Denise Jeton Cardoso* em relação ao seu trabalho de tese intitulado **"VIABILIDADE TÉCNICA E ECONÔMICA DA PODA EM PLANTAÇÕES DE *Pinus taeda* E *Pinus elliottii*"**, é de parecer favorável à **APROVAÇÃO** do(a) acadêmico(a), habilitando-o(a) ao título de *Doutor* em Engenharia Florestal, área de concentração em MANEJO FLORESTAL.

  
Dr. Carlos Alberto Ferreira  
Serviço Florestal Brasileiro  
Primeiro examinador

  
Dr. Edison Batista de Oliveira  
Embrapa/Florestas  
Segundo examinador

  
Dr. Afonso Figueiredo Filho  
Universidade Federal do Paraná  
Terceiro examinador

  
Dr. Sebastião do Amaral Machado  
Universidade Federal do Paraná  
Quarto examinador

  
Dr. Julio Eduardo Aree  
Universidade Federal do Paraná  
Orientador e presidente da banca examinadora



Curitiba, 14 de dezembro de 2009.



Setsuo Iwakiri

Coordenador do Curso de Pós-Graduação em Engenharia Florestal  
João Carlos Garzel Leodoro da Silva  
Vice-coordenador do curso

*Aos meus pais, Reginaldo (In memoriam) e Marli  
A Adriana, minha irmã*

*Dedico.*

## **AGRADECIMENTOS**

Ao Professor Orientador Dr. Julio Eduardo Arce, pelos ensinamentos, que contribuíram muito para o meu crescimento profissional e pelos importantes conselhos, sugestões e correções durante a elaboração da tese.

Ao Professor Co-orientador Dr. Sebastião do Amaral Machado, por seus ensinamentos e dedicação desde o Curso de Graduação, Mestrado e agora por suas valiosas sugestões ao texto da tese.

À empresa Valor Florestal pelo apoio financeiro e logístico na coleta de dados e processamento, ao diretor Edson Baloni e aos sócios gerentes José Inácio Rondina e Carlos Henrique Panek, pela confiança no meu trabalho.

Ao engenheiro florestal João Carlos Mancini de Oliveira, também sócio da Valor Florestal, pela contribuição ao texto do item 3.6, referente ao preço de toras podadas.

Ao engenheiro florestal Renato Teixeira Lima, pelo apoio nas diversas etapas do trabalho e especialmente pelas sugestões durante a definição da metodologia para o processamento das toras.

À engenheira florestal Fabiane Vargas Reis, por acompanhar a seleção e colheita das árvores e o trabalho nas laminadoras, pelas demonstrações de amizade e pelo incentivo nos momentos difíceis.

Ao engenheiro florestal Juarez Marinhesky e ao técnico Antonio Esteves pela boa vontade e comprometimento na condução da parte operacional dos trabalhos.

Aos demais integrantes da equipe da Valor Florestal, que tornaram possível esse trabalho, desde a colheita das árvores, carregamento da madeira, contatos com as laminadoras. Na esperança de não esquecer nenhum nome, faço questão de listá-los a seguir: Adilson dos Santos, Célio Fernandes e equipe da Moquem,

Jorge Fiates e equipe dos distritos Mocambo e Pouso Alto, bem como Anderson Campos, Adair Cherner, Felipe Perucio, Maria Aparecida Bonato, Milton Araújo, Andréia Roberto.

Às equipes terceirizadas de inventário, responsáveis pela medição das parcelas, dos lotes de toras e das cubagens, coordenadas por Anderson Camargo e Ricardo Giliet, pelo excelente trabalho.

À Indústria de Compensados Sudati, Unidade de Ibaiti - Pr, por possibilitar o processamento dos cinco primeiros lotes de toras.

À Laminadora de Tania Aparecida Casamali Costa Curta em Sengés - Pr, e à sua equipe, pela boa vontade e por tornar possível as análises mais detalhadas dos lotes de toras da segunda fase.

À Professora Dra. Christel Lingnau pela atenção e pela acolhida no Laboratório de Geoprocessamento, durante o período final de elaboração da tese.

Às engenheiras florestais Lorena Stolle e Jorgeane Schaefer, colegas do curso, pela amizade, por saberem ouvir e pelas palavras ditas na hora certa.

Ao Márcio Machado Gonçalves, pela amizade e pelo excelente trabalho na versão em inglês do Resumo.

Ao Dr. Carlos Alberto Ferreira, pela revisão da tese, com valiosas sugestões e pelo apoio na fase final do trabalho.

À Dra. Maria Augusta Doetzer Rosot, pelas contribuições importantes na revisão do texto.

À Capes, pela bolsa de doutorado nos últimos meses do trabalho.

Aos servidores da Biblioteca de Engenharia Florestal e Engenharia Industrial Madeireira UFPR, pelo bom atendimento durante todo o tempo do curso.

Aos servidores da secretaria do Programa de Pós-graduação em Engenharia Florestal UFPR, pelo atendimento eficiente e cordial.

*"Que ninguém se engane, só se consegue a simplicidade através de muito  
trabalho."  
(Clarice Lispector)*

## LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

Nome	Definição
$d_{1,30}$	Diâmetro a 1,30m da base da tora.
dap	Diâmetro à altura do peito, adotado como convenção, a 1,30 m da base da árvore.
dg	Diâmetro médio quadrático, diâmetro correspondente a área transversal média do talhão.
DCD	Diâmetro com defeitos, inclui o núcleo nodoso mais a cicatrização do nó após a poda.
DOO	<i>Diameter over occlusion</i> . O mesmo que DCD.
DOS	<i>Diameter over stubs</i> . Diâmetro do fuste imediatamente abaixo do primeiro galho vivo. Este diâmetro é utilizado para definir o momento adequado para a poda.
<i>grade</i>	Termo utilizado para se referir ao sortimento de madeira, definido pelo diâmetro da ponta fina da tora e o comprimento da mesma.
h	Altura média, adotado como convenção, de <i>height</i> .
hdom	Altura dominante, é a altura das 100 árvores de maior dap em um hectare.
IS	Índice de sítio. É um valor obtido por equação de sítio, que corresponde à altura dominante a uma determinada idade índice, neste caso, 20 anos. Determina a classe de produtividade do local.
IMA	Incremento médio anual. O IMA em volume, por exemplo, corresponde à média do volume por ano ao final da rotação, incluindo o volume retirado nos desbastes.
PLI	<i>Pruned Log Index</i> - Índice de Tora Podada. Índice desenvolvido para expressar a quantidade de madeira <i>clear</i> existente em toras podadas.
ITP	Índice de tora podada, com adaptação da fórmula do PLI, adequado para avaliar toras curtas de menos de 3 metros.

## CONTEÚDO

<b>RESUMO .....</b>	<b>2</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>3</b>
<b>1 INTRODUÇÃO.....</b>	<b>4</b>
<b>2 OBJETIVOS .....</b>	<b>6</b>
<b>3 REVISÃO DA LITERATURA .....</b>	<b>7</b>
<b>3.1 PARÂMETROS PARA DEFINIR O REGIME DE PODA ADEQUADO .....</b>	<b>7</b>
<b>3.2 CRESCIMENTO EM DIÂMETRO E ALTURA DE ÁRVORES PODADAS .....</b>	<b>9</b>
<b>3.3 ALTERAÇÃO NA FORMA DO FUSTE E DENSIDADE DA MADEIRA.....</b>	<b>15</b>
<b>3.4 ÍNDICES PARA QUANTIFICAR A MADEIRA PODADA.....</b>	<b>16</b>
3.4.1 Percentual de madeira limpa.....	16
3.4.2 Índice de tora podada ( <i>Pruned Log Index</i> - PLI).....	17
<b>3.5 PROCEDIMENTOS PARA COLETA DE INFORMAÇÕES DE TORAS     PODADAS.....</b>	<b>20</b>
<b>3.6 PREÇOS DE MADEIRA PODADA.....</b>	<b>24</b>
<b>3.7 PREÇOS DE LÂMINAS TORNEADAS DE PINUS .....</b>	<b>29</b>
<b>3.8 CUSTOS DE PRODUÇÃO DE LÂMINAS TORNEADAS .....</b>	<b>30</b>
<b>4 MATERIAL E MÉTODOS.....</b>	<b>32</b>
<b>4.1 ÁREA DO ESTUDO .....</b>	<b>32</b>
<b>4.2 CARACTERIZAÇÃO DOS TALHÕES .....</b>	<b>34</b>
<b>4.3 SEQUÊNCIA DE ATIVIDADES .....</b>	<b>34</b>
<b>4.4 INVENTÁRIO.....</b>	<b>36</b>
4.4.1 Variáveis medidas.....	36
4.4.2 Processamento do inventário.....	37

<b>4.5 AVALIAÇÃO DA FORMA DE ÁRVORES PODADAS.....</b>	<b>37</b>
4.5.1 Cubagem de árvores.....	38
4.5.2 Ajuste de função de afilamento.....	39
4.5.3 Comparativo entre árvores podadas e não podadas.....	39
4.5.3.1 Fator de forma.....	40
4.5.3.2 Avaliação gráfica.....	40
<b>4.6 PROCEDIMENTOS DE CAMPO PARA OS TESTES NAS LAMINADO- RAS .....</b>	<b>41</b>
4.6.1 Seleção de árvores.....	41
4.6.2 Número de árvores a derrubar.....	41
4.6.3 Medição e Marcação das Toras.....	42
4.6.4 Variáveis medidas em campo.....	43
<b>4.7 PROCEDIMENTOS NA LAMINADORA.....</b>	<b>43</b>
4.7.1 Toras da primeira fase do trabalho.....	43
4.7.1.1 Classificação preliminar por teor de água nas lâminas.....	45
4.7.1.2 Secagem.....	45
4.7.1.3 Critério para a classificação das lâminas.....	46
4.7.2 Toras da Segunda Fase do Trabalho.....	47
4.7.2.1 Medição do diâmetro do núcleo nodoso ou diâmetro com defeitos.....	48
4.7.2.2 Critérios para a classificação das lâminas.....	48
<b>4.8 PROCESSAMENTO DAS INFORMAÇÕES .....</b>	<b>49</b>
4.8.1 Volume das Toras.....	49
4.8.2 Índices para Avaliar a Forma das Toras.....	51
4.8.2.1 Fator de forma das toras.....	51
4.8.2.2 Conicidade das toras.....	51
4.8.2.3 Fator de conicidade das toras.....	52
4.8.3 Lâminas.....	52
4.8.4 Índice de Tora Podada ( <i>Pruned Log Index - PLI</i> ).....	53

4.8.4.1	Diâmetro do núcleo nodoso ou diâmetro com defeitos .....	54
<b>4.9</b>	<b>AVALIAÇÃO ECONÔMICA DOS TALHÕES ESTUDADOS .....</b>	<b>55</b>
4.9.1	VPL - Valor Presente Líquido .....	55
4.9.2	VPLA - Valor Presente Líquido Anualizado .....	56
4.9.3	VET - Valor Esperado da Terra .....	57
4.9.4	TIR - Taxa Interna de Retorno .....	57
4.9.5	Informações Necessárias para a Avaliação Econômica dos Talhões .....	58
4.9.5.1	Produção de madeira por sortimento nos desbastes e no corte raso .....	58
4.9.5.2	Preços de tora por sortimento .....	59
4.9.5.3	Custos de formação da plantação florestal .....	59
4.9.5.4	Custo de poda .....	59
4.9.5.5	Custo anual de administração .....	61
4.9.5.6	Custo da terra .....	62
4.9.5.7	Custo de colheita por sortimento por m <sup>3</sup> .....	63
<b>5</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>64</b>
<b>5.1</b>	<b>INVENTÁRIO .....</b>	<b>64</b>
<b>5.2</b>	<b>FORMA DE ÁRVORES PODADAS .....</b>	<b>67</b>
5.2.1	Cubagens de Árvores de <i>Pinus elliottii</i> aos 24 anos .....	67
5.2.1.1	Comparativo da forma de árvores podadas e não podadas .....	69
5.2.1.2	Comparativo do volume de árvores podadas e não podadas .....	70
5.2.2	Cubagens de Árvores de <i>Pinus taeda</i> aos 19 anos .....	71
5.2.2.1	Comparativo da forma de árvores podadas e não podadas .....	74
5.2.2.2	Comparativo do volume de árvores podadas e não podadas .....	75
<b>5.3</b>	<b>VOLUME E FORMA DAS TORAS LAMINADAS .....</b>	<b>77</b>
<b>5.4</b>	<b>DIÂMETRO DO NÚCLEO NODOSO OU DIÂMETRO COM DEFEITOS .....</b>	<b>81</b>
5.4.1	Toras de <i>Pinus elliottii</i> .....	83
5.4.2	Toras de <i>Pinus taeda</i> .....	84
<b>5.5</b>	<b>ITP - ÍNDICE DE TORA PODADA .....</b>	<b>85</b>

5.5.1 Toras de <i>Pinus elliottii</i> .....	86
5.5.1.1 Primeira tora .....	86
5.5.1.2 Segunda tora .....	87
5.5.2 Toras de <i>Pinus taeda</i> .....	89
5.5.2.1 Primeira tora .....	89
5.5.2.2 Segunda tora .....	91
<b>5.6 RENDIMENTO DAS TORAS E VOLUME POR TIPO DE LÂMINA .....</b>	<b>93</b>
5.6.1 Rendimento em Relação ao Volume de Toras .....	94
5.6.1.1 Volume total produzido .....	96
5.6.1.2 Volume Potencialmente <i>Clear</i> .....	99
5.6.1.3 Volume de Lâminas <i>Clear</i> .....	101
5.6.2 Rendimento em relação ao volume de lâminas .....	103
<b>5.7 QUANTIFICAÇÃO DO VOLUME <i>CLEAR</i> POTENCIAL POR TALHÃO .....</b>	<b>103</b>
<b>5.8 AVALIAÇÃO ECONÔMICA DOS TALHÕES .....</b>	<b>109</b>
5.8.1 Reconstituição da produção de madeira dos talhões estudados .....	109
5.8.2 Avaliação dos Índices Econômicos .....	113
5.8.2.1 VPL - Valor Presente Líquido .....	113
5.8.2.2 TIR - Taxa Interna de Retorno .....	116
5.8.2.3 VPLA - Valor Presente Líquido Anualizado .....	118
5.8.2.4 VET - Valor Esperado da Terra .....	124
5.8.2.5 Resumo de resultados da avaliação econômica .....	126
<b>5.9 ANÁLISE ECONÔMICA DA PODA CONSIDERANDO O VALOR DO     PRODUTO FINAL .....</b>	<b>130</b>
<b>6 CONCLUSÕES .....</b>	<b>133</b>
<b>7 RECOMENDAÇÕES .....</b>	<b>135</b>
<b>8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>137</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>144</b>

## LISTA DE FIGURAS

01 - Matéria seca em uma seção transversal de 1 cm de espessura a 1,30m de altura, por tratamento em função da idade (anel de crescimento).....	11
02 - Área basal média por árvore e por tratamento em função da idade (anel de crescimento) .....	11
03 - Influência da intensidade de desrama no crescimento médio em dap de <i>Pinus elliottii</i> aos 14 anos de idade.....	13
04 - Influência da intensidade de desrama na produção de madeira de <i>Pinus elliottii</i> em volume com casca por hectare aos 14 anos de idade. ....	13
05 - Evolução do dap médio para os diferentes tratamentos de desrama nos respectivos anos de avaliação.....	14
06 - Variação do fator de forma das árvores em função da desrama.....	16
07 - Configuração do cilindro oco de madeira sem nó no interior de uma tora e tubo de madeira limpa produzido.....	17
08 - Exemplos de Cvol e Lvol para dois diferentes tipos de tora.....	19
09 - Diâmetro a 1,30m da base da tora em função do diâmetro com defeitos para $PLI = 5$ .....	19
10 - Área de oclusão e área de ocorrência do nó.....	21
11 - Reconstrução da tora a partir das tábuas serradas .....	21
12 - Relação entre o diâmetro abaixo da primeira inserção de galhos no momento da poda (DOS) e o diâmetro de oclusão (DOO) .....	22
13 - Esquema de medição da tora .....	23
14 - Vista frontal de uma tora da base, <i>Pinus caribaea</i> var <i>caribaea</i> , em azul as oclusões e em vermelho os nós. ....	23
15 - Histórico de preços de toras podadas e não podadas na Nova Zelândia .....	27
16 - Diferença percentual em relação ao preço inicial entre toras podadas e não podadas do mesmo sortimento.....	27
17 - Evolução do preço estimado de toras de <i>Pinus</i> no estado do Paraná .....	28
18 - Preço médio estimado de madeira em toras no estado do Paraná.....	29
19 - Localização das áreas de estudo.....	32
20 - Resumo da sequência de atividades do trabalho.....	35
21 - Marcação das toras na primeira fase do trabalho, região de Ouro Verde .....	44
22 - Marcação das toras na segunda fase do trabalho, <i>P. elliottii</i> e <i>P. taeda</i> .....	44

23 - Retirada das toras do cozimento para a laminação .....	46
24 - Processamento das toras na Indústria Sudati.....	46
25 - Exemplos de lâminas <i>clear</i> da primeira e segunda toras do talhão 50367 - <i>Pinus taeda</i> .....	47
26 - Exemplos de lâminas com nós obtidas de primeira e segunda toras do talhão 50367 - <i>Pinus taeda</i> .....	47
27 - Primeira tora de <i>Pinus elliottii</i> , momentos depois da medição do diâmetro .....	48
28 - Classificação de lâminas conforme a quantidade e tipo de nós - <i>Pinus elliottii</i> .....	50
29 - Composição do volume por sortimento em cada talhão.....	65
30 - Percentual de volume por sortimento em cada talhão .....	67
31 - Relação entre dap e altura das 20 árvores cubadas de <i>Pinus elliottii</i> - 24 anos de idade .....	68
32 - Diferença percentual de fator de forma entre árvores podadas e não podadas de mesmo dap - <i>Pinus elliottii</i> .....	70
33 - Comparativo entre o fator de forma das árvores podadas e das não podadas em relação a h/dap - <i>Pinus elliottii</i> .....	70
34 - Diferença percentual de volume entre árvores podadas e não podadas de mesmo dap - <i>Pinus elliottii</i> .....	71
35 - Comparativo entre o volume das árvores podadas e das não podadas em relação ao dap - <i>Pinus elliottii</i> .....	72
36 - Relação entre dap e altura das 17 árvores cubadas de <i>Pinus taeda</i> - 19 anos de idade .....	73
37 - Diferença percentual de fator de forma entre árvores podadas e não podadas de mesmo dap - <i>Pinus taeda</i> .....	74
38 - Comparativo entre o fator de forma das árvores podadas e das não podadas em relação a h/dap - <i>Pinus taeda</i> .....	75
39 - Diferença percentual de volume entre árvores podadas e não podadas de mesmo dap - <i>Pinus taeda</i> .....	76
40 - Comparativo entre o volume das árvores podadas e das não podadas em relação ao dap - <i>Pinus taeda</i> .....	76
41 - Comparativo do fator de conicidade para primeira e segunda tora em cada talhão .....	78
42 - Diâmetro médio da ponta fina das toras e volume médio por tora dos oito talhões analisados .....	78
43 - Perfil médio de árvores podadas de <i>Pinus elliottii</i> até o final da 3ª tora .....	79
44 - Fator de forma da porção correspondente a três toras, altura 7,29 m em	

árvores de <i>Pinus elliottii</i> , calculado em relação ao diâmetro da base.....	81
45 - Diâmetro do núcleo nodoso da primeira e segunda tora em relação ao diâmetro médio sem casca em dois talhões .....	82
46 - Diâmetro do núcleo nodoso versus diâmetro médio da primeira tora de <i>Pinus elliottii</i> - 24 anos .....	83
47 - Diâmetro do núcleo nodoso versus diâmetro médio da segunda tora de <i>Pinus elliottii</i> - 24 anos .....	83
48 - Diâmetro do núcleo nodoso versus diâmetro médio da primeira tora de <i>Pinus taeda</i> - 19 anos .....	85
49 - Diâmetro do núcleo nodoso versus diâmetro médio da segunda tora de <i>Pinus taeda</i> - 19 anos .....	85
50 - ITP da primeira tora de <i>Pinus elliottii</i> em função do diâmetro a 1,30 m da base da tora .....	86
51 - Diâmetro do núcleo nodoso em função do diâmetro a 1,30 m da base da tora na situação atual e na situação de chegar ao ITP = 4 para primeira tora de <i>Pinus elliottii</i> .....	87
52 - ITP da primeira tora de <i>Pinus elliottii</i> aos 30 anos em função do diâmetro a 1,3 m da base da tora .....	87
53 - ITP da segunda tora de <i>Pinus elliottii</i> em função do diâmetro a 1,3 m da base da tora .....	88
54 - Diâmetro do núcleo nodoso em função do diâmetro a 1,30 m da base da tora na situação atual e na situação de chegar ao ITP = 4 para segunda tora de <i>Pinus elliottii</i> .....	89
55 - ITP da segunda tora de <i>Pinus elliottii</i> aos 30 anos em função do diâmetro a 1,3 m da base da tora .....	89
56 - ITP da primeira tora de <i>Pinus taeda</i> em função do diâmetro a 1,30 m da base da tora .....	90
57 - Diâmetro do núcleo nodoso em função do diâmetro a 1,30 m da base da tora na situação atual e na situação de chegar ao ITP = 4 para primeira tora de <i>Pinus taeda</i> .....	90
58 - ITP da primeira tora de <i>Pinus taeda</i> aos 25 anos em função do diâmetro a 1,3 m da base da tora .....	91
59 - ITP da segunda tora de <i>Pinus taeda</i> em função do diâmetro a 1,3 m da base da tora .....	92
60 - Diâmetro do núcleo nodoso em função do diâmetro a 1,30 m da base da tora na situação atual e na situação de chegar ao ITP = 4 para segunda tora de <i>Pinus taeda</i> .....	92
61 - ITP da segunda tora de <i>Pinus taeda</i> aos 25 anos em função do diâmetro a 1,3 m da base da tora .....	93

62 - Aproveitamento da primeira tora em volume percentual .....	97
63 - Aproveitamento da segunda tora em volume percentual .....	97
64 - Aproveitamento da primeira tora do volume potencialmente <i>clear</i> para produção de lâminas <i>clear</i> .....	100
65 - Aproveitamento da segunda tora do volume potencialmente <i>clear</i> para produção de lâminas <i>clear</i> .....	100
66 - Exemplo de lâmina de segunda tora classificada como tipo D, por apresentar uma fileira de nós em uma das pontas .....	102
67 - Percentual de volume de lâminas por classe de qualidade - primeira tora .....	104
68 - Percentual de volume de lâminas por classe de qualidade - segunda tora.....	104
69 - Comparativo do volume podado por tora com o volume potencialmente <i>clear</i> e o volume de lâminas <i>clear</i> produzido por hectare .....	107
70 - Percentual de volume potencialmente <i>clear</i> e volume de lâminas <i>clear</i> produzido em relação ao volume comercial de cada talhão analisado.....	108
71 - Percentual de volume potencialmente <i>clear</i> em relação ao volume comercial de cada talhão analisado para a primeira e segunda tora separadamente .....	108
72 - Percentual de volume de lâminas <i>clear</i> produzido em relação ao volume comercial de cada talhão analisado para a primeira e segunda tora separadamente .....	110
73 - VPL - Valor Presente Líquido para produção de uma tora podada por árvore em comparação com a produção sem poda.....	117
74 - VPL - Valor Presente Líquido para produção de duas toras podadas por árvore em comparação com a produção sem poda.....	117
75 - TIR - Taxa Interna de Retorno para produção de uma tora podada por árvore em comparação com a produção sem poda.....	120
76 - TIR - Taxa Interna de Retorno para produção de duas toras podadas por árvore em comparação com a produção sem poda.....	120
77 - VPLA - Valor Presente Líquido Anualizado para produção de uma tora podada por árvore em comparação com a produção sem poda.....	123
78 - VPLA - Valor Presente Líquido Anualizado para produção de duas toras podadas por árvore em comparação com a produção sem poda.....	123
79 - VET - Valor Esperado da Terra para produção de uma tora podada por árvore em comparação com a produção sem poda.....	127
80 - VET - Valor Esperado da Terra para produção de duas toras podadas por árvore em comparação com a produção sem poda.....	127

## LISTA DE TABELAS

01 - Custo médio da produção de lâminas de Pinus no Paraná - março-maio/2002 (lâmina 2,70m).....	31
02 - Número de árvores cubadas de talhões podados.....	38
03 - Preços de toras por sortimento .....	59
04 - Preços das operações e insumos referentes aos 4 primeiros anos de plantio..	60
05 - Custo da poda.....	61
06 - Custo anual de administração.....	61
07 - Valor do aluguel da terra conforme a idade de rotação da plantação .....	63
08 - Custo de colheita por sortimento e por m <sup>3</sup> .....	63
09 - Resultados de variáveis dendrométricas.....	66
10 - Composição do volume por sortimento .....	66
11 - Características dendrométricas e estatísticas das 20 cubagens de <i>Pinus elliottii</i> - 24 anos de idade .....	68
12 - Matriz de correlação das variáveis dendrométricas das 20 árvores cubadas de <i>Pinus elliottii</i> .....	69
13 - Características dendrométricas e estatísticas das 17 cubagens de <i>Pinus taeda</i> - 19 anos de idade .....	72
14 - Matriz de correlação das variáveis dendrométricas das 17 árvores cubadas de <i>Pinus taeda</i> .....	73
15 - Diâmetro, volume e fator de conicidade das toras analisadas nos oito talhões	77
16 - Diâmetro médio ao final de cada tora, classificado conforme o diâmetro observado ao final da terceira tora - <i>Pinus elliottii</i> .....	80
17 - Percentual de diâmetro <i>clear</i> em relação ao diâmetro médio das toras.....	82
18 - Correlação entre os percentuais de volume, a condição de poda e a posição da tora.....	94
19 - Resultados do processamento das toras nas laminadoras em volume (m <sup>3</sup> ).....	95
20 - Resultados do processamento das toras nas laminadoras em percentual de volume .....	98
21 - Extrapolação dos resultados obtidos nas laminadoras para os respectivos resultados de inventário dos talhões.....	105
22 - Diferença entre o dg obtido no inventário e o diâmetro médio da ponta fina das toras, ambos sem casca .....	107
23 - Produtividade esperada para os oito talhões estudados, considerando poda	

de uma tora.....	111
24 - Produtividade esperada para os oito talhões estudados, considerando poda de duas toras.....	112
25 - VPL - Valor Presente Líquido dos oito talhões para uma e duas toras podadas.....	115
26 - TIR - Taxa Interna de Retorno dos oito talhões para uma e duas toras podadas.....	119
27 - VPLA - Valor Presente Líquido Anualizado dos oito talhões para uma e duas toras podadas.....	121
28 - VET - Valor Esperado da Terra dos oito talhões para uma e duas toras podadas.....	125
29 - Percentual adicional médio para o preço de toras podadas para atingir o mesmo resultado econômico de um talhão não podado.....	128
30 - Percentual adicional para o preço de toras podadas para suprir o custo de poda.....	129
31 - Definição do adicional de preço para toras podadas destinadas à produção de lâminas comparado à aquisição de lâminas <i>clear</i> no mercado.....	132

## LISTA DE QUADROS

01 - Características dos talhões selecionados para o estudo.....	34
02 - Intensidade amostral em cada talhão.....	36
03 - Parâmetros dos sortimentos para processamento no FlorExel®.....	37
04 - Intensidade amostral da análise na laminadora.....	42
05 - Dimensões das lâminas geradas nas duas fases do trabalho.....	53

## RESUMO

A preocupação em produzir madeira *clear* de *Pinus spp* teve início no Brasil apenas há cerca de 30 anos, enquanto em outros países é uma atividade comum há muito tempo. A madeira das primeiras plantações podadas de *Pinus* vem sendo colhida nos últimos anos. Contudo em cada região existem peculiaridades quanto ao procedimento da poda, regime de desbastes e qualidade do sítio, afetando diretamente o crescimento das árvores e a quantidade de madeira livre de nós produzida ao final da rotação. A expectativa de preço para esse produto é de valor igual ou superior a 100% do valor da madeira do mesmo sortimento, sem poda. Porém, frente à crescente produção de chapas de partículas e outras mudanças do mercado, os preços de madeira *clear* vêm diminuindo, chegando a valores próximos ao da madeira não podada. Um dos objetivos deste trabalho foi quantificar o volume *clear* potencial e efetivo gerado em toras podadas. Outro objetivo foi definir o preço mínimo a ser cobrado pela madeira podada para que fosse alcançado o mesmo resultado econômico de um talhão não podado, considerando os custos da poda e a produtividade em volume comercial, em cada situação. Também calculou-se o preço máximo a ser cobrado para que fosse vantajoso comprar toras podadas ao invés de adquirir lâminas *clear* no mercado. Considerou-se o custo de podar apenas a primeira tora, e de podar as primeiras duas toras de cada árvore. Os dados provêm de oito talhões nas regiões de Jaguariaíva, Sengés e Ibaiti, no Paraná, e na região de Itapeva, em São Paulo. As idades das plantações variam entre 18 e 24 anos, sendo sete talhões de *Pinus taeda* e um de *Pinus elliottii*. Os lotes de toras foram processados em laminadoras de Sengés e Ibaiti. O processamento das toras foi eficiente, pois foi possível medir o diâmetro do núcleo nodoso ao surgimento do primeiro nó. Os resultados indicam que, em média, 52,9% do volume dos lotes de primeira tora corresponde ao volume potencialmente *clear* contra 50,1% obtido nos lotes de segunda tora. No entanto, 10,8% do volume dessas toras foi transformado em lâminas *clear*, enquanto nos lotes de talhões não podados, esse percentual não passou de 2,3%. Observou-se que a segunda tora, embora com melhor forma, apresenta menos volume que a primeira tora, tanto nos lotes podados quanto nos não podados. As árvores podadas têm melhor forma que as não podadas e alcançam, em média, 6,5% mais volume que estas últimas, para o mesmo dap e altura. Quanto ao preço, as toras podadas devem ter, com relação ao valor do mesmo sortimento não podado, um adicional mínimo de 53,9% para que seja atingido o mesmo resultado econômico de um talhão não podado, e um adicional máximo de 77% para que o comprador prefira adquirir essas toras ao invés de comprar as lâminas. Recomenda-se a poda somente da primeira tora, preferencialmente em sítios muito produtivos, frente à insegurança quanto à demanda por madeira *clear*. Considera-se a poda da segunda tora importante para suprir a pouca quantidade de madeira *clear* em talhões de produtividade baixa e média.

Palavras-chave: Desrama. Madeira *clear*. Índice de Tora Podada. Preços. Rendimento em madeira *clear*. Recomendações sobre poda.

## ABSTRACT

Brazil first began concerning about producing pine clearwood 30 years ago, even though it has been quite a common activity in other countries for several years. The wood originated from the first pruned pine plantations began to be harvested in recent years. However, the procedures used in the pruning operation vary from region to region, as well as the thinning regime and quality of the site, which directly affect the growth of the trees and the amount of knot-free wood produced at the end of the rotation. The expected price for this product is equal to or greater than 100% of the wood value for the same grade, without pruning. However, due to the increasing production of composition boards and other changes taking place in the market, clearwood prices have been decreasing, coming close to the prices of unpruned wood. One of the objectives of this study was to quantify the clearwood volumes effectively and potentially generated from pruned logs. Another objective was to establish the minimum price to be charged for the pruned wood so that the same economic result from an unpruned stand could be achieved, considering the costs of pruning and yield in commercial volume in each situation. Yet, the maximum price to be asked for was calculated in order to make it an advantage to buy pruned logs rather than buying clearwood veneer in the market. The cost of pruning only the first log and pruning the first two logs of each tree was considered. The data were taken from eight stands located in the regions of Jaguariaíva, Sengés and Ibaiti, all in Paraná State, and the region of Itapeva, in São Paulo State. The ages of the plantations range between 18 and 24 years old, seven stands being of *Pinus taeda* and one of *Pinus elliottii*. The log batches were processed in veneer companies located in Sengés and Ibaiti. The log processing was efficient, for it was possible to measure the diameter of the knotty core as the first knot was shown. The results show that on average 52.9 % of the volume of the batch from the first logs corresponds to the volume of potentially clearwood against 50.1 %, obtained in the batches containing second logs. However, 10.8 % of the volume of these logs was turned into clearwood veneer, whereas in the batches from unpruned stands, this percentage did not exceed 2.3 %. It was observed that the second log has a better shape than the first, both in pruned and unpruned batches, although the volume of the second log is smaller. The pruned trees have a better shape than the unpruned trees and they achieved, on average, 6.5 % more volume than the latter, for the same dbh (diameter at breast height) and height. Regarding the price, the pruned logs must have, in relation to the value of the same grade unpruned, a minimal additional of 53.9 %, so as the same economic result from an unpruned stand and a maximum additional of 77 % can be achieved, so that the buyer might prefer to purchase these logs instead of purchasing the veneers. It is recommended that pruning be performed only on the first log, preferably in very productive sites, due to the uncertainty about the demand for clearwood. Performing pruning on the second log is considered important to make up for the small amount of clearwood in stands of low and medium productivity.

Key words: Pruning. Clearwood. Pruned Log Index. Prices. Yield of clearwood. Advice on pruning.

## 1 INTRODUÇÃO

Os termos poda ou desrama são utilizados para denominar a retirada de galhos de árvores plantadas com objetivo de produzir toras sem a ocorrência de marcas de nós, que são utilizadas para serrados ou laminados. A essa classe de qualidade de madeira denomina-se madeira *clear*, ou madeira livre de nós.

Normalmente a poda é realizada até altura suficiente para gerar uma ou duas toras podadas por árvore. Isto ocorre na fase jovem da plantação, até cerca de 6 anos de idade e são necessárias várias intervenções realizadas com intervalos de aproximadamente um ano. O efeito desse tratamento na qualidade da madeira só pode ser avaliado no momento da colheita, na idade do corte raso, aproximadamente aos 20 anos.

Portanto é muito importante que a operação de poda tenha um bom controle, e que seja realizada adequadamente para garantir o resultado esperado ao final da rotação.

A prática da poda em plantações florestais no Brasil, em nível comercial iniciou-se há cerca de trinta anos, e desde essa época, tem-se buscado o regime de poda mais adequado, que não comprometa o crescimento das árvores e que gere o maior volume de madeira *clear*.

A demanda por madeira *clear*, ou livre de nós, surgiu da necessidade das indústrias madeireiras em melhorar o rendimento da produção, evitando perdas devido à ocorrência dos nós, indesejável em muitos segmentos da indústria.

A experiência com madeira podada em outros países, e também a oferta quase inexistente desse produto, fez com que a expectativa de preço dessa madeira no Brasil fosse igual ou maior que o dobro do preço praticado para a madeira não podada, com o mesmo diâmetro. Porém, a tendência crescente de produção em

larga escala de chapas de partículas pode mudar essa expectativa e tornar o preço de madeira podada não compensador.

A questão é que são raros os estudos sobre o preço ideal da madeira podada, que justifique as operações de poda e uma eventual perda em crescimento e também que seja atraente aos clientes, frente ao preço de seus produtos para o consumidor final.

A perda de crescimento das árvores após as operações de poda é um ponto bastante discutido na literatura, no entanto são poucos os resultados publicados quanto ao efeito da poda no volume e na forma das árvores na idade do corte raso.

Outro aspecto muito pouco discutido e com pouca informação é a quantidade de madeira efetivamente livre de nós das toras podadas. Espera-se que deve ocorrer madeira *clear* imediatamente após a poda, o que não ocorre devido ao tempo de cicatrização dos nós.

Diante desses comentários, o presente estudo visou esclarecer algumas questões inerentes à viabilidade da produção de madeira *clear* de *Pinus* spp.

## 2 OBJETIVOS

O presente trabalho teve como objetivos:

- . Avaliar os efeitos da poda na produção de madeira em plantações de *Pinus taeda* e *Pinus elliottii* com idades entre 18 e 24 anos.
- . Quantificar o volume de madeira *clear* potencial e efetivamente produzido em toras podadas, na produção de lâminas torneadas.
- . Avaliar oafilamento de fustes podados em relação ao de fustes não podados.
- . Determinar se é vantajoso fazer a poda da primeira e segunda toras de cada árvore.
- . Calcular o preço mínimo a ser cobrado pelas toras podadas.
- . Calcular o preço máximo a ser cobrado pelas toras podadas, para que seja vantajoso comprá-las e produzir lâminas *clear* ao invés de adquirir lâminas no mercado.

### 3 REVISÃO DA LITERATURA

Na literatura encontra-se tanto o termo “desrama” quanto o termo “poda” para denominar a retirada de galhos.

Seitz (1995) considerou que desrama significa a eliminação de ramos, mas a questão é definir se as estruturas que se desenvolvem a partir das gemas axilares são galhos ou ramos. Segundo esse mesmo autor, poda é um termo mais abrangente, que pode ser utilizado tanto para ramos quanto para galhos. Esse termo tem uma conotação mais paisagística e estética, mas nada impede que seja utilizado também para a retirada de galhos de espécies florestais.

Assim sendo, como a maioria das publicações consultadas utiliza o termo “poda”, neste trabalho também será adotado o mesmo termo ao se referir à retirada de galhos de árvores de plantações florestais, como tratamento para obter madeira limpa, livre de nós, também denominada *clearwood* ou madeira *clear*, normalmente adotado no setor florestal e encontrado em Obino e Menezes (1995), Smartwood e Imaflora (2009), Denk (2008) e Rivera (2007).

#### 3.1 PARÂMETROS PARA DEFINIR O REGIME DE PODA ADEQUADO

A poda tem, além da produção de madeira livre de nós, várias outras vantagens: favorecer a produção de madeira de boa qualidade, facilitar o acesso ao povoamento, reduzir os riscos de incêndios, manter constante o incremento após o desbaste (STOHR; EMERENCIANO e FABER, 1982).

Como recomendação de regime de poda adequado para *Pinus taeda* no sul do Brasil, com o objetivo de produzir madeira para laminação, Seitz (2000) indicou que:

*A primeira poda deveria ser realizada aos 3 anos, até*

*1 metro de altura, como medida profilática, em todas as árvores plantadas, a segunda poda, aos 4 anos, até 3 metros de altura, desde que as árvores tenham mais de 5 metros de altura, também em todas as árvores. A terceira poda deveria ser feita no quinto ano, após a execução de um desbaste seletivo, em que seriam retiradas as árvores concorrentes com as 800 melhores árvores por hectare. Estas árvores seriam podadas até 4,5 a 5 m, e nenhuma árvore podada deveria ter a seu lado uma árvore não podada mais alta. A quarta poda deveria ser realizada no sexto ano, quando todas as 800 árvores seriam podadas até 6 metros de altura. Nessa fase todas as árvores deveriam ter altura de 9 a 10 metros. Aos 7 anos deveria ser feito um desbaste, retirando todas as árvores não podadas. Em sítios muito produtivos as podas devem ser antecipadas, para garantir um diâmetro de núcleo nodoso máximo de 10 a 12 cm.*

Seitz (1995) considerou que, para auxiliar na decisão sobre quando ainda podar, é conveniente analisar as quantidades de madeira limpa produzidas, em função de diferentes proporções de núcleo nodoso da tora. A partir do cálculo de volume de madeira limpa em função do diâmetro do núcleo nodoso e do diâmetro da ponta fina de toras de 2,5 m de comprimento, pode-se esperar, por exemplo, que para uma tora com diâmetro de núcleo nodoso igual a 20 cm e diâmetro na ponta fina igual a 30 cm, o volume de madeira livre de nós seja de aproximadamente 43,2 % do volume da tora, para um fator de forma da tora igual a 0,80.

Schoelzke (2003) comentou que na Alemanha trabalha-se há muito tempo com uma relação entre o diâmetro do núcleo nodoso e o diâmetro da madeira sem nós de 1:2. Assim, por exemplo, uma árvore que na época da poda tem um diâmetro de 15 cm, terá de atingir um diâmetro de 45 cm na época da colheita. Essa relação representa entre 70 % e 75 % de madeira limpa na tora, seguindo a mesma lógica de cálculo considerada no parágrafo anterior (fator de forma entre 0,8 e 0,85). Seitz (1995) considerou que um percentual como este em uma tora de grande diâmetro representa muito mais volume de madeira que em toras mais finas, portanto deve-se ter em mente que o atraso da poda, ou o manejo para diâmetros não muito grandes ou ainda o uso de toras mais compridas (mais de 2,5 m) gera

perdas de madeira limpa.

Como regra geral, as árvores selecionadas para poda devem ser podadas quando o diâmetro médio chegar a 12 cm ou 13 cm na seção inferior do cilindro a ser podado, independente da sua idade (STOHR; EMERENCIANO e FABER, 1982).

Velasco (1992)<sup>1</sup>, citado por Leal (2003), considerou que o diâmetro com defeitos (DCD) está inversamente relacionado com a obtenção de madeira livre de nós e que a maioria dos autores concordam com a afirmativa de que, para chegar a um bom nível de produção de madeira livre de nós, o DCD deve ter uma medida entre 18 cm e 22 cm, provavelmente assumindo diâmetro médio na ponta fina entre 54 cm e 66 cm, na época da colheita.

Meneses e Guzman (2000), em trabalho desenvolvido com *Pinus radiata* no Chile, consideraram que segundo a prática neozelandesa, o diâmetro mínimo apropriado para a colheita de uma tora *clear* é 32 cm, o que corrobora as considerações de Shoelzke (2003) e de Stohr, Emerenciano e Faber (1982), pois com DOS (*diameter over stubs*, diâmetro do fuste imediatamente abaixo do primeiro galho vivo) de 12 a 13 cm, cerca de dois terços do diâmetro da tora seria de madeira limpa. Esses autores recomendaram, em função disso, que seja podada somente a primeira tora, a uma altura não superior a 5,5 m. No Brasil, isto já seria suficiente para duas toras de 2,40 m ou 2,50 m, descontando o toco.

### 3.2 CRESCIMENTO EM DIÂMETRO E ALTURA DE ÁRVORES PODADAS

Conforme relato de Kramer e Koslowski (1960), a poda de galhos vivos reduz a superfície fotossintética, e também diminui a superfície respiratória. Além disso, os galhos da base da árvore, geralmente suprimidos na poda, consomem

---

<sup>1</sup> Velasco, J. **Rendimiento de madera aserrada libre de nudos en trozas podadas de *Pinus radiata* D. Don.** 74p. Tesis para optar al Título de Ingeniero Forestal. Valdivia, Chile, Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias Forestales. 1992.

todos os carboidratos produzidos na fotossíntese; portanto, a poda desses galhos é desejável, pois os mesmos não contribuem para o crescimento do tronco e essa operação acaba gerando madeira livre de nós.

Os efeitos da poda em diversas intensidades no crescimento em diâmetro altura e volume e também na forma do tronco são relatados em inúmeros trabalhos, alguns dos quais, especificamente sobre *Pinus taeda* e *Pinus elliottii*, serão citados a seguir.

Pereira e Ahrens (2003) avaliaram o efeito da poda sobre a espessura dos anéis de crescimento e sobre a densidade da madeira de *Pinus taeda* aos 8 anos de idade, em um experimento podado aos 4 anos com poda realizada até 1,8 m e até 3 m, quando a altura média era de 4,84 m e o dap médio de 8 cm. Em seções de dap, nos anéis de crescimento formados no primeiro ano após a aplicação dos tratamentos, observou-se aumento da densidade da madeira apenas no tratamento mais severo, correspondente à remoção dos galhos até a altura de 3 m e esse efeito não foi observado nos anos subsequentes. Quanto à espessura dos anéis, constatou-se uma redução inicial após o primeiro ano, também apenas para o tratamento mais severo. Ambos os tratamentos em que se praticou a desrama determinaram um acréscimo significativo na espessura dos anéis (aumento do dap), no terceiro e no quarto ano após a desrama. As análises da área basal e da produção de matéria seca acumuladas em função da idade indicaram o efeito benéfico da desrama moderada, conforme mostrado nas Figuras 01 e 02.

Assim, se aplicada adequadamente, a desrama pode contribuir para o crescimento do fuste, além de melhorar a qualidade da madeira.

Schneider, Finger e Hoppe (1999) analisaram um experimento de poda conduzido no município de Cachoeira do Sul, Rio Grande do Sul com *Pinus elliottii* com os seguintes tratamentos: T1 - testemunha, sem desrama; T2 – desrama dos

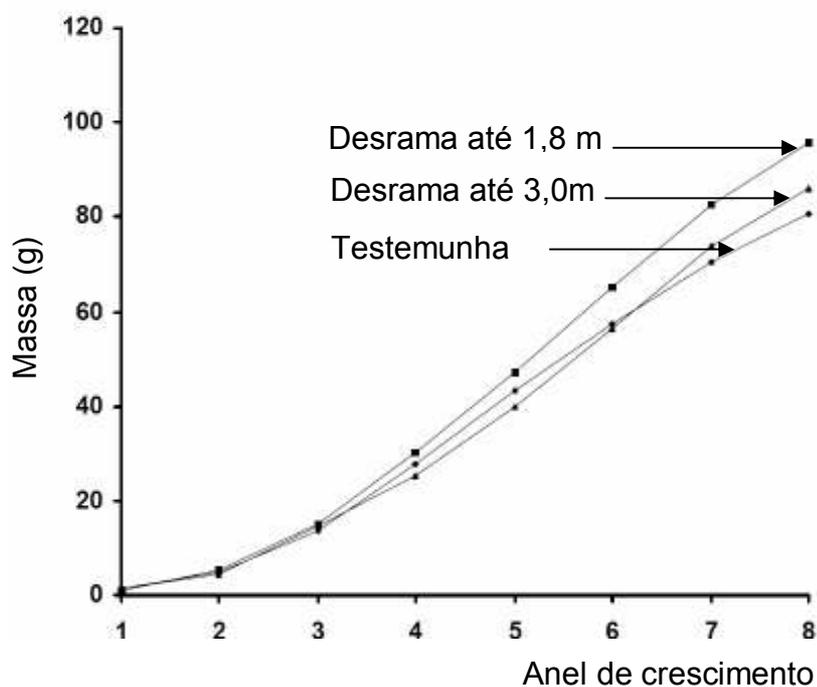


Figura 01 - Matéria seca em uma seção transversal de 1 cm de espessura a 1,30m de altura, por tratamento em função da idade (anel de crescimento)

Fonte: Adaptado de Pereira e Ahrens (2003)

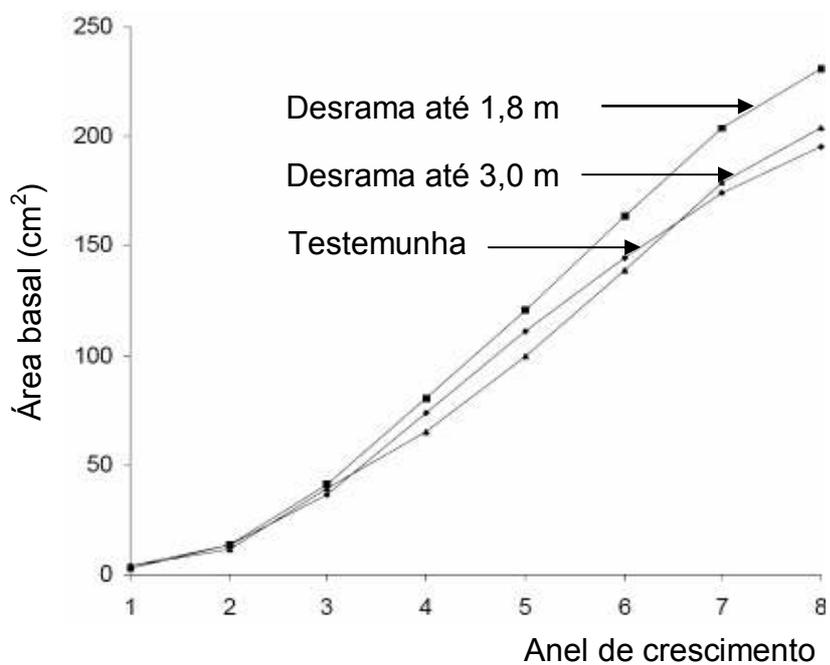


Figura 02 - Área basal média por árvore e por tratamento em função da idade (anel de crescimento)

Fonte: Adaptado de Pereira e Ahrens (2003)

ramos secos; T3 - desrama de 40 % da altura total; T4 - desrama de 50 % da altura total; e T5 - desrama de 60 % da altura total das árvores. A poda ocorreu aos 5, 7, 8, 9 e 10 anos de idade sempre mantendo as características propostas nos tratamentos. As medições aos 11 e 13 anos de idade permitiram concluir que:

- a) a produção volumétrica foi influenciada pelas intensidades de desrama, tendo sido encontrada diferença significativa entre os tratamentos, ao nível de 5 % de probabilidade, aos 11 anos e aos 13 anos de idade;
- b) a maior perda de produção, 19,7 %, em relação à testemunha, sem desrama, ocorreu no tratamento com desrama drástica, de 60 % da altura total das árvores;
- c) a menor perda de produção, 12,1 % em relação à testemunha, foi verificada no tratamento com desrama de 40 % da altura total das árvores;
- d) o crescimento em diâmetro foi severamente afetado pela intensidade de desrama, tendo sido encontrado uma diferença de 1,17 cm, aos 11 anos de idade, entre o diâmetro médio do tratamento sem desrama e o do tratamento com desrama drástica, 60 % da altura total das árvores;
- e) para fins práticos as desramas com intensidade inferior a 40 % da altura total das árvores são as mais recomendadas, pois produzem menores perdas de produção, maior diâmetro e uma melhor qualidade da madeira.

Em outro experimento, também com *Pinus elliottii* no município de Piratini, Rio Grande do Sul, aos 14 anos de idade, antes do primeiro desbaste, Hoppe e Freddo (2003) observaram a redução dos valores de dap e volume por hectare quando comparado com a testemunha (sem poda) com a maior intensidade de poda (80 % da altura total), conforme apresentado nas Figuras 03 e 04. Os autores recomendam intensidades de desrama iguais ou inferiores a 40 % da altura total das árvores de povoamentos de *Pinus elliottii* desta região, pois a intensidade de 40 % não provocou grandes perdas na produção nem diminuição dos diâmetros e gerou

melhoria na qualidade da madeira.

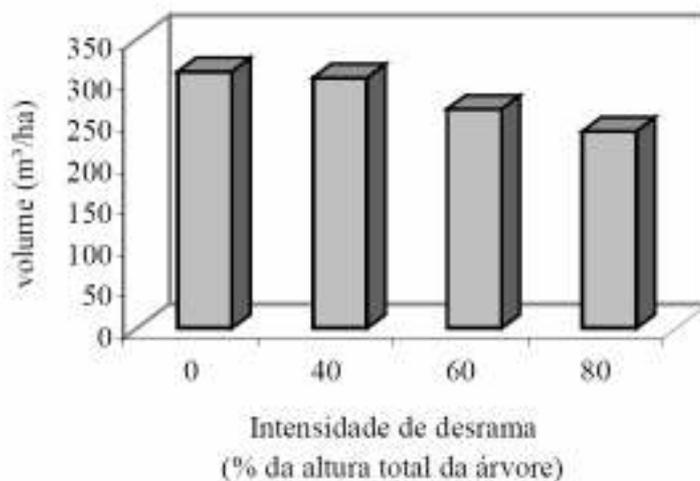


Figura 03 - Influência da intensidade de desrama no crescimento médio em dap de *Pinus elliottii* aos 14 anos de idade

Fonte: Hoppe e Freddo (2003)

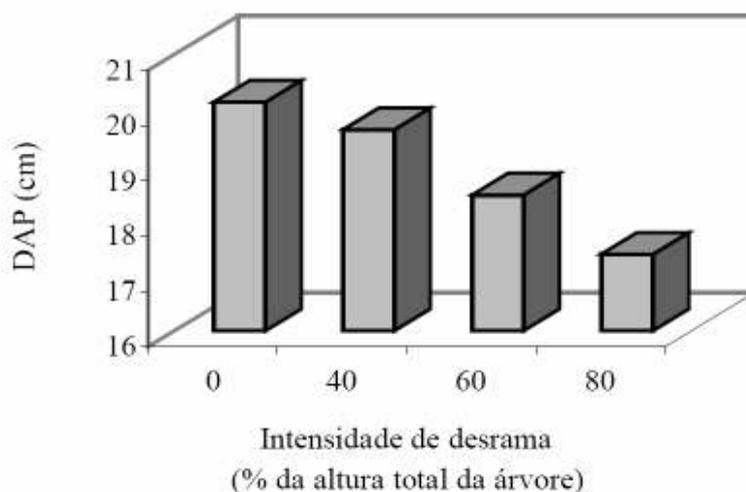


Figura 04 - Influência da intensidade de desrama na produção de madeira de *Pinus elliottii* em volume com casca por hectare aos 14 anos de idade.

Fonte: Hoppe e Freddo (2003)

Montagna *et al.* (1993), em experimento de *Pinus elliottii* na Estação Experimental de Itapetininga, São Paulo, plantado em 1966 e avaliado aos 6, 12, 16 e 21 anos de idade, identificaram redução do crescimento do dap quando a intensidade da poda foi maior ou igual a 60 % da altura total (Figura 05). Esses autores observaram também um ligeiro aumento de crescimento do dap em relação

à testemunha para intensidade de poda de 15 % a 30 % da altura total, conforme mostra a Figura 05, o que indica o efeito positivo da poda menos intensa no desenvolvimento das árvores.

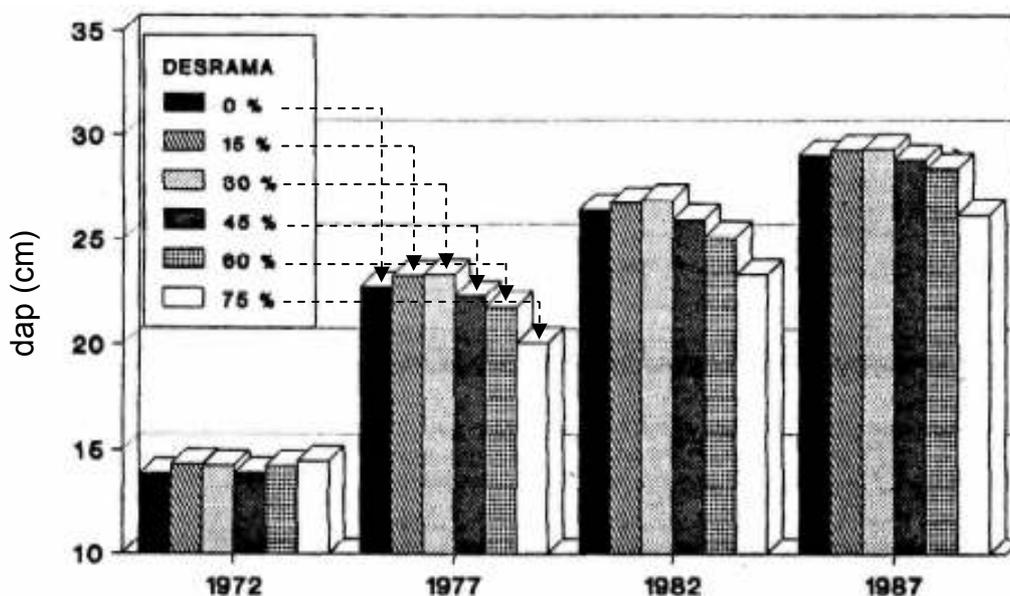


Figura 05 - Evolução do dap médio para os diferentes tratamentos de desrama nos respectivos anos de avaliação

Fonte: Adaptado de Montagna *et al.*(1993)

Menezes e Guzman (2000) comentaram que a produção de madeira *clear* de uma segunda tora (acima de 5,5 m) impacta negativamente na produção da primeira tora, pelo efeito que a poda tem sobre o crescimento em diâmetro. Podas posteriores às necessárias para produzir só a primeira tora retardam o crescimento global da árvore, e especialmente o crescimento em diâmetro, sem compensar esta redução com a formação de madeira *clear* na segunda tora. Estes autores recomendaram que a primeira poda fosse realizada aos 5 anos, que é a época em que as 350 árvores por hectare do talhão, que seriam destinadas ao corte raso, alcançariam o diâmetro de 12 cm. A segunda poda, bem como as seguintes, deveriam ser realizadas com uma periodicidade não maior que um ano, especialmente a segunda. Em sítios muito bons, o intervalo de tempo de um ano

para a segunda poda pode ser muito longo. É fundamental o regime de desbastes: o primeiro deveria ocorrer junto com a primeira poda e, o segundo por ocasião do fechamento das copas, que em sítios bons deve ocorrer antes dos 10 anos. Quanto à densidade final, os dados indicaram que pode-se obter um bom PLI (*pruned log index* - índice de tora podada) com 300 a 350 árvores por hectare. Em sítios médios a situação é bastante parecida, mas as podas poderiam ser mais espaçadas, assim como o primeiro e o segundo desbaste.

Schoelzke (2003) também observou o efeito positivo do primeiro desbaste ocorrer junto com a primeira poda. Em um experimento de poda às alturas de 2 m, 4 m e 6 m, não detectou diferenças importantes de incremento em altura, dap e área basal, aos 12 anos de idade, entre os tratamentos podados e não podados, exceto quando comparado o tratamento podado e desbastado com o tratamento podado e não desbastado. O incremento em dap em 7 anos nos tratamentos sem desbaste foi de 6,6 cm, enquanto nos tratamentos com desbaste foi de 11,3 cm em média. Comenta ainda que a intensidade de poda de mais de 50 % da copa viva gera um incremento menor em dap e em área basal, embora não comprovado estatisticamente.

### 3.3 ALTERAÇÃO NA FORMA DO FUSTE E DENSIDADE DA MADEIRA

Koslowski (1971) comentou que a poda inibe o crescimento na base do tronco e faz com que ocorra acréscimo do xilema na porção do tronco acima de onde ocorreu a poda, ou seja, na porção não desganhada. A poda tende a reduzir a conicidade do tronco, mas seu efeito depende da severidade e da época em que é aplicada e das características das copas das árvores.

Montagna *et al.* (1993) observaram tendência de aumento do fator de forma com o aumento da intensidade de desrama, conforme mostra a Figura 06. A testemunha apresentou valores maiores para o fator de forma quando comparado

aos obtidos para intensidade de desrama de 15, 30, 45 e 60 %, devido à tomada dos diâmetros a alturas pré-estabelecidas, o que permitiu que as calosidades que envolvem os remanescentes dos galhos salientassem a expressão diamétrica dos toretes.

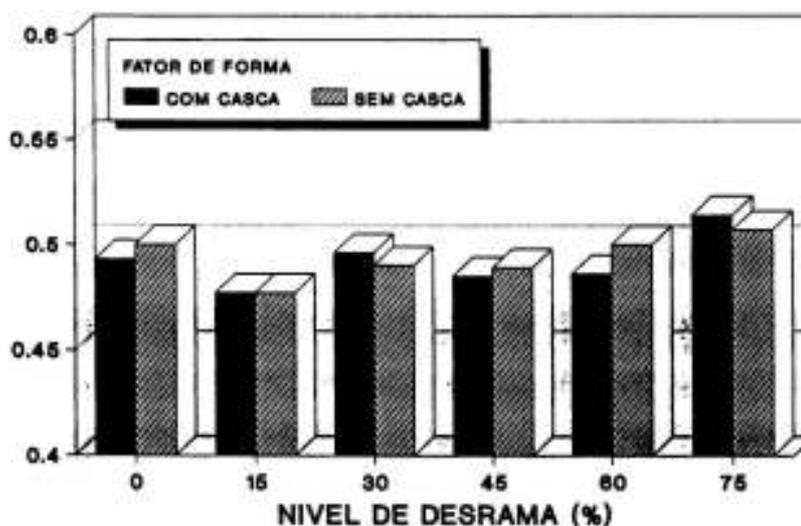


Figura 06 - Variação do fator de forma das árvores em função da desrama  
Fonte: Montagna *et al.* (1993)

### 3.4 ÍNDICES PARA QUANTIFICAR A MADEIRA PODADA

#### 3.4.1 Percentual de madeira limpa

Um dos estimadores do volume de madeira podada por tora é o percentual de madeira limpa, que é dado pela proporção da área transversal do núcleo nodoso máximo em relação à área transversal da tora na ponta fina. A seguinte equação e a Figura 07 ilustram este conceito (Seitz, 1996).

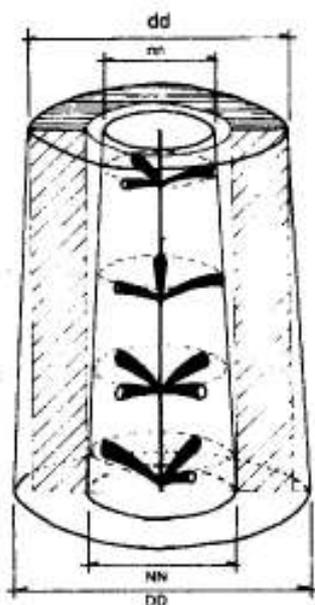
$$ML = \frac{\pi \times dd^2 - \pi \times NN^2}{\pi \times dd^2} \times 100$$

onde :

ML = madeira limpa %

dd = diâmetro da ponta fina

NN = diâmetro máximo do núcleo nodoso



dd = diâmetro da ponta fina  
 DD = diâmetro da base da tora  
 NN = maior diâmetro do cilindro nodoso  
 nn = menor diâmetro do cilindro nodoso

Figura 07 - Configuração do cilindro oco de madeira sem nó no interior de uma tora e tubo de madeira limpa produzido.

Fonte: Seitz (1996)

### 3.4.2 Índice de tora podada (*Pruned Log Index* - PLI)

Park (1989) desenvolveu na Nova Zelândia um índice de tora podada (PLI - *Pruned Log Index*), baseado totalmente em variáveis mensuráveis, com o objetivo de expressar o potencial de toras podadas para produção de madeira serrada *clear* e livre de qualquer defeito. Para gerar esse índice, foram utilizadas duas séries de toras podadas, a primeira composta por 74 toras e a segunda de 15 toras com o propósito de validação, em que foi feita a análise seccional. O material é de *Pinus radiata*, com idade entre 20 e 32 anos. As toras tinham comprimento de 5,5 m e diâmetros variando entre 29,4 cm e 60,4 cm. Após dois anos de estudos desse

índice, o autor estabeleceu os intervalos de valores de PLI indicativos da efetividade da poda, como:

- . < 2: sem valor podado, quase sem madeira *clear*
- . 2 a 3,9: baixa qualidade, pouca madeira *clear*, “P2”
- . 4 a 5,9: qualidade regular (satisfatória), a partir deste valor de PLI, denominada “P1”
- . 6 a 7,9: qualidade boa
- . 8 a 9,9: qualidade muito boa
- . > 10: qualidade excelente

O PLI é função de três variáveis: o diâmetro máximo do cilindro com defeitos resultante das podas (DCD), diâmetro a 1,30 m da extremidade de maior diâmetro da tora ( $D_{1,3}$ ) e da forma da tora que é o efeito da curvatura, dado pelos desvios em relação a um cilindro perfeito,  $F=Cvol / Lvol$ . A fórmula é dada por:

$$PLI = \left( \frac{D_{1,3} - DCD}{10} \right)^{0.5} \times \frac{D_{1,3}}{DCD} \times \left( \frac{Cvol}{Lvol} \right)^{1.6}$$

onde:

Cvol: volume do cilindro da tora, comum a toda a extensão da tora, descontando eventuais tortuosidades, conforme exemplo na Figura 08.

Lvol: volume da cubagem da tora pelo método de Smalian

O diâmetro a 1,30 m da extremidade de maior diâmetro para manter um PLI igual a 5 (qualidade regular), diante de variações do diâmetro com defeitos e com a relação  $Cvol / Lvol$  constante, apresenta um comportamento linear conforme a Figura 09. Assim para um diâmetro com defeitos igual a 21 cm, o diâmetro a 1,3 m da base da tora deveria ser igual a 38 cm.

Meneses e Guzman (2000) argumentaram que existe uma estreita relação

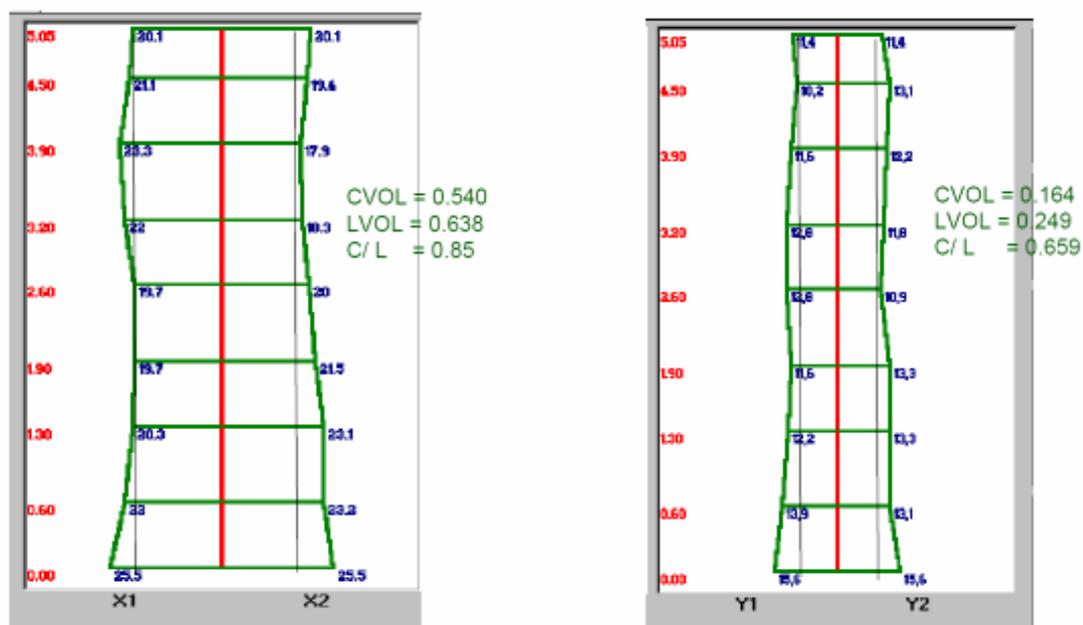


Figura 08 - Exemplos de Cvol e Lvol para dois diferentes tipos de tora

Fonte: PLI: Conceptos básicos y aplicaciones. Apresentação em arquivo PDF, não publicado.

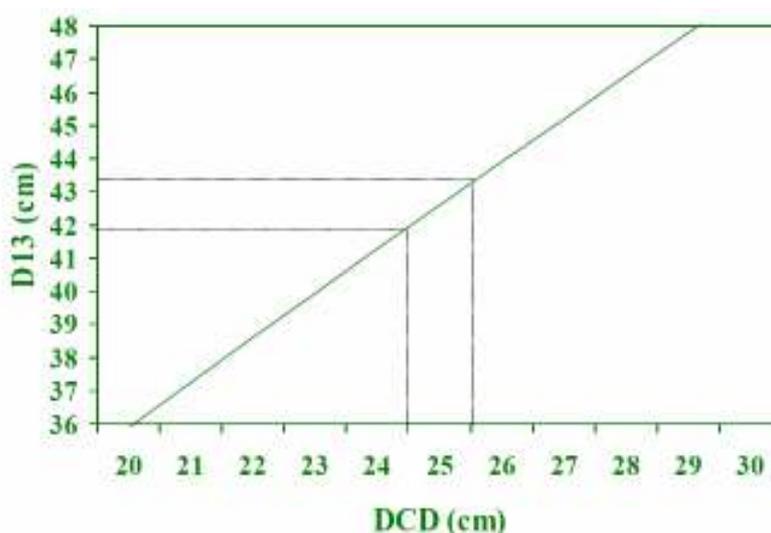


Figura 09 - Diâmetro a 1,30m da base da tora em função do diâmetro com defeitos para PLI = 5

Fonte: PLI: Conceptos básicos y aplicaciones. Apresentação em arquivo PDF, não publicado.

entre as podas e desbastes que se aplicam a um talhão com a sua potencialidade em produzir madeira *clear*. Em geral, o potencial é maior com a aplicação de podas precoces e frequentes (DCD pequenos) e desbastes também precoces (diâmetros finais altos). Esses autores chegaram a uma equação que expressa a forma com

que as atividades silviculturais se combinam e definem o potencial de produção de madeira *clear*:

$$PLI = (12,796 + 0,289 * I.S.) - (0,369 * DCD + 0,212 * Id_{1.desb} + 0,197 * Id_{2.desb} + 0,014 * N_{corte\ raso})$$

$$R^2 = 0.86; n=29$$

onde:

I.S. = índice de sítio (m)

Id<sub>1.desb</sub> = idade do primeiro desbaste

Id<sub>2.desb</sub> = idade do segundo desbaste

N<sub>corte raso</sub> = número de árvores por hectare para o corte raso

Os autores comentaram ainda que esta equação confirma o comportamento da relação entre o PLI e a silvicultura: altos valores de PLI são conseguidos em sítios bons com regimes de podas e desbastes precoces, que minimizam o DCD e maximizam o diâmetro médio no corte raso.

### 3.5 PROCEDIMENTOS PARA COLETA DE INFORMAÇÕES DE TORAS PODADAS

As principais informações que devem ser obtidas para a avaliação de toras podadas são o diâmetro da ponta fina da tora e o diâmetro do cilindro nodoso (com defeitos) da tora. O cilindro nodoso abrange a área ocupada pelos nós e também a área ocupada pela cicatrização ou oclusão dos mesmos, conforme ilustrado na Figura 10.

Bancalari e Sáez (2005) citaram o método descrito na Nova Zelândia por Park (1982)<sup>2</sup> para medir o cilindro central defeituoso, que consiste em reconstituir as

---

<sup>2</sup> Park, J. Occlusion and the defect core in pruned radiata pine. **FRI Bulletin** n.2. N. Z. For. Serv. For. Res. Inst. Rotorua, New Zealand, 1982.

toras depois de serradas (Figura 11). Foram geradas regressões entre o diâmetro máximo medido sobre a área de oclusão (DOO – *diameter over occlusion*) e o cilindro defeituoso, utilizando como variável independente o diâmetro máximo abaixo da primeira inserção de galhos no momento da poda (DOS - *diameter over stubs*).

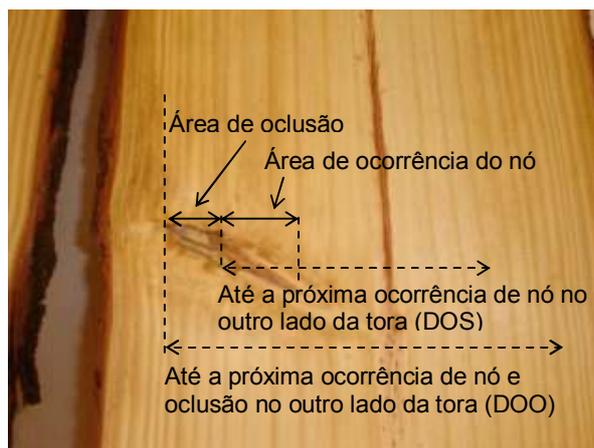


Figura 10 - Área de oclusão e área de ocorrência do nó

Fonte: Companhia Volta Grande, foto de Charles Kupitzky

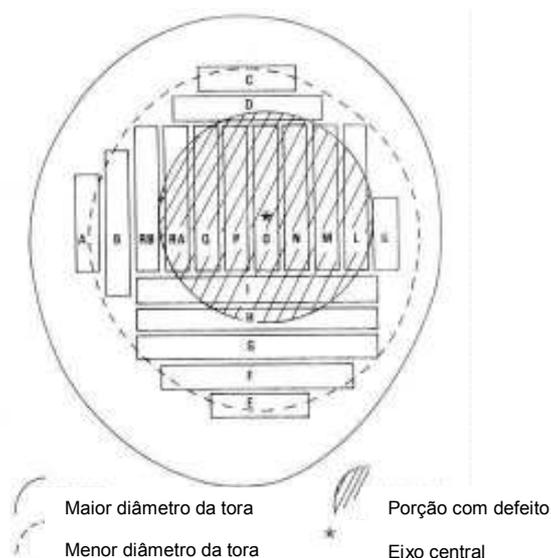


Figura 11 - Reconstrução da tora a partir das tábuas serradas

Fonte: Park (1995)<sup>3</sup> citado por Bancalari e Sáez (2005)

<sup>3</sup> Park, J.. Pruned log evaluation and conversion developments in New Zealand. **VI Silvotecna**. Chile, 1995.

Essas relações foram ensaiadas em muitos sítios e não foram encontradas diferenças significativas. O resultado desse estudo indicou uma estreita relação entre o DOO e o cilindro defeituoso com o DOS, que são mostrados na Figura 12.

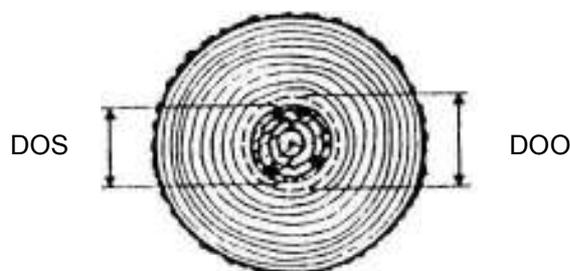


Figura 12 - Relação entre o diâmetro abaixo da primeira inserção de galhos no momento da poda (DOS) e o diâmetro de oclusão (DOO)

Fonte: Bancalari e Sáez (2005)

A medição do DOO no estudo de Park (1982) requer que sejam seguidos os seguintes passos:

- . Medição das toras;
- . Processamento na serraria (incluindo identificação e registro das tábuas e modelo de serragem);
- . Reconstrução da tora a partir das tábuas e mapeamento do cilindro defeituoso;
- . Registro e graduação da madeira conforme Figura 13.

Fassola *et al.* (2006) apresentaram uma outra metodologia de análise de toras podadas que consiste na dissecação de toras mediante a obtenção de lâminas por corte plano. Essa metodologia torna possível a reconstrução da tora e assim verificar as oclusões e marcas da poda, em papel milimetrado, em vista frontal desde a ponta fina. Com estes gráficos determina-se o diâmetro do cilindro com defeitos, o diâmetro máximo sobre a primeira inserção de galhos (DOS) e a profundidade da oclusão. O procedimento inicial que garante a reconstituição das toras é a definição do norte em cada árvore a ser derrubada e a marcação dos quatro quadrantes em

cada tora. A base de dados obtida com essa reconstituição permite estabelecer relações lineares entre essas variáveis. O padrão de corte para o desdobramento da tora e a obtenção das lâminas da tora permite obter o posicionamento em três dimensões dos defeitos existentes no cilindro que os contém (Figura 14).

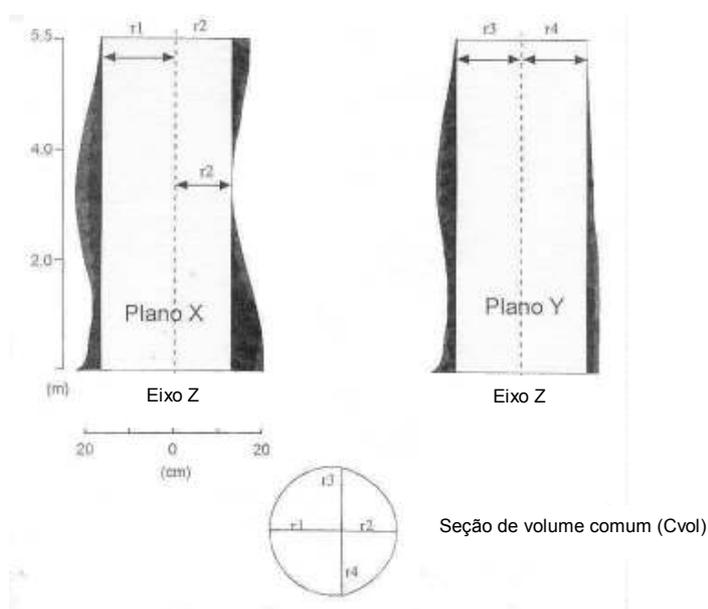


Figura 13 - Esquema de medição da tora  
Fonte: Park (1995)

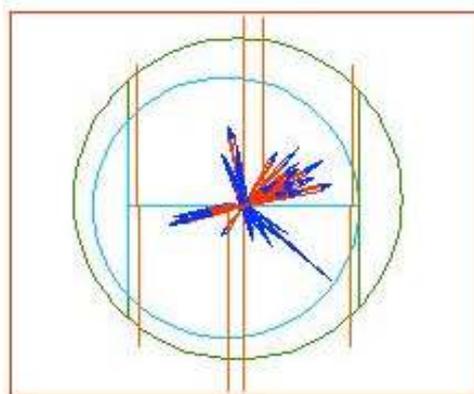


Figura 14 - Vista frontal de uma tora da base, *Pinus caribaea* var *caribaea*, em azul as oclusões e em vermelho os nós.  
Fonte: Fassola *et al.* (2006)

### 3.6 PREÇOS DE MADEIRA PODADA

O mercado de toras podadas no Brasil é pequeno devido à própria oferta que é extremamente baixa; portanto, também são restritas as informações sobre preços deste produto. Os comentários apresentados a seguir são de Mancini (2008), empresário que atua na área de mercado de madeira, um dos sócios da empresa Valor Florestal, com sede em Jaguariaíva, Paraná.

*“As principais empresas que possuem toras podadas atualmente em fase de corte estão concentradas em Santa Catarina, macro-região de Lages, Caçador e Ponte Alta do Norte. Neste eixo, encontram-se empresas que possuem florestas em idade de corte e entre elas, destacam-se a Florestal Gateados (posicionada para o mercado), Sincol e Juliana Florestal (consumo próprio) entre outras empresas que têm oferta de madeira mas que neste momento não estão vendendo (novembro de 2008).*”

*O volume de toras podadas vendidas ao mercado, está direcionado principalmente para empresas de faqueados voltadas ao mercado de portas e móveis. Como estes dois segmentos industriais estão vivendo uma crise desde 2007, isto tem gerado uma forte queda da demanda. A empresa Florestal Gateados continua vendendo toras de diâmetro superior a 40 cm (1ª tora), toras de 30 a 40 cm (2ª tora), mas promoveu desconto em relação ao passado. Além disto, essa empresa vende também toras podadas de mais baixa qualidade, oriundas de 3º e 4º desbaste a um preço menor para laminadoras. Entretanto a diferença dos preços destas toras de desbaste, quando comparado ao mercado de toras não podadas de outras empresas, é inexistente. O preço poderia até ser maior, mas como o volume produzido é pequeno, este não é o foco da empresa.”*

Para se ter uma idéia de preços praticados e condições de qualidade do produto oferecido, no estado de Santa Catarina, segundo informações de produtores de madeira da região de Lages, as plantações florestais de *Pinus taeda* conduzidas com poda e quatro desbastes, alcançam a produção de 750 m<sup>3</sup>/ha no corte raso, com 300 árvores por hectare em idades acima de 30 anos. Em novembro de 2008, a

primeira tora da árvore, no sortimento de diâmetro maior ou igual a 42 cm era comercializada a R\$ 236,00 por tonelada, garantindo que 50 % do volume é *clear*, para faqueado. Já a segunda tora, sortimento de diâmetro maior que 35 cm era vendida a R\$ 177,00 por tonelada, para o mesmo percentual de volume *clear*. São produzidos 1.500 a 2.500 toneladas de toras podadas por mês na região de Lages, e a produtividade da plantação é de 42 m<sup>3</sup>/ha ano aos 27 anos. A madeira de quarto desbaste, aos 20 anos também gera volume *clear* sendo a primeira tora, do sortimento 25 cm a 35 cm, vendida a R\$ 109,90 por tonelada e a segunda tora, no mesmo sortimento, a R\$ 102,68 por tonelada. É assegurado um DOS de 14 cm.

Na região sudeste do Paraná, em novembro de 2008, toras podadas com diâmetro maior que 40 cm eram compradas por R\$ 270,00 o m<sup>3</sup> sem o corte e carregamento, enquanto as de diâmetro entre 28 cm e 35 cm tinham preços que variavam entre R\$ 121,00/m<sup>3</sup> e R\$ 158,00/m<sup>3</sup> entregue na fábrica e sem o frete, respectivamente. Ainda na mesma região, foi obtida outra informação de que o preço de toras podadas (primeira e segunda tora) era de R\$ 158,00 a R\$ 160,00 a tonelada com diâmetro maior que 35 cm. O aproveitamento de lâminas *clear* é de 60 % enquanto toras não podadas deste mesmo sortimento têm um aproveitamento de até 10 % de lâminas *clear*.

Mancini (2008) comentou que,

*“no Brasil, como a oferta é pequena, as toras de grandes dimensões têm um valor 80 % e algumas vezes 100 % ou mais sobre as toras não podadas em situação de demanda normal de mercado. O que não vale para momentos de crise com desequilíbrios conjunturais do mercado.”*

Seitz (2000) relatou que na região de Lages, Santa Catarina, no ano 2000 a diferença de preço entre toras podadas e não podadas do *grade* maior que 30 cm de diâmetro era ainda maior, cerca de 250 %, pois enquanto as toras podadas eram vendidas a R\$ 140,00, toras não podadas do mesmo *grade* eram vendidas a R\$ 40,00 o metro cúbico.

*“Mundialmente o que tem ocorrido, é uma diminuição*

*das diferenças entre os preços de toras podadas e não podadas. Há muitos anos atrás se falava em diferenças de 100 % ou mais e com o aumento da oferta somado ao desenvolvimento de novas tecnologias industriais para obter madeira de melhor qualidade, estas diferenciais têm caído para níveis próximos a 50 % e 60 % (valor em pé no Chile e Nova Zelândia). Se as toras tiverem defeitos e forem classificadas como P2, P3 as diferenças são menores, podendo não existir, ou atingir diferenças de 30 % a 35 %.” (MANCINI, 2008)*

O histórico de preços de madeira podada na Nova Zelândia consumida no mercado interno aponta para uma redução de preço entre 40 % e 52 %, dependendo do sortimento, no período de junho de 1994 a novembro de 2008, conforme mostra a Figura 15. Neste país consideram-se dois tipos de sortimento: P1, toras com diâmetro maior que 40 cm na ponta fina e P2, toras com diâmetro maior que 30 cm. A diferença de preço entre toras podadas e não podadas do mesmo sortimento vem diminuindo desde 2001, e em 2008 foram de 45 % para P1 e 32 % para P2, em média, conforme informações registradas em MAF (2009), Figura 16.

Leal (2003), em um estudo comparativo do aproveitamento e qualidade de madeira serrada de *Pinus radiata* entre dois tipos de toras podadas no Chile, relatou que enquanto o preço de uma tora não podada seria em média US\$ 40,00 o m<sup>3</sup>, a mesma tora sendo podada, alcançaria um valor de US\$ 60,00 o m<sup>3</sup>, portanto teria um adicional de 50 %. Na empresa em que foi feito o estudo, Asserraderos Norwood S.A., as toras são classificadas em P1-100 (podadas com diâmetro mínimo na ponta fina de 34 cm), P2-100 (parcialmente podadas com diâmetro mínimo da ponta fina de 26 cm, ambas provenientes de talhões com PLI maior ou igual a 5. A classificação P2-100 refere-se a toras totalmente podadas com diâmetro mínimo na ponta fina de 26 cm e a classificação P2-50 abrange toras parcialmente podadas também com diâmetro mínimo de 26 cm. Ambas são provenientes de talhões com PLI menor que 5. Caracteriza-se aí a importância e a preocupação em avaliar a qualidade das toras para a comercialização.

A situação da floresta e a qualidade da madeira que estão sendo analisadas

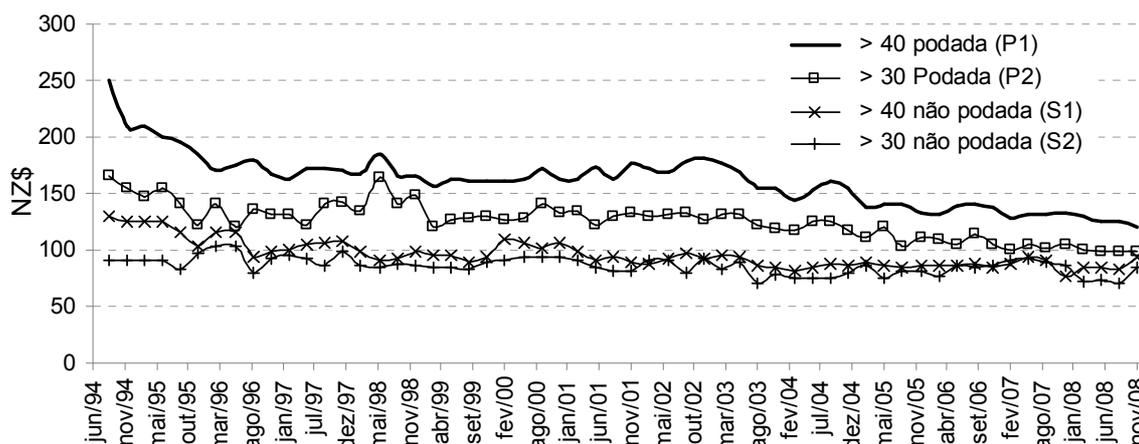


Figura 15 - Histórico de preços de toras podadas e não podadas na Nova Zelândia

Fonte: MAF - Ministry of Agriculture and Forestry of New Zealand. Elaborado a partir de informações do link: <http://www.maf.govt.nz/forestry/statistics/logprices> em 03/05/2009.

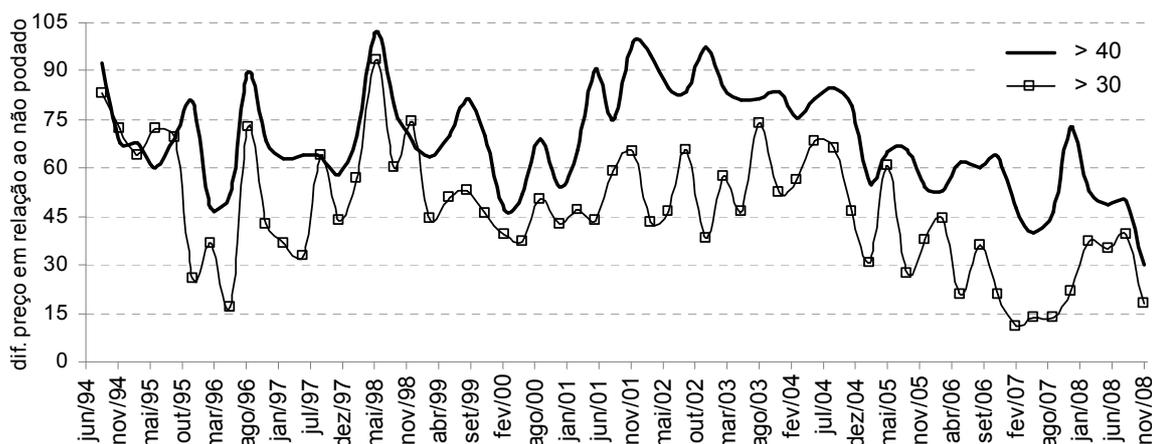


Figura 16 - Diferença percentual em relação ao preço inicial entre toras podadas e não podadas do mesmo sortimento

Fonte: MAF - Ministry of Agriculture and Forestry of New Zealand. Elaborado a partir de informações do link: <http://www.maf.govt.nz/forestry/statistics/logprices> em 03/05/2009.

neste trabalho são diferentes do que acontece no mercado nacional e internacional. A maneira de se ter segurança quanto à determinação do preço da madeira *clear* é o entendimento da avaliação industrial e o que essas toras poderão oferecer como diferencial aos padrões de toras que os clientes tradicionalmente têm recebido. Isto vai depender dos processos industriais, da necessidade de madeira *clear*, dos rendimentos e do diferencial em qualidade que as empresas madeireiras conseguem

quando possuem oferta de toras *clear* em seus processos. Somado a tudo isto, o aumento da oferta de toras *clear*, poderá propiciar com o tempo, a criação de uma demanda na região de Jaguariaíva.

A determinação do preço é um dos componentes principais para uma correta análise de retorno de investimento, uma vez que o preço atual não representa necessariamente o preço futuro por ocasião do desbaste e corte final da floresta. Em razão da dificuldade de se obter preços futuros, faz-se necessária uma análise retrospectiva de preços (ainda que seja de madeira não podada) para que se possa reduzir os riscos, ou ao menos traçar possíveis comportamentos destes em função da tendência histórica (CEFA/UFPR, 2007).

No estado do Paraná, todos os sortimentos de madeira apresentaram uma tendência de aumento de preços no período de 2002 a 2005 e a partir deste ano, os sortimentos destinados a serraria (26 cm a 35 cm) e laminação (>35 cm) tiveram uma queda nos níveis de preços (Figura 17). Este fato pode estar relacionado a um excesso de oferta em razão da substituição da madeira grossa pela madeira média/grossa por parte das indústrias de base florestal.

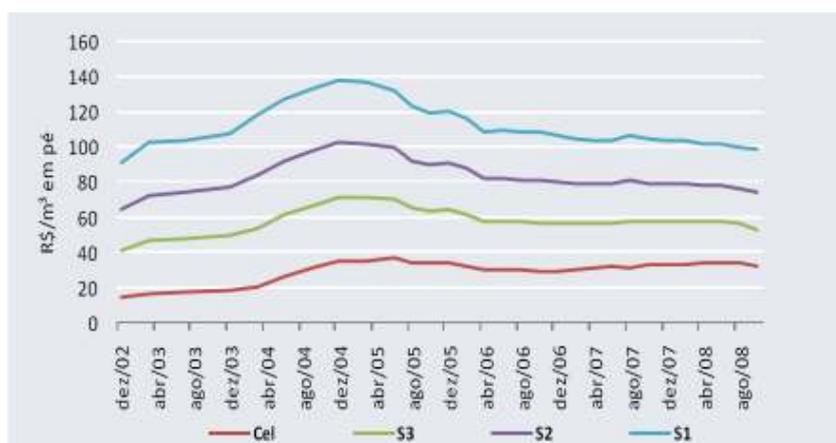


Figura 17 - Evolução do preço estimado de toras de Pinus no estado do Paraná  
Fonte: SILVICONSULT (2008)

Em novembro de 2008, o preço médio estimado de toras no sortimento

26 cm a 35 cm era de R\$ 73,90 (Figura 18), praticamente o mesmo preço verificado em abril de 2003, conforme evolução de preços mostrada na Figura 17.

O mercado de madeira podada deve se inserir neste processo, vindo a suprir a demanda de indústrias consumidoras de madeira média/grossa, que deverá conhecer melhor a qualidade deste novo produto, não tão vantajoso em quantidade mas com certeza vantajoso em rendimento do produto final.

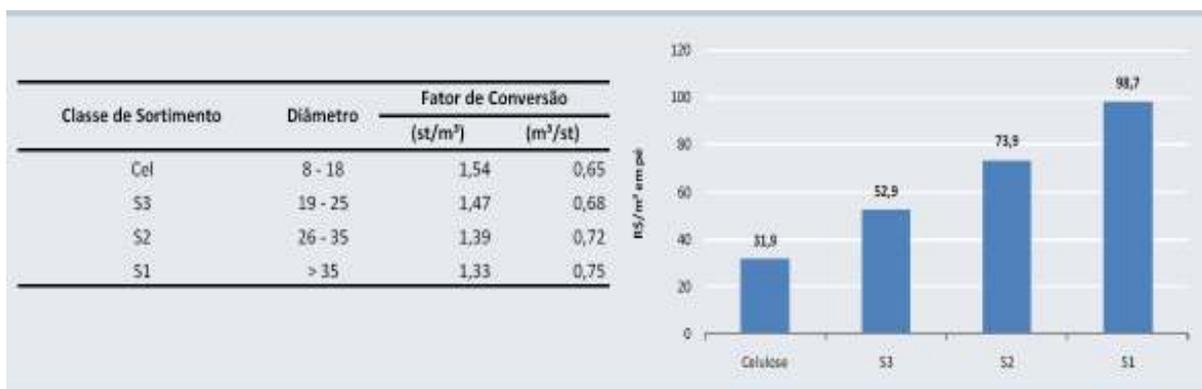


Figura 18 - Preço médio estimado de madeira em toras no estado do Paraná  
Fonte: SILVICONSULT (2008)

### 3.7 PREÇOS DE LÂMINAS TORNEADAS DE PINUS

A grande maioria de empresas que vendem lâminas de Pinus oferece lâminas faqueadas. E entre as revendas da região de Curitiba, foram obtidas duas informações de preço bastante diferentes uma da outra: a primeira, de que o preço da lâmina *clear* torneada de Pinus seria de R\$ 450,00 o m<sup>3</sup> e a segunda de que o preço desse produto seria de R\$ 900,00 o m<sup>3</sup> para lâminas de 1,5 mm de espessura, incluso o frete e a observação de que, madeira *clear* poderia chegar a R\$ 1.300,00 até R\$ 1.400,00 o m<sup>3</sup>, dependendo das condições de mercado.

A maioria das laminadoras consultadas no estado do Paraná produz lâminas *clear* para consumo próprio (produção de compensados) e foram obtidas poucas informações dos preços praticados para compra desse produto, até porque não

existe oferta contínua de grande quantidade de lâminas *clear*, pois a oferta de toras *clear* ainda é escassa. Informações obtidas em empresas da região de Ibituva, tanto de custo como de preço de lâminas *clear*, permitiram que fosse gerado um valor médio para o preço de venda de lâminas *clear* de Pinus em R\$ 636,00 por m<sup>3</sup>, sem o frete.

Polzl (2002), em um trabalho realizado junto a 39 indústrias de compensado no estado do Paraná, comentou que os preços de lâminas torneadas variam muito em função da espécie, largura e qualidade da madeira. Os preços de lâminas de Pinus na época eram de R\$ 193,50 e R\$ 171,30 o m<sup>3</sup> para larguras de 2,50 m e 2,60 m respectivamente, e qualidade C (com nós soltos). Esses preços incluem o transporte até a indústria de compensado.

A inflação acumulada no período de junho de 2002 a janeiro de 2009 é 86,46 %, pelo IGPM, conforme cálculo gerado por ABRIL/Portal Exame (Calculadora de Índices). Com base nesta informação, os preços de lâminas obtidos em 2002, corrigidos para 2009 seriam de R\$ 360,80 e R\$ 319,41 por m<sup>3</sup> para larguras de 2,50 m e 2,60 m respectivamente, o que parece coerente com o preço médio para lâminas *clear* de R\$ 636,00 por m<sup>3</sup>, por se tratar de lâminas tipo C. Isso indica que deve existir um adicional de preço para o produto *clear* que oscila entre 76 % e 100 % sobre o produto de classe C, não *clear*.

### 3.8 CUSTOS DE PRODUÇÃO DE LÂMINAS TORNEADAS

Segundo Polzl (2002), 48,4 % do custo médio de produção de lâminas de Pinus no Paraná corresponde ao valor da madeira em pé e ao custo de exploração, outros 3,9 % correspondem ao custo de transporte da madeira e 47,7 % ao custo da laminação propriamente dita. Em 2002, o valor total para produção de lâminas de Pinus era de R\$ 159,05 por m<sup>3</sup> de lâminas com 2,70 m de largura, Tabela 01.

A maioria das empresas laminadoras consultadas para este estudo informou

que o valor da madeira corresponde a aproximadamente 50 % do custo da lâmina torneada, o que confirma o resultado obtido já em 2002 por Polzl.

Tabela 01 - Custo médio da produção de lâminas de Pinus no Paraná - março-maio/2002 (lâmina 2,70m)

Atividades	(R\$/m <sup>3</sup> )	%
Madeira em pé	70,61	44,39
Exploração	6,37	4,00
Transporte	6,19	3,89
Laminação	75,88	47,72
TOTAL	159,05	100,00

Fonte: POLZL (2002)

## 4 MATERIAL E MÉTODOS

Este capítulo compreende a localização e descrição das plantações de Pinus de onde foram colhidas as toras e árvores para cubagem, bem como todos os procedimentos de coleta e análise de dados adotados no trabalho.

### 4.1 ÁREA DO ESTUDO

Os talhões selecionados para o teste de produtividade da poda estão localizados na região nordeste do Paraná e sudoeste de São Paulo, nos distritos assinalados com um “X”, conforme mostra a Figura 19. Compreendem locais distantes um do outro e apresentam características distintas quanto a condições climáticas, altitude e vegetação original.

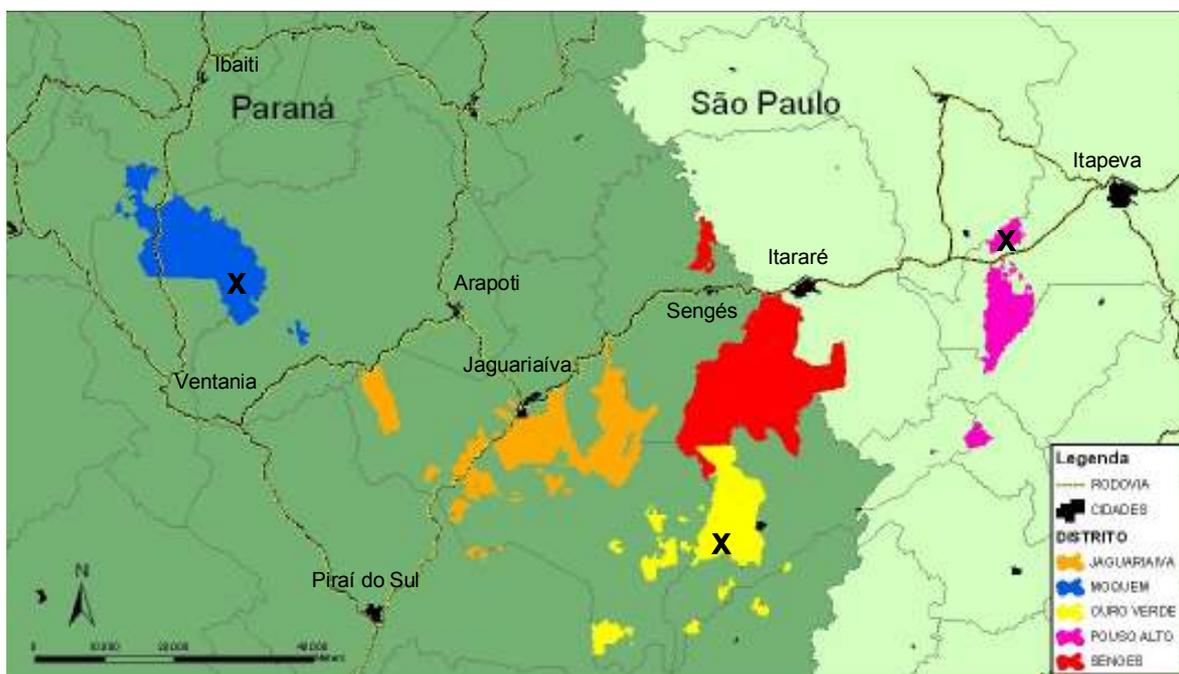


Figura 19 - Localização das áreas de estudo

Fonte: SCS SCIENTIFIC CERTIFICATION SYSTEMS (2006)

Inicialmente, o teste seria conduzido somente em cinco talhões de *Pinus taeda*, um localizado na região de Ouro Verde e outros quatro na região do distrito de Moquem. Porém, no ano seguinte foram feitos testes mais detalhados, compreendendo também uma área de *Pinus elliottii* no distrito de Pouso Alto, estado de São Paulo e outra área de *Pinus taeda* no distrito de Moquem.

Os talhões do estudo, no distrito de Moquem estão localizados no município de Ventania, estado do Paraná, e compreendem áreas com altitude entre 400 e 600 metros. O clima, conforme classificação de Koeppen (IAPAR e SCS - Scientific Certification System, 2006), é Cfa (subtropical, com temperatura média do mês mais frio inferior a 18° C e temperatura média do mês mais quente acima de 22° C, com verões quentes, geadas pouco frequentes e tendência de concentração das chuvas nos meses de verão, sem estação seca definida). O solo da região do teste é predominantemente do tipo Cambissolo álico, conforme IBGE.

O distrito de Ouro Verde, no município de Sengés, estado do Paraná, está localizado em uma área com altitude de mais de 800 m, clima Cfb, temperado, com temperatura média do mês mais frio abaixo de 18° C, verões frescos, temperatura média do mês mais quente abaixo de 22° C e sem estação seca definida, conforme classificação de Koeppen (IAPAR). O solo predominante é o Latossolo Vermelho Amarelo álico, conforme IBGE.

O distrito de Pouso Alto está localizado no estado de São Paulo, próximo ao município de Itapeva, com altitude de 700 m, clima Cwa, tropical de altitude, com chuvas no verão, inverno seco e temperatura média do mês mais quente superior a 22° C, conforme classificação de Koeppen, precipitação média anual de 1278 mm, temperatura média do mês mais quente de 23,5° C e temperatura média do mês mais frio de 16,2° C (CEPAGRI/UNICAMP). O solo predominante nesta região é Latossolo Vermelho, conforme IBGE.

## 4.2 CARACTERIZAÇÃO DOS TALHÕES

Foram selecionados 8 (oito) talhões com idades entre 18 e 24 anos, sendo que dois deles não sofreram poda e serviram como testemunha. A descrição das principais características de cada um consta no Quadro 01.

Quadro 01 - Características dos talhões selecionados para o estudo

Região	Talhão	Área (ha)	Idade (anos)	Número de podas	Número de desbastes	Árvores podadas_ha
Ouro Verde	50367	21,8	21	2	2 c/ pré-comercial	400
Ibaiti	30671	30,0	19	sem poda	2 desbastes	0
	30592	23,2	19	2	2 c/ pré-comercial	400
	30593	27,2	19	2	2 c/ pré-comercial	400
	30670	40,6	18	2	2	400
	30669	33,7	19	2	2	400
	30704	12,6	19	sem poda	2	0
Itapeva	40337	15,7	24	2	2	400
Total		204,8				

Fonte: Elaborado a partir de informações cadastrais da empresa Valor Florestal.

## 4.3 SEQUÊNCIA DE ATIVIDADES

O trabalho foi realizado em duas fases distintas, após a realização do inventário nos talhões selecionados: a primeira fase constituiu-se no processamento das toras em uma laminadora em Ibaiti, quando foi impossível acompanhar os resultados tora a tora; e a segunda fase ocorreu quando realizado o processamento das toras em uma laminadora em Sengés, com o acompanhamento da produção de lâminas de cada tora. Nesta fase também foi possível coletar árvores para a cubagem. Para melhor entendimento dos itens seguintes, a Figura 20 resume a

seqüência de atividades de coleta de dados e de análises, necessárias para a conclusão do trabalho.

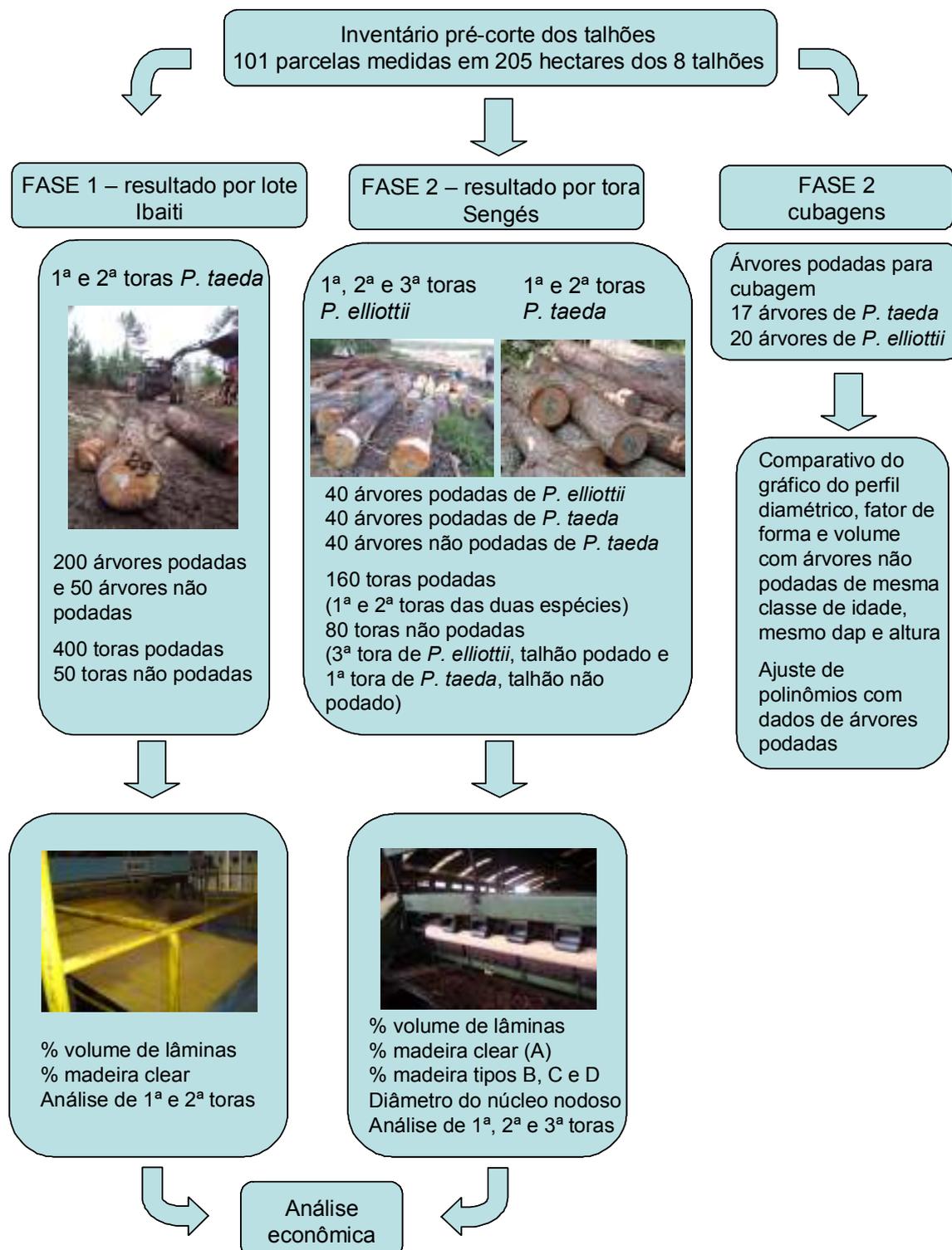


Figura 20 - Resumo da seqüência de atividades do trabalho

#### 4.4 INVENTÁRIO

O inventário, como uma das etapas da análise da poda, teve como objetivos a obtenção do volume por sortimento com e sem poda em cada talhão e a definição do perfil de distribuição das árvores por classe de dap de cada talhão, o que facilitou a escolha das árvores a serem derrubadas para o teste na laminadora.

Os oito talhões selecionados para o estudo foram submetidos a inventário, nos padrões de inventário pré-corte. A amostragem foi inteiramente aleatória, instalando-se uma unidade de amostra a cada dois (2) hectares, (Quadro 02). Utilizou-se unidade amostral circular com área fixa de 600 m<sup>2</sup> e com raio corrigido para a declividade, variando entre 13,82 m a 14,10 m.

Quadro 02 - Intensidade amostral em cada talhão

Região	Talhão	Área (ha)	Idade (anos)	Número unid. amostrais	Mês / Ano Medição	Mês / Ano plantio	Medição altura de poda
Ouro Verde	50367	21,8	21	10	set/07	jul/86	Sim
Ibaiti	30671	30,0	19	15	jan/08	nov/88	Sim
	30592	23,2	19	12	jan/08	jun/88	Sim
	30593	27,2	19	14	set/07	fev/88	Sim
	30670	40,6	18	20	jan/08	jun/89	Sim
	30669	33,7	19	16	abr/08	out/88	Não
	30704	12,6	19	6	ago/08	jun/89	Não
Itapeva	40337	15,7	24	8	out/07	dez/83	Não
Total		204,8		101			

##### 4.4.1 Variáveis medidas

Entre as variáveis medidas em cada unidade amostral estão o dap de todas

as árvores, a altura de 20 % das árvores e em cinco talhões foi medida ainda a altura de poda de todas as árvores.

#### 4.4.2 Processamento do inventário

O processamento das unidades amostrais do inventário foi efetuado no *software* FlorExel®. Entre os parâmetros fornecidos a este *software* estão os dados dos sortimentos (Quadro 03), a altura de toco, que foi estabelecida em 20 cm e os coeficientes da função de afilamento, que constam no Anexo I.

Quadro 03 - Parâmetros dos sortimentos para processamento no FlorExel®

Sortimento / diâmetro na ponta fina (cm)	Comprimento da tora (m)			
	1ª Fase		2ª Fase	
	Ouro Verde	Moquem	Pouso Alto	Moquem
8 a 18	2,40	2,40	2,40	2,40
18 a 23	2,60	2,60	2,60	2,60
23 a 35	2,65	2,66	2,43	2,35
35 acima	2,65	2,66	2,43	2,35
45 acima	2,65	2,66	2,43	2,35
23 a 35 podado	2,65	2,66	2,43	2,35
35 acima podado	2,65	2,66	2,43	2,35
45 acima podado	2,65	2,66	2,43	2,35

#### 4.5 AVALIAÇÃO DA FORMA DE ÁRVORES PODADAS

Essa etapa do trabalho foi realizada independentemente dos testes nas laminadoras e teve por objetivo principal gerar mais informações quanto ao efeito da poda na forma das árvores. No entanto, essas informações de cubagens foram úteis

também para o ajuste de função de afilamento, que foi utilizada no processamento do inventário dos talhões podados.

#### 4.5.1 Cubagem de árvores

A cubagem de árvores podadas foi realizada durante a segunda fase do trabalho, nos meses de agosto e setembro de 2008. Portanto, o trabalho foi realizado no talhão de *Pinus elliottii* da região de Pouso Alto e no talhão 30669 de *Pinus taeda*, na região de Ibaiti.

No talhão de *Pinus elliottii* foram cubadas 20 árvores e no talhão de *Pinus taeda* da região de Ibaiti foram cubadas 17 árvores. Em ambos os locais, a seleção de árvores a cubar, buscou a mesma intensidade amostral nas classes diamétricas mais representativas, verificadas no inventário, conforme mostrado na Tabela 02.

Tabela 02 - Número de árvores cubadas de talhões podados

<i>Pinus taeda</i>			<i>Pinus elliottii</i>		
Classe dap (cm)	N/ha (inventário)	Cubagens	Classe dap (cm)	N/ha (inventário)	Cubagens
< 35	96	5	< 30	102	8
35 a 40	106	5	30 a 35	138	7
40 a 45	54	5	> 35	48	5
> 45	25	2			
Total	281	17	Total	288	20

O método de cubagem foi o de Hohenadl, adaptado para um maior número de seções. Além do dap, as medidas foram tomadas nas seguintes alturas relativas a altura total: 0 % (rente ao chão), 1, 2, 3, 4, 5, 10, 15, 25, 35, 45, 55, 65, 75, 85, 95 e 100 %. O maior número de seções na base tornou mais precisa a definição do perfil da árvore e consequentemente, o cálculo do volume, pois é onde se concentra

a maior quantidade de volume da árvore.

Em cada seção foi medido o diâmetro com casca e a espessura de casca. Optou-se por não seccionar a árvore nas alturas relativas para não prejudicar o aproveitamento comercial das toras podadas.

#### 4.5.2 Ajuste de função de afilamento

Os dados das cubagens de *Pinus elliottii* e de *Pinus taeda* propiciaram o ajuste da função polinomial do quinto grau, a qual foi utilizada no processamento do inventário dos talhões podados.

$$d_i = dap \times [ b_0 + b_1 \times (h_i/ht) + b_2 \times (h_i/ht)^2 + b_3 \times (h_i/ht)^3 + b_4 \times (h_i/ht)^4 + b_5 \times (h_i/ht)^5 ]$$

onde:

$d_i$  = diâmetro a uma determinada altura da árvore (cm)

dap = diâmetro à altura do peito (1,30m) (cm)

$h_i$  = altura correspondente a um determinado percentual da altura total da árvore (m)

ht = altura total (m)

As unidades amostrais do inventário dos talhões não podados foram processadas com polinômios previamente ajustados para a espécie e região a que pertencem. Os coeficientes dessas equações bem como os das equações ajustadas com árvores podadas constam no Anexo I.

#### 4.5.3 Comparativo entre árvores podadas e não podadas

A base de comparação com as árvores podadas foi um conjunto de cubagens de árvores não podadas selecionadas no banco de dados da empresa Valor Florestal. Assim, estabeleceu-se que cada árvore podada deveria ter uma árvore não podada com a mesma relação  $h/dap$  e mesmo dap.

#### 4.5.3.1 Fator de forma

O indicador utilizado para avaliar o efeito da poda na forma das árvores foi o fator de forma, dado por:

$$\text{Fator de forma} = \left[ \frac{\text{Volume}_{\text{cubagem}}}{\frac{\pi \times \text{dap}^2}{40000} \times h_t} \right]$$

onde:

$\text{Volume}_{\text{cubagem}}$  = Volume da árvore calculado a partir da cubagem (m<sup>3</sup>)

dap = diâmetro a 1,30 m (cm)

$h_t$  = altura total da árvore (m)

Para árvores adultas de Pinus, o fator de forma costuma ser próximo de 0,5 e valores acima deste até 1,0, são indicativos de árvores de melhor forma ou mais cilíndricas.

#### 4.5.3.2 Avaliação gráfica

A avaliação gráfica compreendeu a visualização da plotagem do fator de forma em função do dap tanto de árvores podadas como de árvores não podadas. Além disso, como para cada árvore podada buscou-se uma árvore não podada com a mesma relação h/dap, e mesmo dap, foram feitos gráficos da diferença percentual do fator de forma de árvore podada e de árvore não podada em função do dap.

Outra avaliação gráfica importante foi o perfil de diâmetros ao longo do tronco, dos pares de árvores podadas e não podadas, em função da altura relativa, que mostrou as diferenças da forma em uma e outra condição.

## 4.6 PROCEDIMENTOS DE CAMPO PARA OS TESTES NAS LAMINADORAS

Neste item são relatados os procedimentos que compuseram as etapas iniciais do trabalho, tais como os critérios para a seleção e quantidade de árvores a derrubar, além da medição e marcação das toras antes do carregamento no caminhão.

### 4.6.1 Seleção de árvores

Um dos critérios para seleção das árvores a serem derrubadas em cada talhão teve como base o resultado do inventário, sendo selecionadas árvores com dap médio ou superior a este e sem defeitos aparentes. Além disso, foi considerado o aspecto operacional, especificamente a proximidade da estrada, o que facilitaria o arraste e carregamento das árvores, visto que esta derrubada não seria uma operação de corte raso completo do talhão.

### 4.6.2 Número de árvores a derrubar

A quantidade de árvores a derrubar em cada talhão deveria ser tal que fosse possível garantir o controle dos lotes de toras em todas as etapas, desde a identificação em campo até o processamento na laminadora. Assim a questão operacional foi importante na determinação da intensidade amostral.

Nos cinco primeiros talhões analisados entre novembro de 2007 e janeiro de 2008 foram coletadas as toras de 50 árvores de cada um, sendo a primeira e segunda toras nos talhões podados e somente a primeira tora no talhão não podado.

Nos outros três talhões analisados em agosto e setembro de 2008 foram coletadas 40 árvores de cada um. Especificamente no talhão de *Pinus elliottii* foram coletadas a primeira, segunda e terceira toras de cada árvore, de tal forma que a

terceira tora (não podada) servisse de comparativo com as demais. Nas áreas de *Pinus taeda* foram coletadas a primeira e segunda toras no talhão podado e somente a primeira tora no talhão não podado.

A intensidade amostral calculada com base no número de árvores por hectare obtido no inventário indicou que de 0,42 % a 1,00 % das árvores dos talhões foram representadas pelas árvores coletadas, conforme mostra o Quadro 04. A preocupação maior foi em estabelecer lotes de um tamanho possível de ser acompanhado em todas as etapas.

Quadro 04 - Intensidade amostral da análise na laminadora

Região	Talhão	Área (ha)	Árvores/ha	Árvores coletadas	% de árvores amostrado
Ouro Verde	50367	21,8	308	50	0,74
Ibaiti	30671	30,0	318	50	0,52
	30592	23,2	321	50	0,67
	30593	27,2	363	50	0,51
	30670	40,6	266	50	0,46
	30669	33,7	281	40	0,42
	30704	12,6	322	40	0,99
Itapeva	40337	15,7	288	40	0,88

#### 4.6.3 Medição e Marcação das Toras

A diferenciação entre primeira, segunda e terceira toras ou entre primeira e segunda toras do talhão podado contra primeira tora do talhão não podado, foi feita por meio de identificação das mesmas com cores diferentes. As toras foram numeradas sequencialmente e os números foram pintados em cores diferentes conforme a posição da tora na árvore ou conforme a condição de podada e não podada.

Na primeira fase do trabalho, somente o talhão da região de Ouro Verde teve todas as toras numeradas e pintadas em cor diferente (Figura 21), sendo as toras dos demais talhões, na região de Moquem, não numeradas, porém marcadas com um sinal de tinta da cor estabelecida para o lote. Isso foi feito porque a operação da laminadora escolhida para o teste não comportava a análise de tora por tora, como foi feito na segunda fase.

Em agosto de 2008, na segunda fase do trabalho, a primeira tora foi identificada pela cor azul, a segunda pela cor preta, a terceira pela cor vermelha ou a primeira tora de um talhão não podado, também pela cor vermelha (Figura 22).

#### 4.6.4 Variáveis medidas em campo

Em todos os lotes analisados, cada tora foi cubada, obtendo-se as medições dos diâmetros sem casca das duas pontas e o comprimento da tora.

### 4.7 PROCEDIMENTOS NA LAMINADORA

Neste item são apresentados os procedimentos adotados a partir da chegada das toras no pátio das laminadoras incluindo o tratamento preliminar das toras, o processamento no torno e a classificação das lâminas.

#### 4.7.1 Toras da primeira fase do trabalho

As toras coletadas nos cinco primeiros talhões, (talhão do Ouro Verde e quatro talhões da Moquem) no que se denomina de primeira fase do trabalho, foram processadas na Unidade Laminadora da Sudati em Ibaiti, estado do Paraná, que possui os equipamentos mais modernos do ramo de laminação em nível nacional. Os procedimentos são quase todos automatizados e muito rápidos.



Primeiro talhão analisado. A primeira tora foi marcada em branco (essa cor foi descartada depois) e a segunda em azul. Todas as toras foram numeradas.

Figura 21 - Marcação das toras na primeira fase do trabalho, região de Ouro Verde



Segunda fase do trabalho. Visão geral da primeira, segunda e terceira tora no talhão de *Pinus elliotii*.



Segunda fase do trabalho. Pilha da primeira tora do talhão 30669, de *Pinus taeda*.

Figura 22 - Marcação das toras na segunda fase do trabalho, *P. elliotii* e *P. taeda*

A primeira etapa do processo foi o cozimento das toras no vapor durante 12 horas (Figura 23), sendo as toras previamente descascadas para melhorar o aproveitamento da madeira.

A etapa seguinte foi o processamento no torno propriamente dito (Figura 24), considerado bastante rápido, atingindo-se uma performance de cerca de sete toras por minuto. Cada lote constituído por toras de um talhão e de uma posição na árvore (primeira, segunda tora) foi processado separadamente, para haver a quantificação do volume de lâminas e de retalhos.

#### 4.7.1.1 Classificação preliminar por teor de água nas lâminas

No instante em que a lâmina é cortada no tamanho padrão de uma chapa, já ocorre a classificação conforme o teor de água na madeira. As lâminas classificadas como “duras” e “super-duras” são as provenientes da porção mais próxima da casca e são utilizadas para capa. Nessa posição é onde se encontram as lâminas *clear*. As demais lâminas são classificadas como “moles” e destinadas ao enchimento do compensado.

Nesta fase foi possível quantificar o volume de lâminas gerado em cada classificação, bem como o volume de retalhos que são utilizados para enchimento. O computador ligado ao torno forneceu também a informação de diâmetro médio das toras, número de toras processadas, com o que foi possível calcular o volume efetivamente processado (após o cozimento).

#### 4.7.1.2 Secagem

A secagem da madeira do teste levou aproximadamente trinta minutos, e neste caso optou-se pela classificação manual das lâminas, embora exista a opção de se obter as lâminas classificadas automaticamente na saída do secador.



Figura 23 - Retirada das toras do cozimento para a laminação



Figura 24 - Processamento das toras na Indústria Sudati

#### 4.7.1.3 Critério para a classificação das lâminas

Após a secagem, foi feita a classificação manual das lâminas em: “sem nós” (Figura 25) e “com nós”, independente da quantidade ou tamanho (Figura 26). Nas lâminas geradas da segunda tora, em que não houve poda em 100 % da tora, considerou-se que a lâmina pertenceria à classe “com nós” quando tivesse nós em mais de 50 % de sua extensão. Adotando este critério foi possível quantificar a madeira que seria *clear* se tivesse poda em toda a extensão da tora. O objetivo era essencialmente definir o percentual de madeira *clear* gerado das toras podadas.



Figura 25 - Exemplos de lâminas *clear* da primeira e segunda toras do talhão 50367 - *Pinus taeda*



Figura 26 - Exemplos de lâminas com nós obtidas de primeira e segunda toras do talhão 50367 - *Pinus taeda*

#### 4.7.2 Toras da Segunda Fase do Trabalho

A análise do talhão do Pouso Alto de *Pinus elliottii* e dos dois últimos talhões da Moquem de *Pinus taeda* constituiu a segunda fase do trabalho, em que foi possível obter informações detalhadas do processamento no torno, a nível de tora.

Nessa fase, o trabalho foi realizado na Laminadora Tania, em Sengés, estado do Paraná, onde os procedimentos não são totalmente automatizados e foi possível avaliar cada tora processada.

As toras não foram descascadas antes do processamento no torno, mas também passaram pelo cozimento durante aproximadamente 10 a 12 horas.

#### 4.7.2.1 Medição do diâmetro do núcleo nodoso ou diâmetro com defeitos

O processamento no torno foi acompanhado tora a tora, de tal maneira que no momento em que foi visualizado o primeiro sinal de nó em cada uma das toras (Figura 27), o torno foi parado para a medição do diâmetro do núcleo nodoso, na parte central da tora, utilizando-se uma suta.



Exemplo de primeira tora de *Pinus elliottii* sendo processada no torno. A medição do diâmetro ocorreu ao primeiro sinal de nó.

Figura 27 - Primeira tora de *Pinus elliottii*, momentos depois da medição do diâmetro

O mesmo procedimento foi adotado para a medição do diâmetro do núcleo nodoso da segunda tora, porém nos casos em que a tora não foi totalmente podada, definiu-se que o diâmetro seria considerado não podado a partir do momento em que ocorressem marcas de nós em mais de 50 % do comprimento da tora.

#### 4.7.2.2 Critérios para a classificação das lâminas

As lâminas processadas nesta fase foram utilizadas para a confecção de

portas e a classificação seguiu os critérios utilizados pela própria indústria, conforme o potencial de uso de cada lâmina. Todo o material processado foi classificado em quatro categorias, ilustradas na Figura 28 e descritas a seguir:

- . Categoria A: lâminas sem nós, *clear*.
- . Categoria B: lâminas com até três nós pequenos ou um nó grande.
- . Categoria C: lâminas com muitos nós grandes ou pequenos, que não se desprendem após a secagem.
- . Categoria D: lâminas semelhantes às da categoria D, porém com nós “mortos”, que se desprendem após a secagem, formando buracos.

#### 4.8 PROCESSAMENTO DAS INFORMAÇÕES

O processamento das informações consistiu nos cálculos de volume de toras e de lâminas, e a consequente avaliação de rendimento, fator de forma das toras e avaliação da forma das árvores podadas em relação a árvores não podadas.

##### 4.8.1 Volume das Toras

A medição das toras no momento da colheita permitiu o cálculo do volume bruto das mesmas, a partir da fórmula de Smalian, conforme segue:

$$\text{Volume} = \frac{\pi \times \left[ \frac{(d_1 + d_2)^2}{2} \right]}{40000} \times L$$

onde:

$d_1$  = diâmetro da base (cm)

$d_2$  = diâmetro da ponta fina (cm)

L = comprimento da tora (m)



Categoria A



Categoria B



Categoria C



Categoria D

Figura 28 - Classificação de lâminas conforme a quantidade e tipo de nós - *Pinus elliottii*.

O somatório do volume das toras permitiu efetuar os cálculos de rendimento da laminação após o cálculo total do volume de lâminas.

#### 4.8.2 Índices para Avaliar a Forma das Toras

Os três índices apresentados a seguir foram calculados para os lotes de toras deste trabalho, embora os três gerem respostas muito semelhantes.

##### 4.8.2.1 Fator de forma das toras

O fator de forma médio das toras por lote foi um dos indicativos da qualidade das toras. Quanto mais próximo de “1” for o fator de forma, significa que mais cilíndricas são as toras. A fórmula é:

$$\text{Fator de forma médio} = \left[ \sum_{i=1}^n \frac{(g_1+g_2) \times L}{2 \times g_1 \times L} \right] / n$$

onde:

$g_1$  = área transversal do maior diâmetro da tora ( $m^2$ )

$g_2$  = área transversal do menor diâmetro da tora ( $m^2$ )

$L$  = comprimento da tora (m)

$n$  = número de toras do lote

##### 4.8.2.2 Conicidade das toras

Montagna *et al.* (1993), em um trabalho para avaliar os efeitos da poda em experimento de *Pinus elliottii*, utilizaram a seguinte relação para determinar a conicidade, também utilizada neste estudo:

$$C = \frac{(d_1 - d_2)}{L}$$

onde:

$C$  = conicidade, em cm/m;

$d_1$  = diâmetro maior da tora, em cm;

$d_2$  = diâmetro menor da tora, em cm;

L = comprimento da tora, em m.

#### 4.8.2.3 Fator de conicidade das toras

A conicidade das toras também foi avaliada pelo fator de conicidade:

$$F_c = \frac{d_2}{d_1}$$

onde:

$d_2$  = diâmetro menor

$d_1$  = diâmetro maior

Bonduelle *et al.* (2006) utilizaram este fator em uma avaliação de rendimento de toras de *Pinus* spp para laminação no torno. Entre as 65 toras analisadas, com diâmetro médio entre 17 cm e 49 cm, o fator de conicidade médio foi 0,90901, muito próximo ao valor ideal de 1, correspondente ao cilindro perfeito.

#### 4.8.3 Lâminas

Em ambas as fases do trabalho, o volume de lâminas *clear* e de lâminas com nós, ou tipo B, C e D foi obtido a partir da contagem de número de lâminas em cada classificação, que foi multiplicado pelo comprimento, largura e espessura da lâmina, cujas dimensões constam no Quadro 05.

$$V = N \times (c \times l \times e)$$

onde:

V = volume de lâminas por lote e por classificação

N = número de lâminas classificadas

c = comprimento da lâmina

l = largura da lâmina

e = espessura da lâmina

Quadro 05 - Dimensões das lâminas geradas nas duas fases do trabalho

Fase do trabalho	Comprimento (m)	Largura (m)	Espessura (mm)
Primeira	1,28	2,58	2,7
Segunda	0,93	2,30	2,0

Em seguida foi calculado também o percentual de lâminas *clear*, e de lâminas das demais classes de qualidade (no caso da segunda fase), e o volume *clear* em relação ao volume bruto das toras.

#### 4.8.4 Índice de Tora Podada (*Pruned Log Index - PLI*)

A fórmula do PLI apresentada no item 3.4.2:

$$PLI = \left( \frac{D_{1.3} - DCD}{10} \right)^{0.5} \times \frac{D_{1.3}}{DCD} \times \left( \frac{Cvol}{Lvol} \right)^{1.6},$$

teve os valores de *Cvol* e *Lvol* modificados para as condições deste trabalho, em que as toras têm no máximo 2,65 m de comprimento. Considerou-se que não há um efeito tão importante da curvatura quanto o que ocorre em toras de mais de cinco metros, como as que foram utilizadas para desenvolver esse índice por Park (1989). Portanto, tratou-se o fator *Cvol/Lvol* como um “fator de forma da porção comum da tora” calculado por:

$$Cvol = \frac{\pi \times d_2^2}{40000} \times L, \text{ (volume do cilindro do menor diâmetro da tora) e}$$

$$Lvol = \frac{\pi \times d_m^2}{40000} \times L \text{ (volume do cilindro do diâmetro médio da tora)}$$

onde:

$d_2$  = diâmetro da ponta fina da tora (cm)

$d_m$  = diâmetro médio das duas pontas da tora (cm)

L = comprimento da tora (m)

Assim, o PLI passou a ser função de três variáveis: o diâmetro máximo do cilindro com defeitos resultante das podas (DCD), diâmetro a 1,30 m da extremidade de maior diâmetro da tora ( $D_{1,3}$ ) e da forma da tora, representado por um fator de forma da porção comum da tora,  $F = C_{vol} / L_{vol}$ . Este índice passa a assumir um novo nome, a partir deste ponto do texto, devido a esta modificação: ITP, *Índice de Tora Podada*, cuja fórmula é:

$$ITP = \left( \frac{D_{1,3} - DCD}{10} \right)^{0.5} \times \frac{D_{1,3}}{DCD} \times \left( \frac{C_{vol}}{L_{vol}} \right)^{1.6}$$

onde:

$D_{1,3}$  = diâmetro a 1,30 m da extremidade de maior diâmetro da tora

DCD = diâmetro máximo do cilindro com defeitos

$C_{vol}$  = volume do cilindro de menor diâmetro da tora

$L_{vol}$  = volume do cilindro do diâmetro médio da tora

#### 4.8.4.1 Diâmetro do núcleo nodoso ou diâmetro com defeitos

Na segunda fase dos trabalhos de processamento na laminadora (talhões 40337, 30669 e 30704), os lotes de toras podadas foram acompanhados tora a tora, o que possibilitou a medição do diâmetro com defeitos, ou seja, a medição no momento em que foi identificada a primeira marca de nó ou de cicatrização de nó (detalhes no item 4.7.2.1). Portanto a medição do núcleo nodoso incluiu não só o núcleo nodoso propriamente dito, mas também a parte da tora que ainda está prejudicada pela cicatrização dos nós, após a poda.

## 4.9 AVALIAÇÃO ECONÔMICA DOS TALHÕES ESTUDADOS

A análise do fluxo de caixa dos talhões com árvores podadas em comparação com os talhões de árvores não podadas permitiu a definição do preço mínimo a ser praticado para as toras podadas, de modo que, no mínimo, o custo da poda seja recuperado ao final da rotação. Com isso, também se possibilitou a obtenção de conclusões sobre o preço ideal que atenda a expectativa do investidor em reflorestamento. Outra questão interessante que pode ser analisada foi a viabilidade em fazer a poda de duas toras ou somente de uma tora.

Alguns dos índices econômicos comumente utilizados para análise do fluxo de caixa são: o VPL - valor presente líquido, a TIR - Taxa Interna de Retorno, o VPLA - valor presente anualizado ou valor uniforme líquido (DOSSA *et al.*, 2000), também denominado VAE - valor anual equivalente (SILVA e FONTES, 2005) e o VPLN - valor presente líquido normalizado (DOSSA *et al.*, 2000), que no setor florestal é conhecido como VET - valor esperado da terra, ou fórmula de Faustman (DAVIS e JOHNSON, 1986).

O VPLA e o VET conduzem a resultados semelhantes e são os mais adequados para comparar projetos com durações diferentes. Esta é a situação no presente trabalho, em que os talhões em estudo apresentam diferentes idades. A descrição dos métodos para avaliação econômica e as fórmulas dos indicadores econômicos utilizados neste estudo, são apresentadas a seguir.

### 4.9.1 VPL - Valor Presente Líquido

O valor presente líquido pode ser definido como a soma algébrica dos valores descontados do fluxo de caixa a ele associado, ou em outras palavras, é a diferença entre o valor presente das receitas e o valor presente dos custos. É dado pela fórmula:

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

onde:

$R_j$  = valor atual (corrente) das receitas

$C_j$  = valor atual (corrente) dos custos

$i$  = taxa de juros ou TMA (taxa mínima de atratividade)

$j$  = período em que as receitas ou os custos ocorrem

$n$  = número de períodos ou duração do projeto

O projeto ou a área de reflorestamento que apresenta o VPL maior que zero é economicamente viável, para a taxa mínima de atratividade (TMA) definida, sendo considerado o melhor aquele que apresentar o maior VPL. Para aplicação desse método é necessária a definição de uma TMA, assumida como 12 % para este trabalho.

#### 4.9.2 VPLA - Valor Presente Líquido Anualizado

O valor presente líquido anualizado é a parcela periódica e constante necessária ao pagamento de uma quantia igual ao VPL do projeto em análise, ao longo de sua vida útil. O VPLA transforma o valor atual do projeto ou o seu VPL em fluxo de receitas ou custos periódicos e contínuos, equivalentes ao valor atual, durante a vida útil do projeto. Pode ser calculado pela fórmula:

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

onde:

$n$  = número de anos do projeto

$i$  = taxa de juros unitária, relativa ao intervalo de tempo dos fluxos de caixa (ano).

O projeto é considerado economicamente viável quando apresenta VPLA maior que zero, indicando que os benefícios periódicos são maiores que os custos periódicos. O critério de seleção do melhor projeto é o de que o de maior VPLA é o mais indicado.

#### 4.9.3 VET - Valor Esperado da Terra

O VET também denominado VPLN (valor presente líquido normalizado) representa o valor presente líquido para uma série infinita de rotações de plantações florestais, e é dado pela fórmula:

$$VET = \frac{VPL \times (1+i)^n}{(1+i)^n - 1},$$

em que os termos foram definidos nos sub-itens anteriores.

À semelhança do VPL e do VPLA, o projeto que apresentar VET maior que zero é considerado viável, sendo o melhor, aquele que apresentar maior VET. Para a aplicação desse método, também é necessária a definição de uma taxa de desconto (i), neste caso, 12 % conforme foi mencionado no item 4.8.1.

#### 4.9.4 TIR - Taxa Interna de Retorno

Taxa interna de retorno é a taxa de desconto que iguala o valor atual das receitas futuras ao valor atual dos custos futuros do projeto, constituindo-se em uma medida relativa que reflete o aumento do valor do investimento ao longo do tempo, com base nos recursos requeridos para produzir o fluxo de receitas (REZENDE & OLIVEIRA, 2001). A fórmula da taxa interna de retorno é:

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

em que os termos foram definidos no subitem 4.9.1.

#### 4.9.5 Informações Necessárias para a Avaliação Econômica dos Talhões

A composição das receitas e dos custos referentes à produção de madeira, necessária para a avaliação econômica, levou à busca de algumas informações: produção de madeira ao longo da vida da plantação florestal, preços de tora por sortimento, custos de administração, de tratamentos silviculturais iniciais, de poda e de desbastes e também o custo do aluguel da terra. A sequência de tabelas de preços e custos, bem como sua vinculação para o cálculo dos indicadores econômicos, foram elaboradas em planilha eletrônica por Lima (2006), e os valores foram atualizados para dezembro de 2008.

##### 4.9.5.1 Produção de madeira por sortimento nos desbastes e no corte raso

A produção do corte raso neste caso, é o volume na idade atual que varia entre 18 e 24 anos para os oito talhões analisados, em que se tem o inventário atualizado. O resultado do processamento do inventário considerou duas simulações: poda somente da primeira tora e poda da primeira e segunda toras.

A estimativa do volume gerado nos desbastes foi feita com um simulador de produção desenvolvido para as plantações da região em estudo, denominado Pisapro. Este *software* utiliza informações cadastrais, como número de árvores plantadas por hectare, idade, intensidade de desbastes, índice de sítio e informações do inventário mais recente para fazer projeções da produção volumétrica em idades futuras, simulando os desbastes e o corte raso. As idades dos desbastes e do corte raso (idade final da projeção da produção), bem como o tipo de desbaste e número de árvores a retirar são definidos pelo usuário.

Para os oito talhões em estudo foi feita uma “reconstituição” da produção com base em informações cadastrais históricas dos mesmos, até a idade em que foi realizado o último inventário (2007 ou 2008, conforme o talhão), considerado-a como

a idade do corte raso.

#### 4.9.5.2 Preços de tora por sortimento

Os preços da madeira utilizados nas análises foram os praticados na região de Jaguariaíva no mês de janeiro de 2009 e constam na Tabela 03.

Tabela 03 - Preços de toras por sortimento

Sortimento	Preço (R\$/m <sup>3</sup> )
8 a 18	85,00
18 a 23	94,46
23 a 35	103,00
> 35	124,15

Fonte: Empresa Valor Florestal em janeiro de 2009.

#### 4.9.5.3 Custos de formação da plantação florestal

Os custos de formação da plantação florestal envolvem as atividades de preparo do terreno, combate a formiga, plantio, replantio, aplicação de herbicida, roçada e desbaste pré-comercial. Os valores de cada operação e insumos constam na Tabela 04.

#### 4.9.5.4 Custo de poda

O custo de cada operação de poda está correlacionado com o número de árvores a podar. Considerou-se que são necessárias três podas para produzir a primeira tora (base da árvore) podada e outras três podas para a segunda tora também podada.

Na primeira poda, com um metro de altura, todas as árvores são podadas,

Tabela 04 - Preços das operações e insumos referentes aos 4 primeiros anos de plantio

<b>ANO 0</b>	
Operações	Preço (R\$/ha)
Combate à formiga pré-plantio	13,02
Roçada manual em área total	97,20
Coveamento manual	142,98
Combate à formiga pós-plantio	12,10
Plantio (mudas em tubetes)	154,09
Replantio	31,00
Aplicação manual de herbicida em área total	95,10
<b>TOTAL-OPERAÇÕES ANO 0</b>	<b>545,49</b>
Insumos	
Formicida (2kg de isca e 300g de pó k othrine por ha)	24,00
Mudas (Plantio + 5% replantio)	402,58
Herbicida (2kg/ha)	83,00
<b>TOTAL-INSUMOS ANO 0</b>	<b>509,58</b>
<b>TOTAL-ANO 0</b>	<b>1,055,07</b>
<b>ANO 1</b>	
Operações	Preço (R\$/ha)
1ª Aplicação manual de herbicida na linha	81,20
2ª Aplicação manual de herbicida na linha	81,20
Combate à formiga	12,10
Roçada manual na linha	111,80
<b>TOTAL-OPERAÇÕES ANO 1</b>	<b>286,30</b>
Insumos	
Herbicida (0,7 kg/ha)	25,26
Herbicida (0,7 kg/ha)	25,26
Formicida( 2kg de isca e 300g de pó k othrine)	24,00
<b>TOTAL-INSUMOS ANO 1</b>	<b>74,52</b>
<b>TOTAL-ANO 1</b>	<b>360,82</b>
<b>ANO 2</b>	
Operações	Preço (R\$/ha)
Roçada manual na linha	111,80
Roçada manual na linha	111,80
Combate à formiga (mão-de-obra + insumo)	6,00
<b>TOTAL-ANO 2</b>	<b>229,60</b>
<b>ANO 3</b>	
Operações	Preço (R\$/ha)
Roçada manual localizada	92,79
<b>TOTAL-ANO 3</b>	<b>92,79</b>
<b>Desbaste Pré-comercial</b>	<b>110,00</b>

Fonte: Lima (2006). Informações atualizadas para dezembro de 2008 pela empresa Valor Florestal

por isso o custo é maior; já na segunda poda são selecionadas 800 árvores por hectare, enquanto na terceira poda são selecionadas 400 árvores por hectare, as que deverão permanecer até a idade do corte raso. As três podas seguintes têm valores crescentes devido ao menor rendimento da operação, à medida em que aumenta a altura de poda. Os valores de cada operação constam na Tabela 05.

#### 4.9.5.5 Custo anual de administração

No grupo dos custos de administração incluem-se as atividades de proteção florestal, manutenção do patrimônio e seguro da plantação florestal, que constam na Tabela 06.

Tabela 05 - Custo da poda

Idade (anos)	Altura de Poda (m)	Valor (R\$/ha)
2,5	1,0	195,00
3,5	2,0	130,00
4,5	3,3	120,00
5,0	4,3	130,00
5,5	5,0	140,00
6,0	6,0	175,00

Fonte: Adaptado de informações obtidas da empresa Valor Florestal.

Tabela 06 - Custo anual de administração

Item	Valor (R\$/ha)
Proteção Florestal (vigilância, estrutura de combate a incêndios, fitossanidade...)	32,00
Manutenção do patrimônio (cercas, aceiros, bueiros...)	49,00
Seguro da Floresta	9,00
<b>TOTAL/ANO</b>	<b>90,00</b>

Fonte: Lima (2006)

#### 4.9.5.6 Custo da terra

O valor da terra foi estabelecido em R\$ 6.000,00 o alqueire, equivalente a R\$ 2.479,34 o hectare. Como o aproveitamento da terra para efetivo plantio é de cerca de 65 %, o custo da terra para efetivo plantio é de R\$ 3.814,37 por hectare. Essas premissas foram extraídas de um estudo elaborado por Lima (2006) com a base de dados da mesma região deste estudo.

Para todas as simulações foi considerado o valor anual do aluguel da terra a uma taxa de juros de 2 %. Portanto, o valor seria de R\$ 76,29 por hectare, por ano, ou seja,

$$V_{\text{aluguel}} = V_{\text{terra}} \times i \quad \text{que representa: } R\$ 3.814,37 \times 0,02 = R\$76,29$$

Pode-se dizer que o valor da terra, considerando o pagamento de aluguel anual pelo seu uso, constitui-se em uma série de pagamentos periódicos (separados por intervalos constantes), infinita (horizonte infinito), constante, imediata (parcelas ocorrem a partir do primeiro ano) e antecipada (a primeira parcela ocorre no início do primeiro ano), e é dada pela fórmula a seguir, conforme SILVA, JACOVINE e VALVERDE (2005):

$$V_{\text{aluguel}} = V_{\text{terra}} \times i \times \frac{(1+i)^t}{(1+i)^t - 1}$$

onde:

$i$  = taxa de juros (definida em 2 % neste caso)

$t$  = número de anos de uma rotação

O valor anual do aluguel da terra é diferente conforme a idade final de cada rotação, que no caso dos oito talhões em estudo, varia entre 18 e 24 anos, e consta na Tabela 07.

#### 4.9.5.7 Custo de colheita por sortimento por m<sup>3</sup>

O custo de colheita, que envolve as operações de derrubada, arraste, traçamento, empilhamento e carregamento no caminhão, é de R\$ 27,31 por m<sup>3</sup> em média, e varia de acordo com o sortimento colhido, ou seja, toras de maior diâmetro geram maior rendimento no trabalho e por isso têm um custo de colheita menor em relação a toras de menor diâmetro (Tabela 08).

Tabela 07 - Valor do aluguel da terra conforme a idade de rotação da plantação

<b>Rotação da Plantação (anos)</b>	<b>Aluguel da Terra (R\$/ha ano)</b>
25	195,37
24	201,67
23	208,52
22	216,01
21	224,23
20	233,27
19	243,29
18	254,43

Fonte: LIMA (2006)

Tabela 08 - Custo de colheita por sortimento e por m<sup>3</sup>

<b>Sortimento</b>	<b>Valor (R\$/m<sup>3</sup>)</b>
8 a 18	29,67
18 a 23	27,83
23 a 35	26,68
> 35	25,07

Fonte: Informações fornecidas pela empresa Valor Florestal.

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Neste capítulo são apresentadas tabelas, gráficos e comentários com abordagem em nove itens: inventário, forma de árvores podadas, volume e forma das toras laminadas, diâmetro do núcleo nodoso ou diâmetro com defeitos, índice de tora podada, rendimento das toras e volume por tipo de lâmina, quantificação do volume *clear* potencial por talhão, avaliação econômica dos talhões e análise econômica da poda considerando o valor do produto final.

### 5.1 INVENTÁRIO

Neste item são apresentados os resultados do processamento do inventário dos oito talhões analisados no *software* FlorExel®.

O número de árvores por hectare variou entre 266 e 363, o que demonstra condução de manejo semelhante, porém a área basal variou entre 22,9 m<sup>2</sup>/ha e 39,5 m<sup>2</sup>/ha (Tabela 09), o que pode ser atribuído em parte, às classes de sítio a que pertencem.

Os melhores sítios estão representados por índices de sítio entre 23 m e 26 m e apenas três talhões não se incluem nesses limites, sendo indicados como áreas de produtividade média. O índice de sítio é a altura dominante aos 20 anos, calculado por uma equação de sítio desenvolvida para as plantações de *Pinus taeda* na região em estudo.

Os talhões com maiores valores de índice de sítio são os que também apresentam os maiores valores da razão volume/idade, que neste caso, não pode ser denominado de incremento médio anual, por não estar incluso o volume dos desbastes. Este valor poderia ser considerado como um “padronizador” de

produtividade para fins comparativos. No item 5.8 será apresentado o IMA em volume comercial, considerando a simulação do volume colhido nos desbastes e assim chegando ao que se entende realmente por incremento médio anual.

O talhão do distrito de Ouro Verde, embora esteja localizado em região considerada de alta produtividade, apresentou índice de sítio igual a 21,6 m (classe de produtividade média) devido ao ataque de macacos na maioria das árvores, o que comprometeu o crescimento em altura.

A estimativa do volume dos talhões podados foi feita com equações de afilamento ajustadas com cubagens de árvores podadas de *Pinus taeda* e de *Pinus elliottii*.

Observa-se que, embora o volume comercial varie entre 267,7 m<sup>3</sup>/ha e 403 m<sup>3</sup>/ha (Figura 29 e Tabela 10), o percentual de volume podado gerado em cada talhão oscila entre 35 % e 45 %.

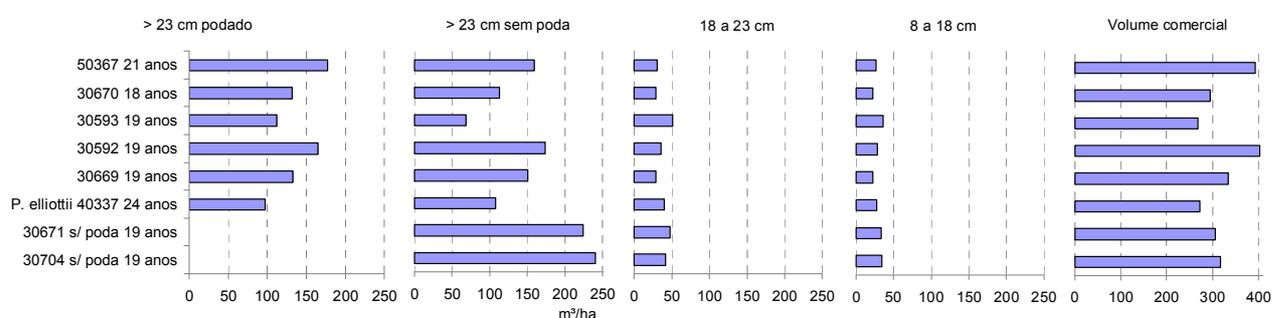


Figura 29 - Composição do volume por sortimento em cada talhão

Outro ponto favorável encontrado entre os talhões podados é o percentual total de volume dos sortimentos com diâmetro maior que 23 cm, podado ou não, que é de mais de 80 % em quatro desses talhões, enquanto nos talhões sem poda esse percentual é de cerca de 75 % (Figura 30). Nos dois talhões podados em que o percentual dos sortimentos de diâmetro maior que 23 cm não chegou a 80 %, um com 24 anos e outro com 19 anos, pode-se atribuir esse resultado à classe de sítio a que pertencem.

Tabela 09 - Resultados de variáveis dendrométricas

Área	Condição	Espécie	Altura de poda (m)	Idade (anos)	Árvores / ha	dap médio (cm)	dg (cm)	h (m)	h dom (m)	Índice de sítio (m)	Área basal (m <sup>2</sup> /ha)	Volume (m <sup>3</sup> /ha)	Volume / idade (m <sup>3</sup> /ha.ano)
Primeira Fase:													
Ouro Verde - 50367	podado	<i>Pinus taeda</i>	4,3	21	308	40,5	40,9	21,7	22,2	21,6	39,5	409,1	19,5
Moquem - 30592	podado	<i>Pinus taeda</i>	4,8	19	321	36,6	37,0	24,5	25,2	26,0	34,3	417,9	22,0
Moquem - 30593	podado	<i>Pinus taeda</i>	3,9	19	363	31,1	31,4	20,6	21,2	21,9	27,4	280,9	14,8
Moquem - 30670	podado	<i>Pinus taeda</i>	3,9	18	266	36,3	36,7	22,1	22,6	24,1	28,0	307,2	17,1
Moquem - 30671	não podado	<i>Pinus taeda</i>	-	19	318	32,8	33,1	23,5	24,2	24,9	27,5	318,7	16,8
Segunda fase:													
Pouso Alto - 40337	podado	<i>Pinus elliottii</i>	5,3	24	288	31,6	31,9	22,6	23,1	20,7	22,9	284,1	11,8
Moquem - 30669	podado	<i>Pinus taeda</i>	4,0	19	281	37,1	37,5	22,7	23,1	23,8	31,0	347,9	18,3
Moquem - 30704	não podado	<i>Pinus taeda</i>	-	19	322	33,0	33,2	24,3	24,5	25,2	27,8	331,2	17,4

Tabela 10 - Composição do volume por sortimento

Área	Condição	Espécie	Idade (anos)	Volume em m <sup>3</sup> /ha*											
				Podado			Não podado					Total Comercial	Toco	Ponteira	Total
				> 45 cm	35 a 45 cm	23 a 35 cm	> 45 cm	35 a 45 cm	23 a 35 cm	18 a 23 cm	8 a 18 cm				
Primeira Fase															
Ouro Verde - 50367	podado	<i>Pinus taeda</i>	21	13,7	77,5	85,7	2,4	31,6	125,6	30,4	26,7	393,6	11,2	4,3	409,1
Moquem - 30592	podado	<i>Pinus taeda</i>	19	7,4	57,0	100,3	2,7	29,8	141,2	35,6	29,1	403,0	9,6	5,3	417,9
Moquem - 30593	podado	<i>Pinus taeda</i>	19	1,3	11,8	98,6	0,0	4,4	64,4	50,7	36,5	267,7	7,6	5,6	280,9
Moquem - 30670	podado	<i>Pinus taeda</i>	18	2,9	40,9	87,9	0,0	16,0	96,5	28,5	22,7	295,5	7,8	3,9	307,2
Moquem - 30671	não podado	<i>Pinus taeda</i>	19	-	-	-	0,7	22,6	201,4	47,9	33,5	306,0	8,1	4,6	318,7
Segunda fase															
Pouso Alto - 40337	podado	<i>Pinus elliottii</i>	24	0,0	8,4	88,7	0,0	5,9	102,5	39,8	27,9	273,3	6,8	4,0	284,1
Moquem - 30669	podado	<i>Pinus taeda</i>	19	6,1	54,1	72,5	0,0	26,3	124,6	28,5	22,7	334,7	8,7	4,5	347,9
Moquem - 30704	não podado	<i>Pinus taeda</i>	19	-	-	-	0,0	8,4	232,9	41,9	34,6	317,8	8,2	5,2	331,2

\* O processamento do inventário considerou duas toras podadas por árvore, embora na maioria dos talhões analisados, a altura de poda medida em campo seja insuficiente para gerar duas toras inteiramente podadas.

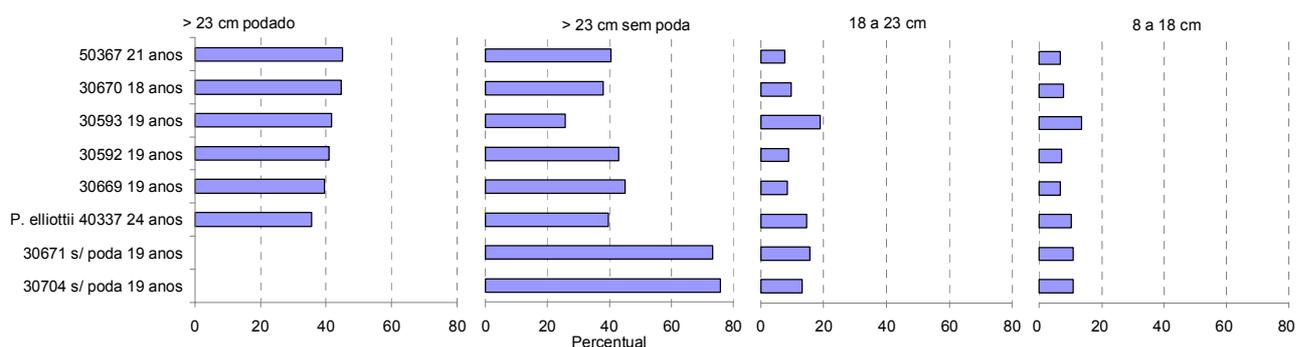


Figura 30 - Percentual de volume por sortimento em cada talhão

## 5.2 FORMA DE ÁRVORES PODADAS

A análise dos dados de árvores podadas, cubadas em dois dos talhões estudados, apresentada a seguir, tem por objetivo avaliar se árvores podadas apresentam melhor forma (mais cilíndrica) do que árvores não podadas.

Os resultados das cubagens de árvores podadas foram comparados aos de cubagens de árvores não podadas de mesma idade, espécie e local, obtidos em talhões não podados, existentes no banco de dados da empresa Valor Florestal.

### 5.2.1 Cubagens de Árvores de *Pinus elliottii* aos 24 anos

A média de dap das 20 árvores selecionadas para representar a situação do talhão 40337 de *Pinus elliottii* aos 24 anos é de 31,8 cm, enquanto a altura média é de 22 m. Nessas condições, o volume médio por árvore é de 0,98875 m<sup>3</sup>, o fator de forma médio é de 0,55364 e a relação h/dap é de 0,69876. Os demais parâmetros estatísticos encontram-se na Tabela 11 e demonstram ainda que o coeficiente de variação do fator de forma é de 8,1 %, o que pode apontar a homogeneidade dessa característica entre as árvores analisadas.

Um aspecto interessante é a alta correlação existente entre dap e altura 74,64 %, algo raro em plantações adultas e com 24 anos de idade.

Tabela 11 - Características dendrométricas e estatísticas das 20 cubagens de *Pinus elliottii* - 24 anos de idade

Parâmetros	dap (cm)	h (m)	volume (m <sup>3</sup> c/ casca)	fator forma	h/dap	dap/d <sub>0,0</sub>	d <sub>0,45</sub> /d <sub>0,0</sub>
Média	31,8	22,0	0,98875	0,55364	0,69876	0,86042	0,68756
Mínima	25,8	20,1	0,56631	0,47077	0,59400	0,74734	0,56522
Máxima	37,9	23,2	1,48092	0,61773	0,81312	0,93382	0,77590
Desvio padrão	3,9	0,9	0,2716	0,04484	0,06716	0,04919	0,05113
Coeficiente variação (%)	12,1	4,1	27,5	8,1	9,6	5,7	7,4

Embora a amplitude de altura seja de apenas três metros entre as árvores analisadas, observa-se que as árvores de menor dap são também as de menor altura, conforme mostra a Figura 31.

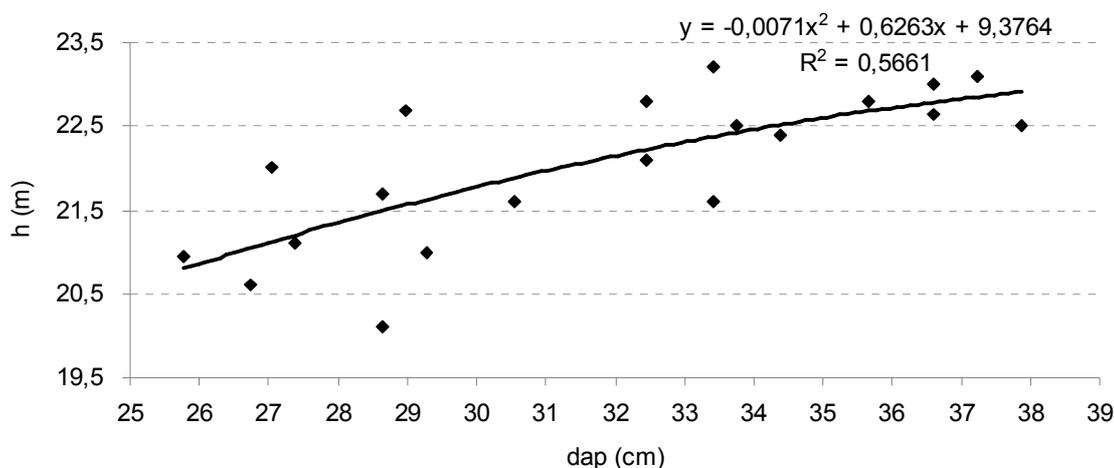


Figura 31 - Relação entre dap e altura das 20 árvores cubadas de *Pinus elliottii* - 24 anos de idade

Vale ressaltar também que praticamente não existe correlação entre fator de forma e o dap, a altura e a relação h/dap (Tabela 12), possivelmente devido a pequena amplitude de dap, 12 cm entre o menor e o maior e também de altura, 3 m entre a menor e a maior. No entanto, os valores negativos da correlação com o dap e com altura indicam a tendência de que quanto menor o dap ou a altura, maior o fator de forma e quanto maior a relação h/dap, maior o fator de forma.

Tabela 12 - Matriz de correlação das variáveis dendrométricas das 20 árvores cubadas de *Pinus elliottii*

Variável	Correlação (%)						
	h/dap	dap	h	volume	fator de forma	dap/d <sub>0</sub>	d <sub>0,45</sub> /d <sub>0</sub>
h / dap	100						
dap	-95,30	100					
h	-52,15	74,64	100				
volume	-87,98	94,70	72,94	100			
fator de forma	11,56	-12,30	-13,97	18,00	100		
dap / d <sub>0</sub>	-57,79	58,19	40,18	50,74	-14,36	100	
d <sub>0,45</sub> /d <sub>0</sub>	-56,40	57,89	39,65	74,08	59,77	54,92	100

Observação: d<sub>0</sub> = diâmetro na base da árvore e d<sub>0,45</sub> = diâmetro a 45% da altura total

#### 5.2.1.1 Comparativo da forma de árvores podadas e não podadas

A comparação entre árvores podadas e não podadas só foi possível para dezessete das vinte árvores selecionadas do talhão de *Pinus elliottii* (ver Anexo II), devido à dificuldade em encontrar árvores não podadas com mesmo dap e altura, ou pelo menos, com valores muito próximos e que expressassem a mesma relação h/dap.

O fator de forma das árvores podadas mostrou-se maior que o das árvores não podadas de mesmo valor de h/dap, em até 19,6 % (Figura 32). Em média, o fator de forma de árvores podadas foi 6,2 % maior que o de árvores não podadas, entre as árvores de *Pinus elliottii* analisadas. Isto indica o efeito positivo da poda na forma das árvores, tornando-as mais cilíndricas, se comparadas com árvores não podadas.

A melhora da forma das árvores também é visualizada na Figura 33, em que se observa a tendência de aumento do fator de forma médio de 0,55 a 0,56 a medida em que aumenta a relação h/dap de 0,57 até 0,82 entre as árvores podadas, enquanto para árvores não podadas, o fator de forma médio diminui de 0,53 a 0,52

para a mesma amplitude h/dap.

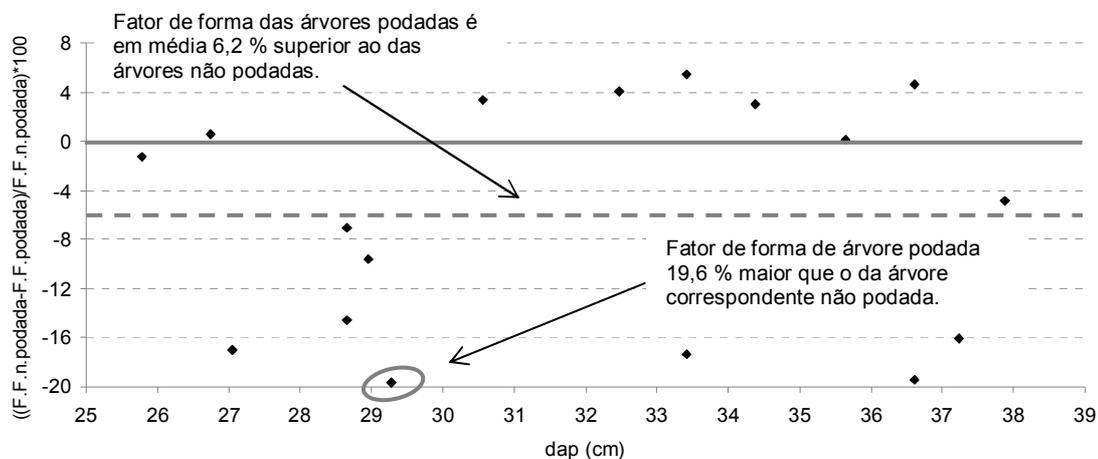


Figura 32 - Diferença percentual de fator de forma entre árvores podadas e não podadas de mesmo dap - *Pinus elliottii*

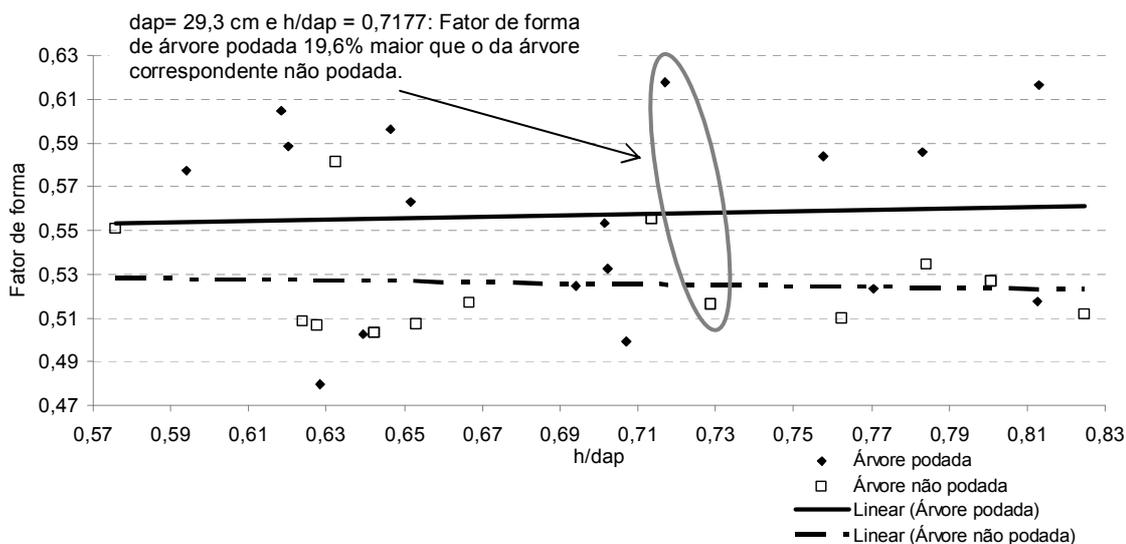


Figura 33 - Comparativo entre o fator de forma das árvores podadas e das não podadas em relação a h/dap - *Pinus elliottii*

### 5.2.1.2 Comparativo do volume de árvores podadas e não podadas

Igualmente ao mencionado no item 5.2.1.1, a comparação entre árvores podadas e não podadas só foi possível para dezessete das vinte árvores

selecionadas do talhão de *Pinus elliottii*, devido à dificuldade em encontrar árvores não podadas com mesmo dap e altura, ou pelo menos, com valores muito próximos e que expressassem a mesma relação h/dap.

Entre as dezessete árvores podadas no talhão 40337 e outras dezessete árvores não podadas de *Pinus elliottii* com idade entre 20 e 25 anos, com o mesmo valor h/dap (e mesmo dap) observou-se o volume de uma árvore podada 25 % maior que o volume de uma árvore não podada para valores similares de h/dap (Figuras 34 e 35). Em média, entre estas árvores analisadas, o volume de uma árvore podada foi 6,5 % maior que o de uma árvore não podada para o mesmo valor de h/dap e para o mesmo dap. Somente quatro árvores podadas apresentaram volume menor ou igual ao das árvores não podadas (diferença de volume percentual maior que zero), conforme mostra a Figura 34.

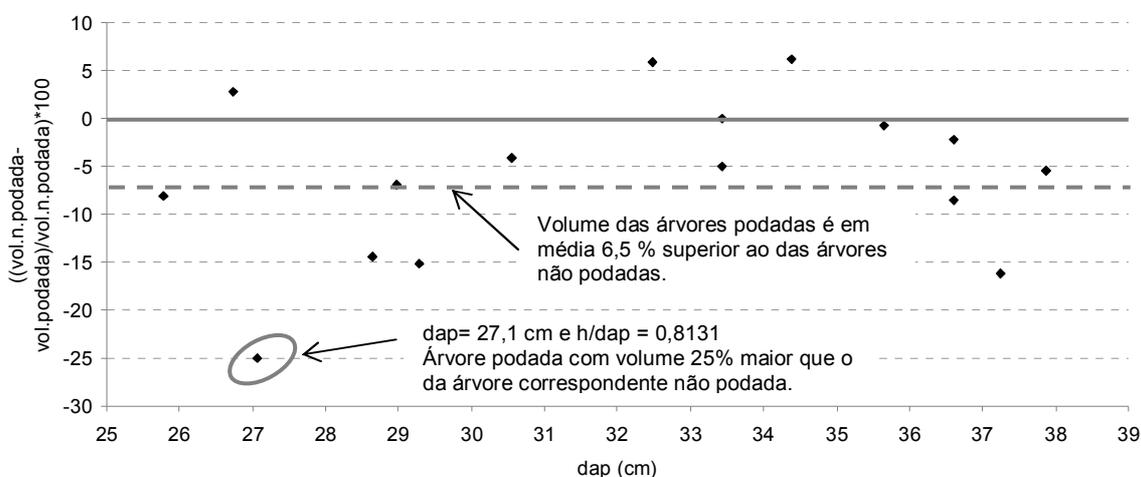


Figura 34 - Diferença percentual de volume entre árvores podadas e não podadas de mesmo dap - *Pinus elliottii*

### 5.2.2 Cubagens de Árvores de *Pinus taeda* aos 19 anos

O dap médio das 17 árvores selecionadas no talhão 30669 de *Pinus taeda* aos 19 anos é de 38,4 cm, enquanto a altura média é de 21,5 m. Nessas condições, o volume médio por árvore é de 1,24273 m<sup>3</sup>, o fator de forma médio é de 0,49706 e

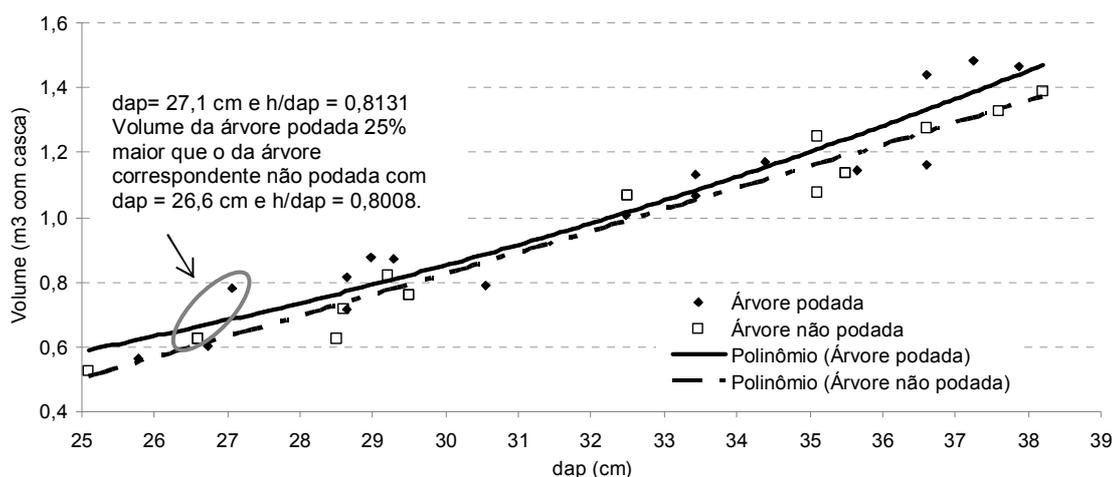


Figura 35 - Comparativo entre o volume das árvores podadas e das não podadas em relação ao dap - *Pinus elliottii*

a relação h/dap é de 0,56592. Os demais parâmetros estatísticos estão na Tabela 13, onde observa-se também que o coeficiente de variação do fator de forma é de 8,5 %, semelhante ao observado nas árvores de *Pinus elliottii*.

Tabela 13 - Características dendrométricas e estatísticas das 17 cubagens de *Pinus taeda* - 19 anos de idade

Parâmetros	dap (cm)	h (m)	volume (m <sup>3</sup> com casca)	fator forma	h/dap	dap/d <sub>0,0</sub>	d <sub>0,45</sub> /d <sub>0,0</sub>
Média	38,4	21,5	1,24273	0,49706	0,56952	0,81357	0,62285
Mínima	29,3	18,9	0,76452	0,41533	0,46849	0,70055	0,53578
Máxima	47,4	23,4	1,84228	0,55701	0,70344	0,87048	0,68306
Desvio padrão	5,2	1,2	0,29222	0,04250	0,06965	0,04594	0,04086
Coeficiente variação (%)	13,7	5,6	23,5	8,5	12,2	5,6	6,6

A correlação entre dap e altura é de 54,9 %, o que pode ser considerado bom para um conjunto de árvores adultas, especialmente diante da grande amplitude diamétrica observada, que é de 18 cm (de 29,3 cm a 47,4 cm), para uma amplitude de altura de 4,5 metros entre a menor e a maior árvore selecionada (18,9 m a 23,4 m), conforme mostra a Figura 36.

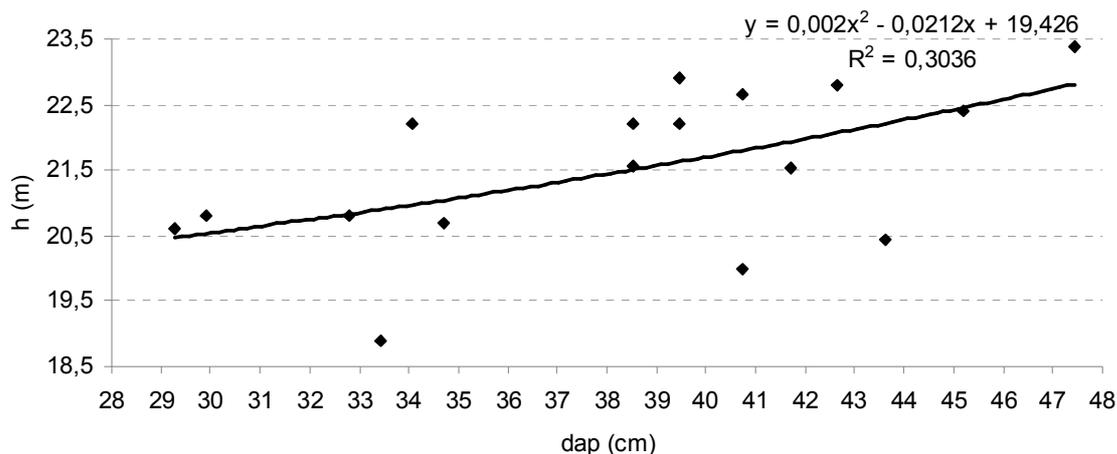


Figura 36 - Relação entre dap e altura das 17 árvores cubadas de *Pinus taeda* - 19 anos de idade

Ao contrário do observado entre as árvores de *Pinus elliottii*, em que a correlação foi inferior a 20 % entre o fator de forma e as demais variáveis, a matriz de correlação de variáveis dendrométricas do conjunto de árvores de *Pinus taeda* indica alta correlação inversamente proporcional entre o fator de forma e o dap (-84,06 %), a altura (-66,24 %) e o volume (-74,30 %), e diretamente proporcional a relação h/dap (66,71 %), conforme observado na Tabela 14. Tal fato pode ser atribuído à maior amplitude de dap, 18 cm entre o menor e o maior, e de altura, 4,5 m entre a menor e a maior.

Tabela 14 - Matriz de correlação das variáveis dendrométricas das 17 árvores cubadas de *Pinus taeda*

Variável	Correlação (%)						
	h/dap	dap	h	volume	fator de forma	dap/d <sub>0</sub>	d <sub>0,45</sub> /d <sub>0</sub>
h / dap	100						
dap	-91,27	100					
h	-17,89	54,92	100				
volume	-83,55	96,84	63,84	100			
fator de forma	66,71	-84,06	-66,24	-74,30	100		
dap / d <sub>0</sub>	-3,69	23,74	48,15	21,98	-49,79	100	
d <sub>0,45</sub> /d <sub>0</sub>	55,82	-51,75	-9,91	-38,35	54,37	34,45	100

Assim, do conjunto de cubagens de *Pinus taeda* podado, pode-se afirmar que o fator de forma é maior para árvores de menor dap, de menor altura e de maior relação h/dap. Esta correlação positiva com a relação h/dap faz sentido se comparadas duas árvores de mesmo dap e de altura diferente: a mais alta apresentará maior relação h/dap e melhor forma (tendendo a cilíndrica), enquanto a de menor altura terá menor relação h/dap e fator de forma menor (mais cônica).

### 5.2.2.1 Comparativo da forma de árvores podadas e não podadas

Entre as dezessete árvores podadas de *Pinus taeda*, quinze fizeram parte do comparativo (ver Anexo II), pois devido à dificuldade em encontrar árvores não podadas com mesmo dap, altura e idade, duas árvores foram excluídas da análise.

Os comparativos mostram que doze das quinze árvores podadas tiveram maior fator de forma que as árvores não podadas correspondentes, em até 20,5 %. Em média, o fator de forma de árvores podadas foi 5,7 % maior que o de árvores não podadas de mesmo dap e altura, para as árvores analisadas de *Pinus taeda*, embora os resultados sejam muito dispersos quando plotados em relação ao dap (Figura 37).

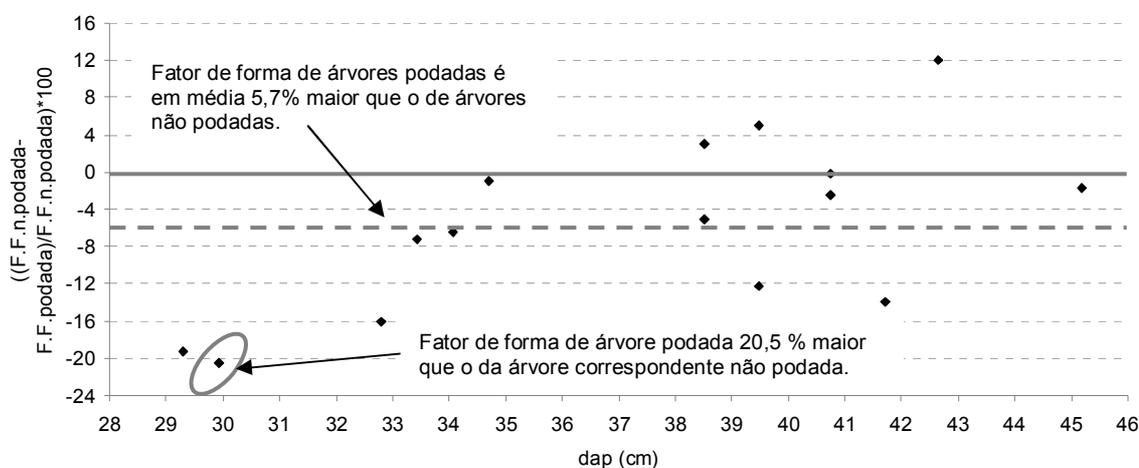


Figura 37 - Diferença percentual de fator de forma entre árvores podadas e não podadas de mesmo dap - *Pinus taeda*

Aparentemente, considerando relação  $h/dap$  menor que 0,60, a poda não exerceu influência na forma das árvores, se observado o comparativo com as árvores não podadas correspondentes de mesma relação  $h/dap$ . No entanto, embora os pontos sejam muito dispersos, existe uma tendência de aumento do fator de forma de 0,47 para 0,55, a medida em que aumenta a relação  $h/dap$  em uma amplitude de 0,49 até 0,70. Entre as árvores não podadas, a tendência é de redução do fator de forma de 0,48 para 0,47 a medida em que aumenta a relação  $h/dap$  na mesma amplitude (Figura 38).

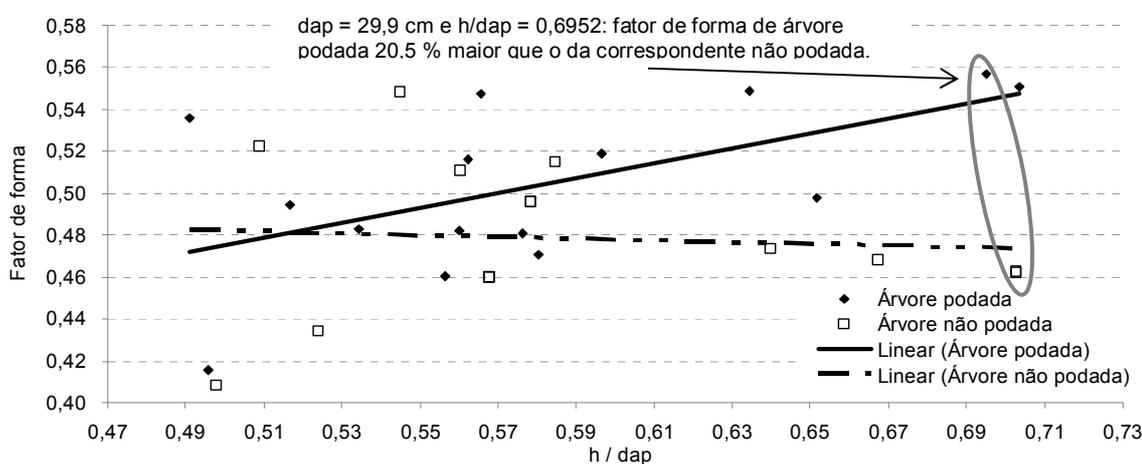


Figura 38 - Comparativo entre o fator de forma das árvores podadas e das não podadas em relação a  $h/dap$  - *Pinus taeda*

#### 5.2.2.2 Comparativo do volume de árvores podadas e não podadas

No comparativo entre as quinze árvores podadas e outras quinze árvores não podadas de *Pinus taeda* com idades entre 16 e 19 anos e com o mesmo valor  $h/dap$  (e mesmo  $dap$ ), ocorreu uma árvore podada com volume 23,2 % maior que o de uma árvore não podada, para valor similar de  $h/dap$ . O volume de uma árvore podada foi em média, 6,8 % maior que o de uma árvore não podada para o mesmo valor de  $h/dap$  e para o mesmo  $dap$ , entre as árvores analisadas. Somente três

árvores podadas apresentaram volume menor que o das árvores não podadas, conforme pode ser observado na Figura 39.

As maiores diferenças entre volume de árvore podada e não podada ocorrem para valores de dap menores que 35 cm. Para valores de dap maiores que 35 cm a poda parece não ter tanta influência no volume total da árvore para os mesmos valores de h/dap e dap (Figura 40).

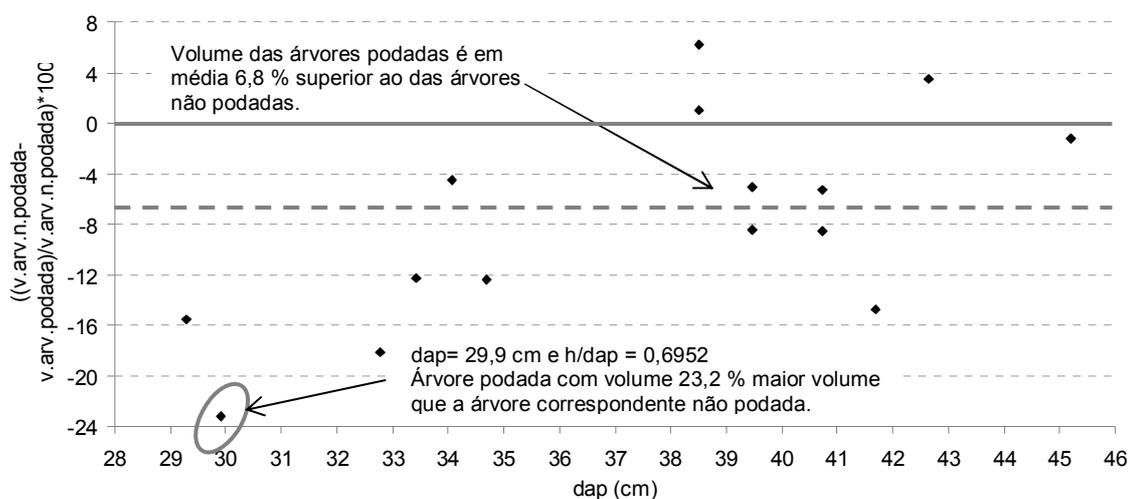


Figura 39 - Diferença percentual de volume entre árvores podadas e não podadas de mesmo dap - *Pinus taeda*

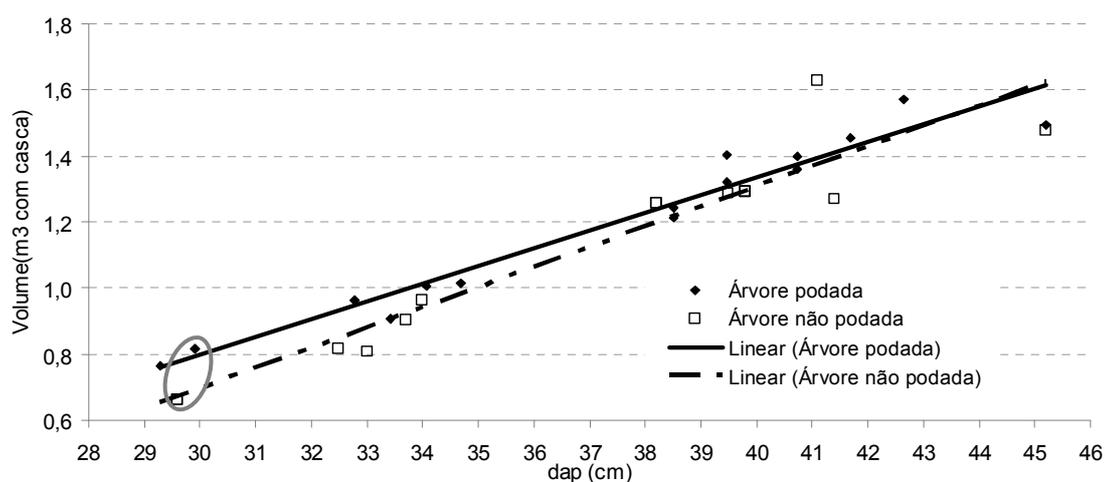


Figura 40 - Comparativo entre o volume das árvores podadas e das não podadas em relação ao dap - *Pinus taeda*

### 5.3 VOLUME E FORMA DAS TORAS LAMINADAS

Os resultados das medições das toras utilizadas no processamento nas laminadoras indicaram que a segunda tora tem sempre melhor forma (Tabela 15 e Figura 41), com fator de conicidade médio de 0,9551 entre os seis talhões podados, contra o valor médio de 0,8004 para a primeira tora dos mesmos talhões. Os dois talhões sem poda tiveram resultados semelhantes. De qualquer maneira, parece não haver diferenças na forma da primeira e segunda tora para árvores podadas e não podadas, possivelmente em função dos comprimentos de tora utilizados na análise, que variaram entre 2,35 m e 2,66 m.

Tabela 15 - Diâmetro, volume e fator de conicidade das toras analisadas nos oito talhões

Área	Posição da tora	Número de toras	Diâmetro (cm)				Volume m <sup>3</sup> s/casca	Fator de conicidade	Conicidade d2/d1
			Ponta fina sem casca			núcleo nodoso			
			média	mínimo	máximo				
40337	Primeira	37	28,6	22,3	35,7	22,5	7,9589	0,7944	0,7648
<i>P. elliotii</i> 24 anos	Segunda	37	27,8	22,5	35,0	19,0	5,6791	0,9741	0,9732
	Terceira	37	27,1	19,8	36,9	-	5,4060	0,9744	0,9727
50367 21 anos	Primeira	50	27,0	22,0	31,5		10,7960	0,8004	0,8211
	Segunda	50	25,1	19,7	29,2		7,7909	0,9357	0,9385
30592 19 anos	Primeira	50	33,4	29,5	40,0		16,9191	0,7899	0,8132
	Segunda	50	31,8	26,8	41,8		12,3178	0,9506	0,9524
30593 19 anos	Primeira	50	28,5	24,1	38,2		12,0346	0,8059	0,8261
	Segunda	50	27,4	22,7	33,6		9,0722	0,9624	0,9636
30669 19 anos	Primeira	40	31,1	25,8	40,2	24,4	9,3950	0,8160	0,7934
	Segunda	26	30,5	23,4	38,0	21,4	4,7196	0,9582	0,9565
30670 18 anos	Primeira	50	32,0	28,2	38,6		15,3946	0,7961	0,8189
	Segunda	50	30,3	25,9	37,9		11,2500	0,9495	0,9517
30671 19 anos ñ.podado	Primeira	50	29,0	26,1	35,0		11,2808	0,8708	0,8800
	Segunda	50	27,7	23,6	34,1		9,2941	0,9565	0,9580
30704 19 anos ñ.podado	Primeira	40	31,4	26,8	40,1	-	9,5864	0,8148	0,7924

Observações: A Tabela contém as informações somente das árvores podadas nos lotes de toras de talhões podados. As toras não podadas encontradas eventualmente em cada lote foram excluídas dessa análise.

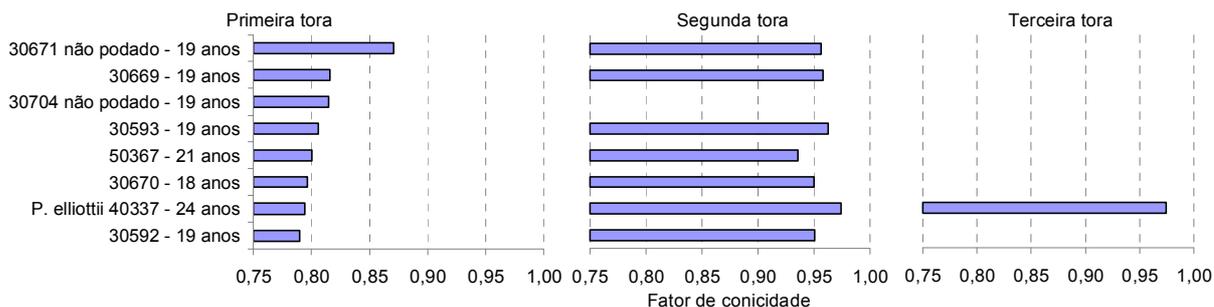


Figura 41 - Comparativo do fator de conicidade para primeira e segunda tora em cada talhão

Embora a segunda tora tenha sido comprovadamente mais cilíndrica, contém 25,1 % menos volume que a primeira tora em média. Isso está correlacionado diretamente ao diâmetro médio da ponta fina das toras, que apresenta valores entre 25,1 cm e 33,4 cm, conforme ilustrado na Figura 42. Referente a este resultado, é importante enfatizar o comentário de MENESES e GUZMAN (2000) de que, segundo a prática neozelandesa, um diâmetro da ponta fina igual a 32 cm é o mínimo para que uma tora possa ser considerada aceitável

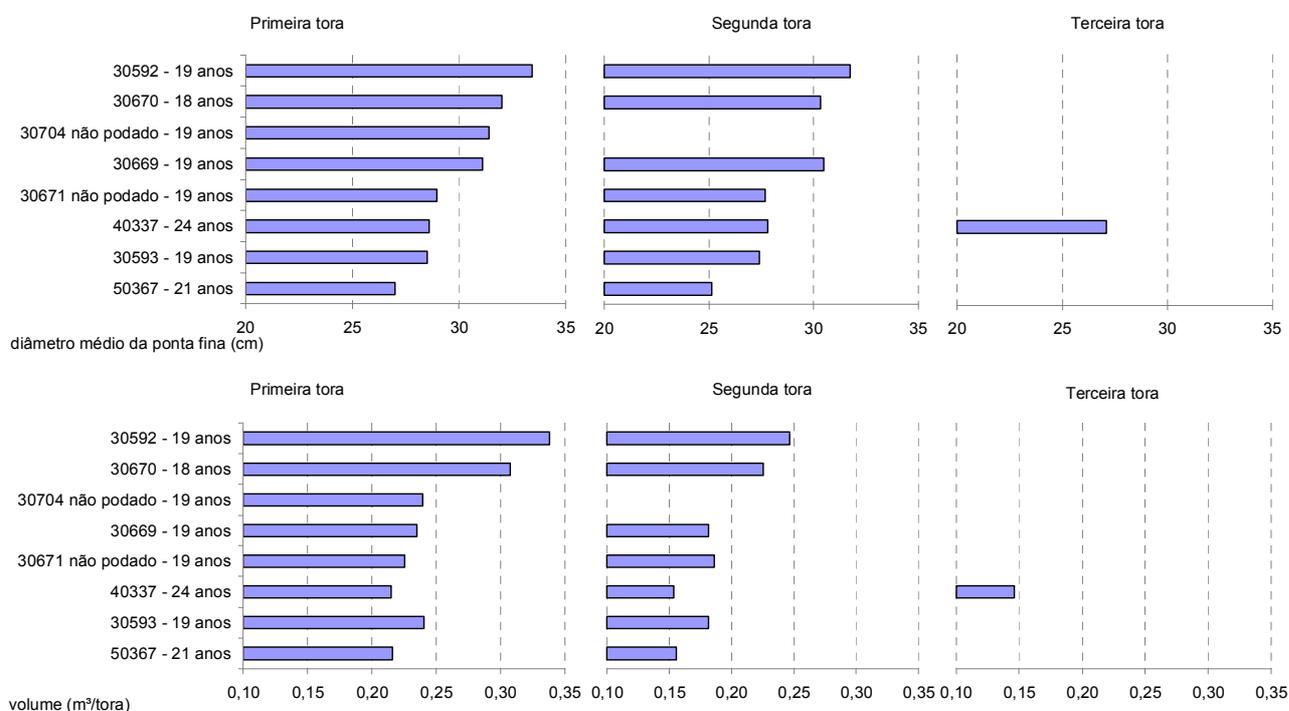


Figura 42 - Diâmetro médio da ponta fina das toras e volume médio por tora dos oito talhões analisados

para a produção de madeira *clear*. Nesse padrão, somente os talhões 30592 e 36670 estariam aptos para produzir madeira *clear*.

Outro aspecto interessante foi verificado entre as árvores de *Pinus elliottii*, em que foram coletadas as três primeiras toras, de comprimento 2,43 m cada uma, sendo que a terceira tora não era podada. Entre as 37 árvores podadas que tiveram suas toras analisadas, quinze apresentavam diâmetro da ponta fina da terceira tora (a 7,29 m de altura da árvore) em média 0,7 cm menor que da segunda tora (a 4,86 m de altura da árvore) variando entre 0 e 1,5 cm. Outras onze apresentaram diâmetro da terceira tora maior que da segunda tora, em média de 2,1 cm. As demais apresentaram diâmetro da terceira tora em média 3,6 cm menor que o diâmetro da segunda tora, (Figura 43 e Tabela 16).

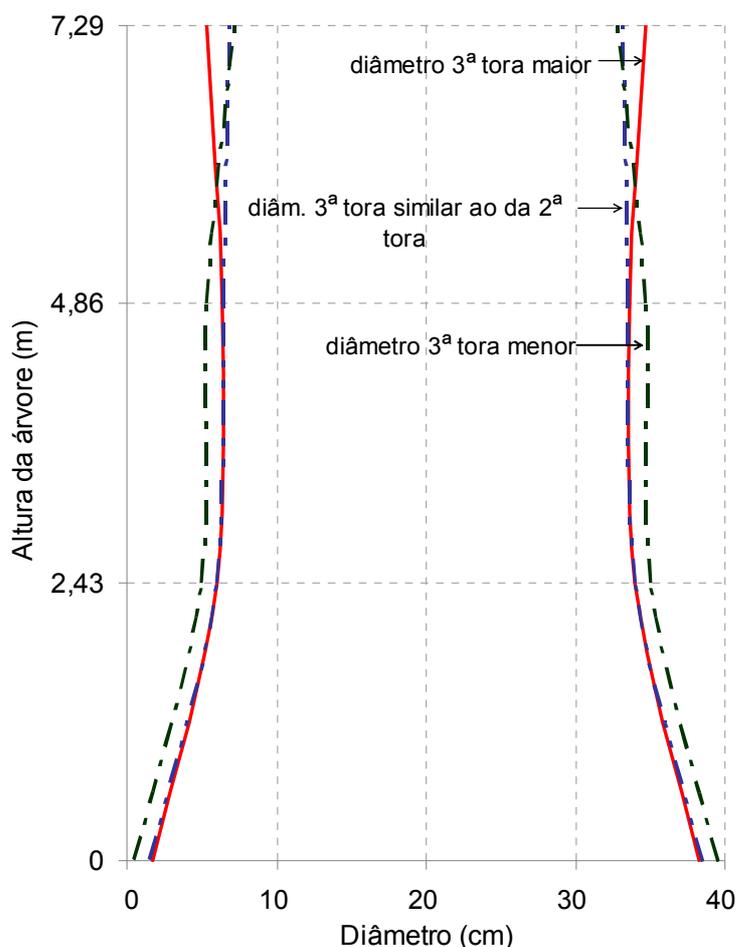


Figura 43 - Perfil médio de árvores podadas de *Pinus elliottii* até o final da 3ª tora

Tabela 16 - Diâmetro médio ao final de cada tora, classificado conforme o diâmetro observado ao final da terceira tora - *Pinus elliottii*

Classe de árvore	Árvores	Diâmetro médio ao final de cada tora (cm)				Diferença do diâmetro ao final de cada tora (cm)		
		0,0 m	2,43 m	4,86 m	7,29 m	(2,43-0,0)	(4,86-2,43)	(7,29-4,86)
Diâmetro 3ª tora maior que da 2ª tora	11	36,5	27,9	27,3	29,5	-8,6	-0,6	2,1
Diâmetro 3ª tora similar ao da 2ª tora	15	37,1	28,0	27,1	26,4	-9,1	-0,9	-0,7
Diâmetro 3ª tora menor que da 2ª tora	11	39,1	30,1	29,3	25,7	-9,1	-0,8	-3,6
Total	37							

Essa tendência de crescimento diferenciado do diâmetro na porção logo abaixo do início da inserção de galhos em praticamente 70 % das árvores analisadas, comprova o relato de Kozlowski (1971), de que a poda inibe o crescimento na base do tronco e faz com que ocorra acréscimo do xilema na porção do tronco logo acima de onde ocorreu a poda.

Kramer e Kozlowski (1972) comentam que o crescimento em diâmetro em qualquer ponto do tronco depende mais dos hidratos de carbono produzidos pelos ramos situados acima dele do que daqueles que se encontram abaixo. Segundo Young e Kramer (1952)<sup>4</sup> citados por Kramer e Kozlowski (1972), a redução da dimensão da copa reduz muito mais o crescimento em diâmetro a 1,30 m do que a 80 % da altura.

O fator de forma médio, da porção da árvore compreendida por três toras, ou seja, até 7,29 m de altura, calculado em relação ao diâmetro da base, é 0,6361, o valor máximo obtido foi 0,8381 e o mínimo 0,5038. Observou-se também que o fator

<sup>4</sup> Young, C. W. e Kramer, P. J., The effect of pruning on the height and diameter growth of loblolly pine, **Jour. Forestry**, n. 50, p. 474-479. 1952.

de forma é maior para as árvores com diâmetro da base até 36 cm (Figura 44), e que a correlação entre esta variável e o fator de forma é inversamente proporcional (quanto maior o diâmetro da base menor o fator de forma), com valor de 40,78 %.

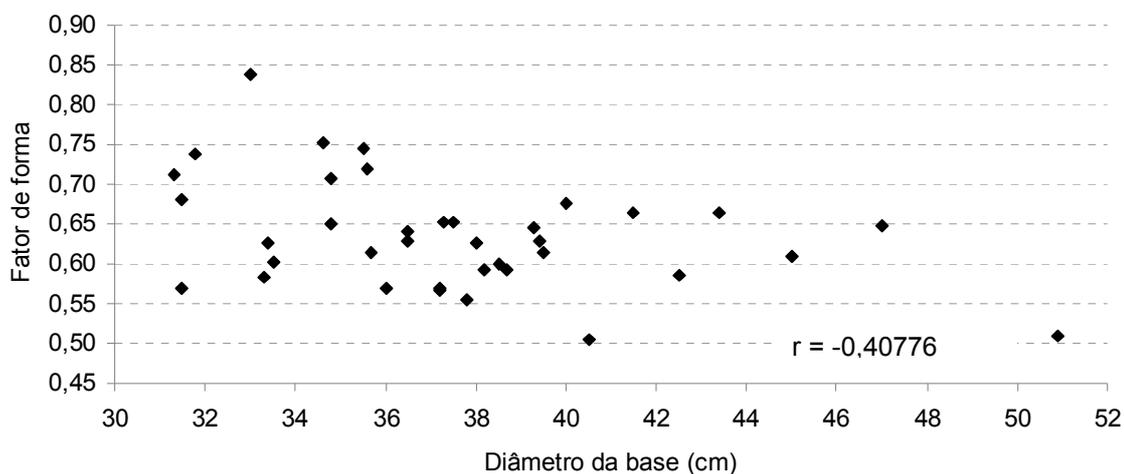


Figura 44 - Fator de forma da porção correspondente a três toras, altura 7,29 m em árvores de *Pinus elliottii*, calculado em relação ao diâmetro da base

#### 5.4 DIÂMETRO DO NÚCLEO NODOSO OU DIÂMETRO COM DEFEITOS

A medição do diâmetro do núcleo nodoso ocorreu nos lotes de toras do talhão 40337 de *Pinus elliottii* e do talhão 30669 de *Pinus taeda*.

O diâmetro médio do núcleo nodoso variou entre 19 cm a 24,4 cm (Tabela 17), bem acima do valor de DOS, que é o diâmetro acima do primeiro galho da copa viva no momento da poda. Esse diâmetro, na época em que as podas desses talhões foram feitas, devia oscilar entre 12 cm e 16 cm, não havendo um controle muito preciso quanto a essa característica. Conclui-se, portanto, que existe um tempo de cicatrização dos nós após a poda que compreende cerca de 6 cm a 8 cm do diâmetro, ainda com marcas de nós.

Observou-se que o diâmetro do núcleo nodoso da segunda tora é de 3 cm a 3,5 cm menor que o da primeira tora (Figura 45), e que o percentual de diâmetro

*clear* corresponde em média a 31,7 % do diâmetro médio da tora sem casca.

Tabela 17 - Percentual de diâmetro *clear* em relação ao diâmetro médio das toras

Área / Espécie	Posição da tora	Diâmetro (cm)		% diâmetro <i>clear</i>
		Médio	Núcleo nodoso	
40337 <i>Pinus elliottii</i>	Primeira	33,1	22,5	32,16
	Segunda	28,2	19,0	32,67
	Terceira	27,5	-	
30669 <i>Pinus taeda</i>	Primeira	35,2	24,4	30,82
	Segunda	31,1	21,4	31,08

O diâmetro médio corresponde a média dos diâmetros sem casca das duas pontas das toras.

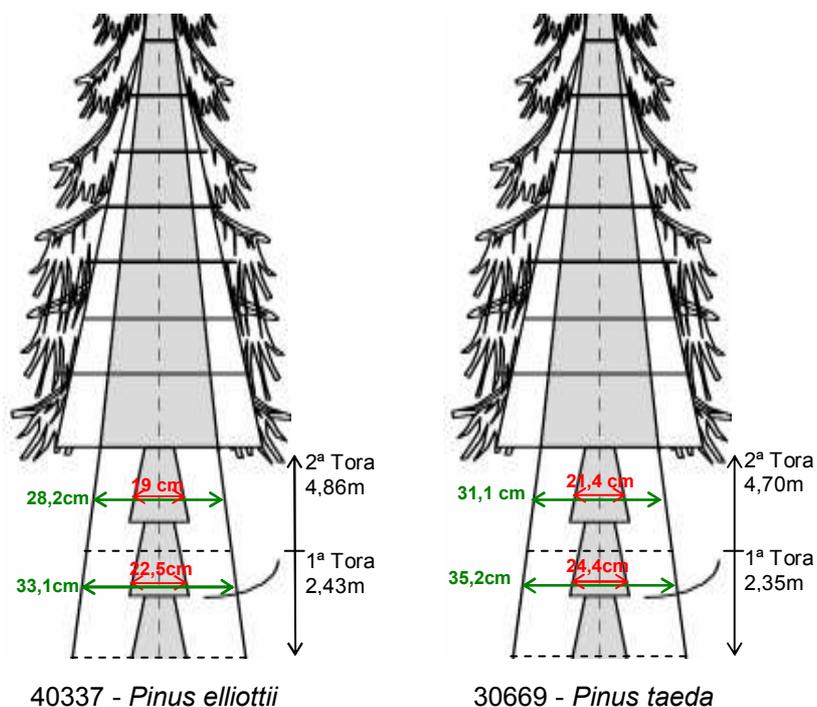


Figura 45 - Diâmetro do núcleo nodoso da primeira e segunda tora em relação ao diâmetro médio sem casca em dois talhões

O diâmetro médio (em verde) corresponde à média das duas pontas das toras.

Fonte: Adaptado de Bancalari e Sáez (2005)

O ideal para que a poda seja considerada uma operação viável economicamente é de que dois terços (relação 1:2) do diâmetro da tora contenham madeira *clear*, conforme relato de Schoelzke (2003), apresentado no item 3.1. Diante

disso, a madeira dos talhões analisados não se enquadra nesse padrão, e o corte raso teria que ocorrer bem mais tarde, para que a relação 1:2 fosse alcançada.

#### 5.4.1 Toras de *Pinus elliottii*

A análise dos lotes de toras de *Pinus elliottii* mostra que existe uma tendência de aumento do diâmetro do núcleo nodoso a medida em que aumenta o diâmetro da tora (Figuras 46 e 47), com uma correlação de 58,1 % para o conjunto de primeira tora e de 52,4 % para o conjunto de segunda tora. Essa afirmativa faz sentido, já que as toras de maior diâmetro devem ser originárias de árvores dominantes, que já tinham os maiores diâmetros na época em que foram podadas.

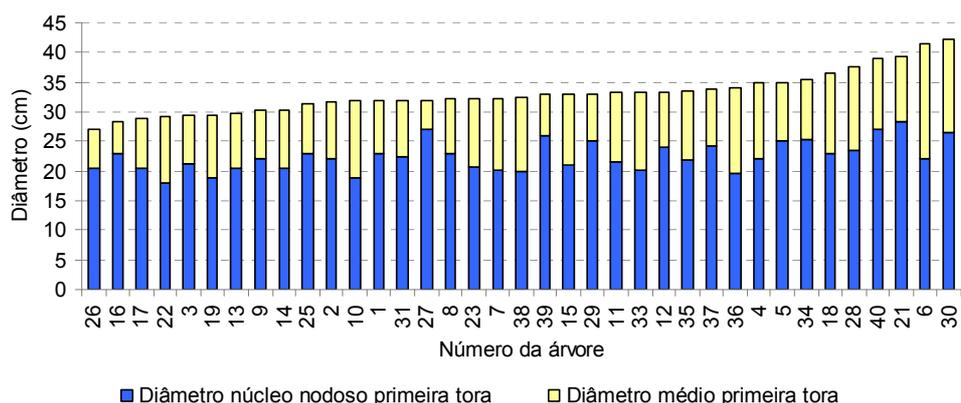


Figura 46 - Diâmetro do núcleo nodoso versus diâmetro médio da primeira tora de *Pinus elliottii* - 24 anos

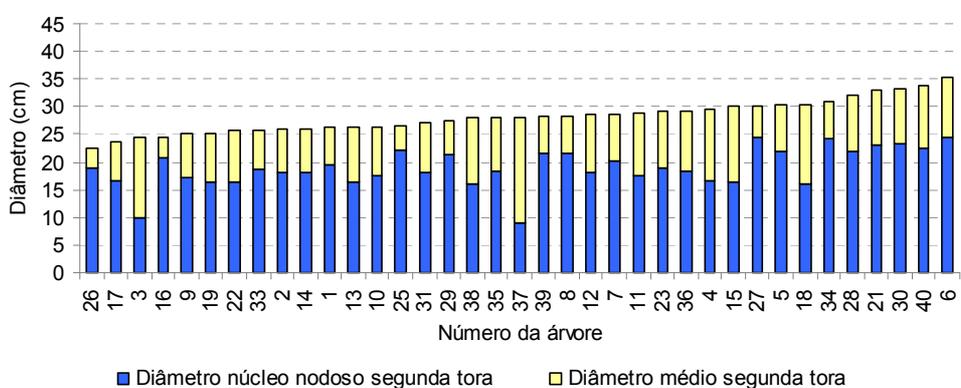


Figura 47 - Diâmetro do núcleo nodoso versus diâmetro médio da segunda tora de *Pinus elliottii* - 24 anos

Durante o processamento no torno, verificou-se a ocorrência de três toras da base das árvores (primeiras toras) que não haviam sido podadas e apresentavam marcas de nós desde o início do torneamento. Isso não pôde ser evitado durante a colheita das árvores, pois foi impossível identificar a inexistência de poda em árvores adultas dessa espécie, que têm como característica a desrama natural.

Quanto à segunda tora, verificou-se que nem todas foram totalmente podadas, e nos casos em que isso ocorreu, foi medido o diâmetro do núcleo nodoso no momento em que teve início a incidência de nós em mais de 50 % da extensão da tora, representando que até ali houve o efeito da poda, ainda que incompleta.

#### 5.4.2 Toras de *Pinus taeda*

Entre os lotes de toras de *Pinus taeda* do talhão 30669 observou-se, também a exemplo dos lotes de *Pinus elliottii*, uma tendência de maiores diâmetros de núcleo nodoso para as toras de maior diâmetro (Figuras 48 e 49), com uma correlação de 43,5 % para o conjunto de primeira tora e de 62,1 % para o conjunto de segunda tora.

Referente ao conjunto de segunda tora, verificou-se que, entre as quarenta toras, quatorze não foram podadas, sequer parcialmente. Entre as demais vinte e seis toras, nem todas foram completamente podadas, mas a medição do diâmetro do núcleo nodoso foi feita no momento em que houve a incidência de nós em mais de 50 % da extensão da tora.

Essa situação caracteriza a heterogeneidade de poda verificada no talhão, em que foram encontradas árvores com poda somente da primeira tora, outras com poda de duas toras, ou com a poda incompleta da segunda tora e outras ainda, sem poda. Nessas condições, não há muita segurança em estimar o volume de madeira *clear* da segunda tora e ressalta-se o fato de que a poda é uma das operações em que o controle é mais importante, pois este controle é que poderá atestar a

qualidade da madeira no futuro.

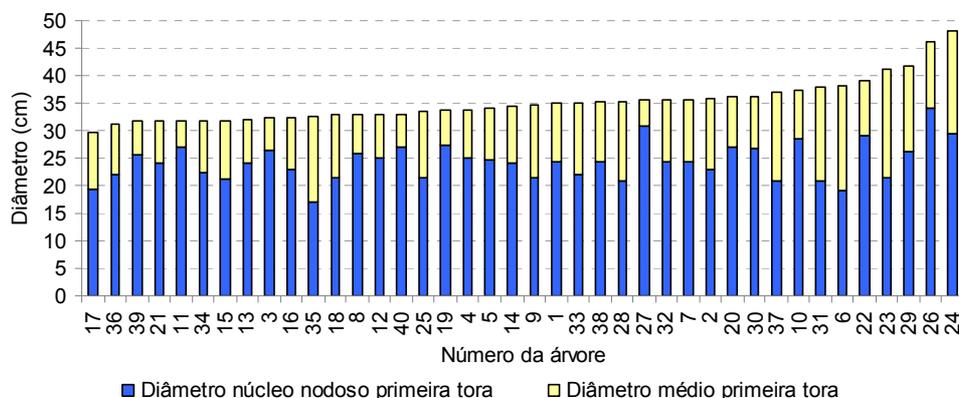


Figura 48 - Diâmetro do núcleo nodoso versus diâmetro médio da primeira tora de *Pinus taeda* - 19 anos

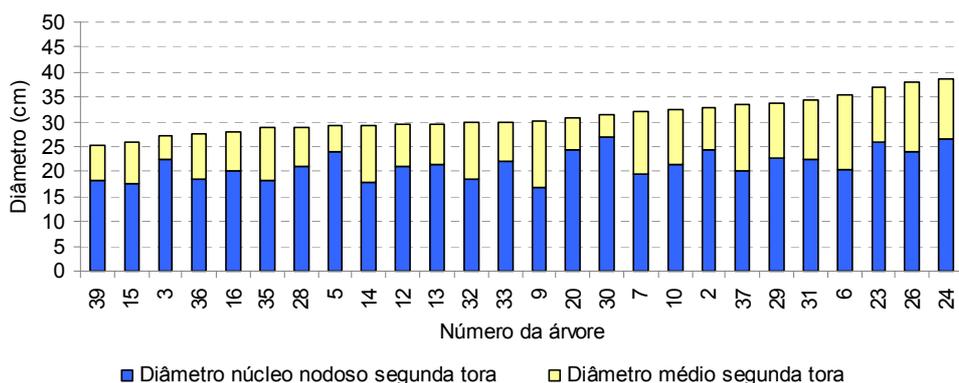


Figura 49 - Diâmetro do núcleo nodoso versus diâmetro médio da segunda tora de *Pinus taeda* - 19 anos

## 5.5 ITP - ÍNDICE DE TORA PODADA

O índice de tora podada foi calculado para os lotes de toras de *Pinus elliottii*, e do talhão 30669 de *Pinus taeda*. Em linhas gerais, observou-se que este índice não ultrapassou o valor de 2,3 para a maioria das toras dos quatro lotes (primeira e segunda tora de cada lote), o que caracteriza toras de baixa qualidade, com pouca madeira *clear*, conforme a classificação de Park (1989).

### 5.5.1 Toras de *Pinus elliottii*

#### 5.5.1.1 Primeira tora

O índice de tora podada (ITP) para o lote de primeira tora de *Pinus elliottii* variou entre 0,55 e 1,58, com média de 0,94 (Figura 50), valores muito abaixo do prescrito na literatura para configurar uma poda de condição satisfatória, que estabelece o valor 4 para este nível.

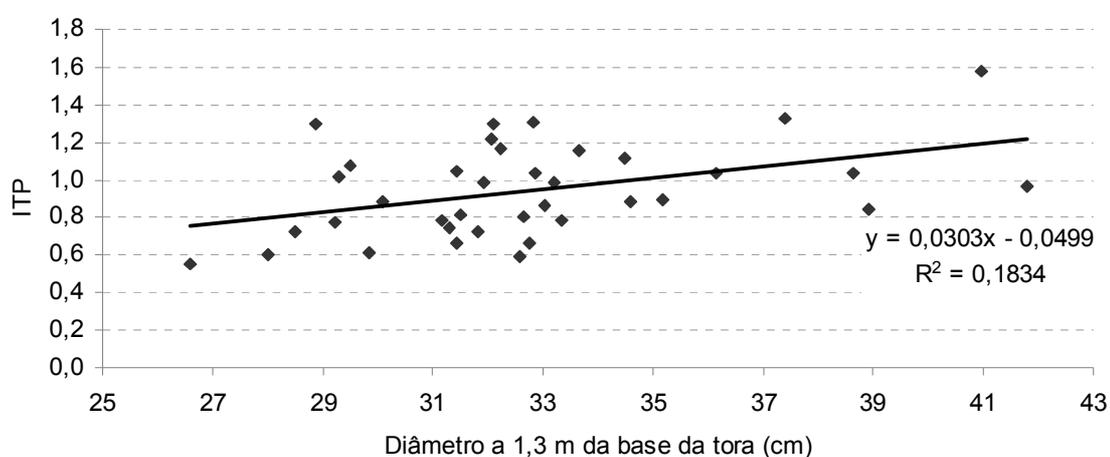


Figura 50 - ITP da primeira tora de *Pinus elliottii* em função do diâmetro a 1,30 m da base da tora

O ITP igual a 4, considerado como poda satisfatória, seria atingido quando o diâmetro atingisse mais 30 cm a 40 cm de crescimento (Figura 51), para um mesmo fator de conversão  $Cvol/Lvol$ . Tal condição é inviável, visto que trata-se de um sítio de baixa a média produtividade, que levaria outros 30 a 40 anos para atingir essa dimensão.

Se for considerado que o fator de conversão  $Lvol/Cvol$  tende a aumentar com a idade, simulando-se corte raso aos 30 anos, o ITP para esta ocasião seria de 0,95 a 2,19, conforme pode ser observado na Figura 52, e a média seria de 1,46. Estes valores, embora ainda estejam bem abaixo do valor 4,0 que indica toras de

boa qualidade, representam um aumento de 55 % no ITP, o que pode ser considerado uma melhoria importante na qualidade das toras.

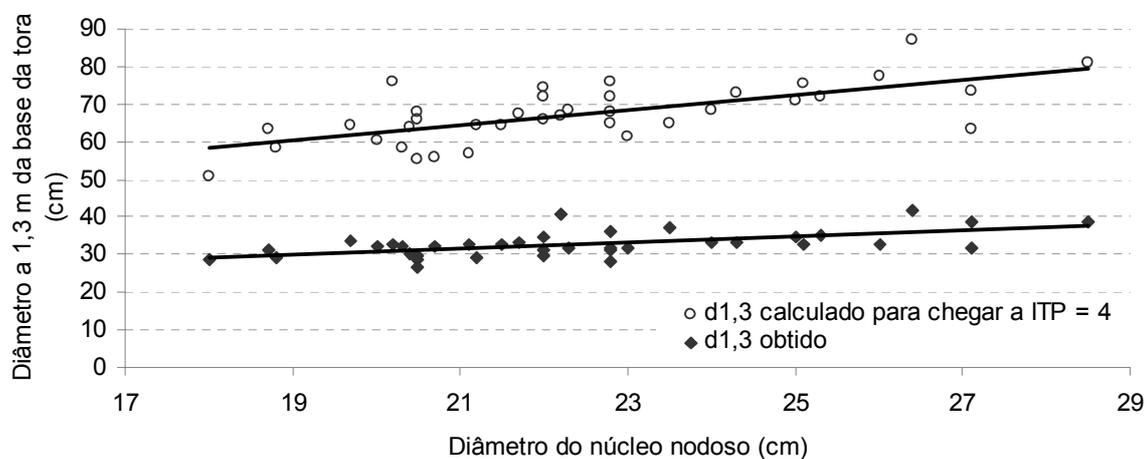


Figura 51 - Diâmetro do núcleo nodoso em função do diâmetro a 1,30 m da base da tora na situação atual e na situação de chegar ao ITP = 4 para primeira tora de *Pinus elliottii*

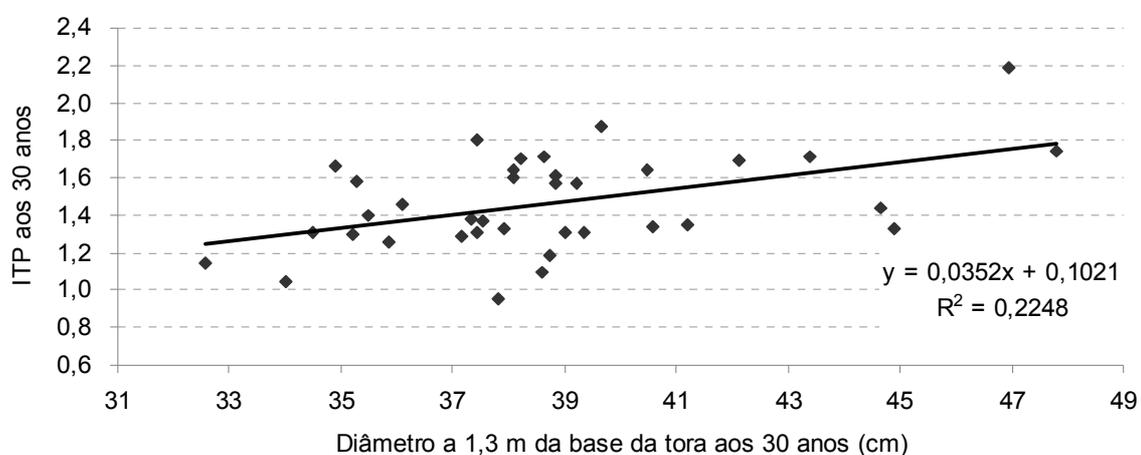


Figura 52 - ITP da primeira tora de *Pinus elliottii* aos 30 anos em função do diâmetro a 1,3 m da base da tora

### 5.5.1.2 Segunda tora

Quanto à segunda tora, no conjunto de dados de *Pinus elliottii*, o ITP variou

entre 0,69 e 2,1 (Figura 53) para a maioria das toras, embora tenham ocorrido dois resultados bem acima deste máximo, um de 2,5 e outro de 3,9 com média de 1,4.

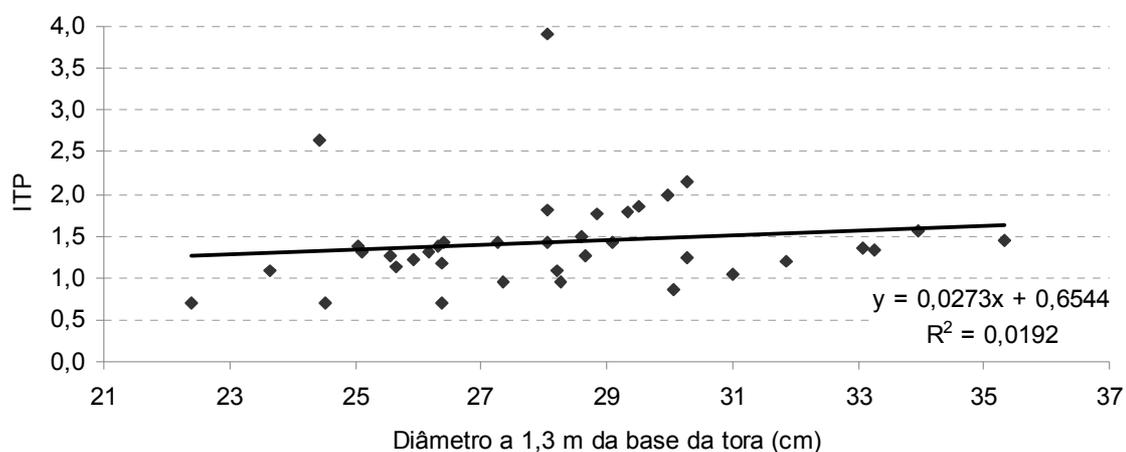


Figura 53 - ITP da segunda tora de *Pinus elliottii* em função do diâmetro a 1,3 m da base da tora

Pode-se dizer que a segunda tora apresenta um resultado ligeiramente melhor que a primeira tora, quanto ao índice de tora podada, possivelmente explicado pelos valores maiores do fator  $Cvol/Lvol$ , ou seja, pela melhor condição da forma da segunda tora em relação à primeira.

O ITP igual a 4, considerado como poda satisfatória, no lote de segunda tora seria atingido com um aumento do diâmetro em 14 cm a 30 cm para a maioria das toras e considerando o mesmo fator  $Cvol/Lvol$  (Figura 54). Essa amplitude é bem menor que a obtida para a primeira tora, novamente, devido às melhores condições de forma da segunda tora.

A simulação de crescimento até 30 anos de idade, considerando o crescimento em diâmetro de 1 cm por ano, faria mudar a amplitude dos valores de ITP para 1,33 a 2,94 abrangendo a maioria das toras, (Figura 55) sendo que uma apresentaria ainda ITP de 4,11 e outra de 5,42, situação esta melhor que a da primeira tora. A média de ITP seria de 2,28, o que representa um aumento de 62,8 % em relação ao ITP médio na idade de 24 anos.

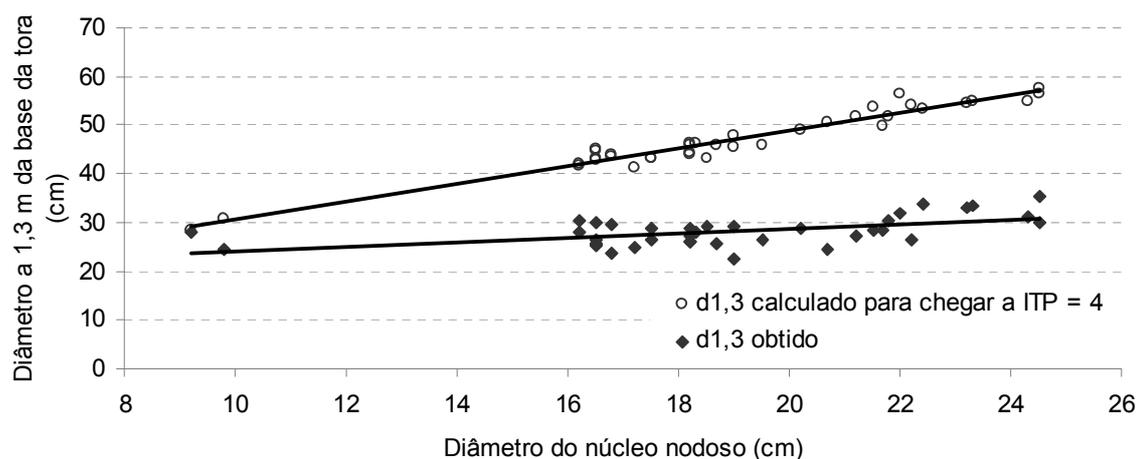


Figura 54 - Diâmetro do núcleo nodoso em função do diâmetro a 1,30 m da base da tora na situação atual e na situação de chegar ao ITP = 4 para segunda tora de *Pinus elliottii*

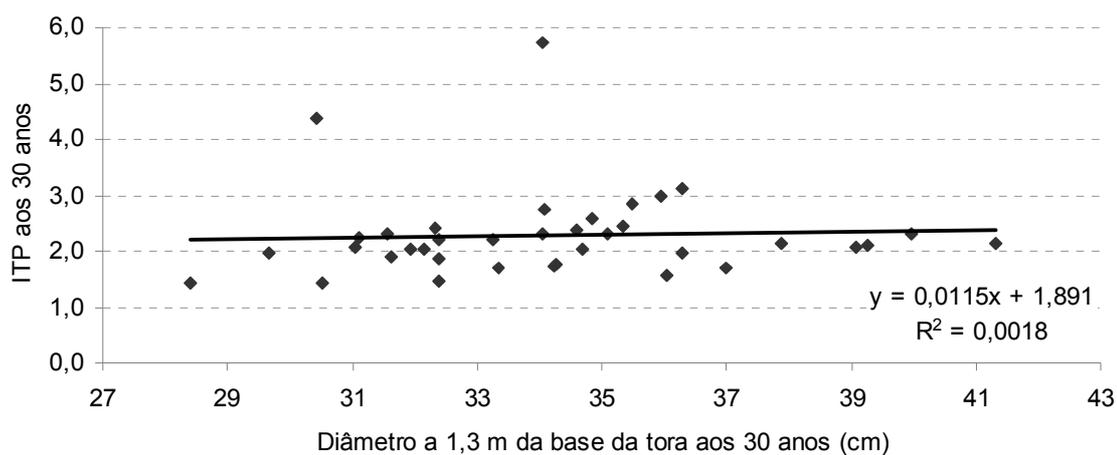


Figura 55 - ITP da segunda tora de *Pinus elliottii* aos 30 anos em função do diâmetro a 1,3 m da base da tora

## 5.5.2 Toras de *Pinus taeda*

### 5.5.2.1 Primeira tora

No conjunto de primeira tora de *Pinus taeda*, o índice de tora podada variou entre 0,4 e 2,3, (Figura 56) com média igual a 1,0, caracterizando mais uma vez

toras de baixa qualidade, com pouca madeira *clear*.

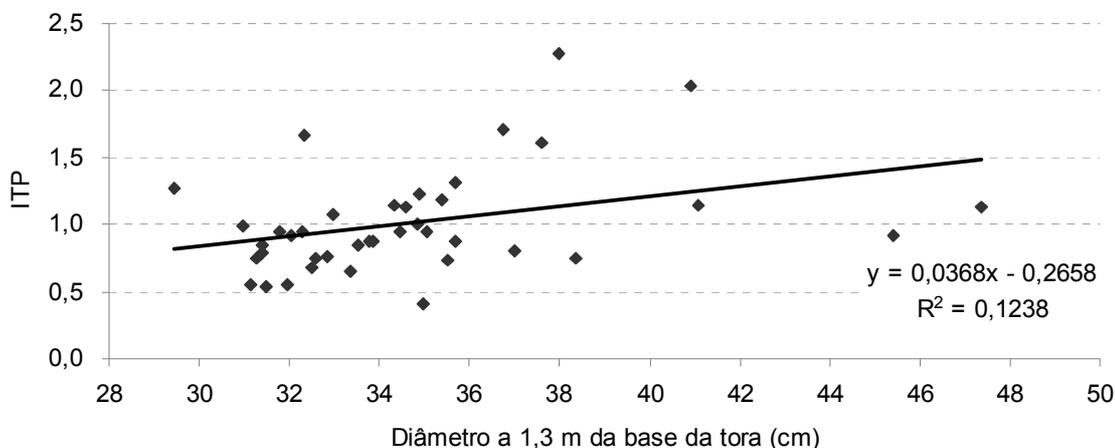


Figura 56 - ITP da primeira tora de *Pinus taeda* em função do diâmetro a 1,30 m da base da tora

O ITP igual a 4, considerado como poda satisfatória, seria atingido com o crescimento em diâmetro entre 20 cm a 40 cm (Figura 57). Isto levaria cerca de mais 13 anos (no mínimo), considerando incremento de 1,5 cm por ano, na melhor das hipóteses, para a classe de sítio considerada.

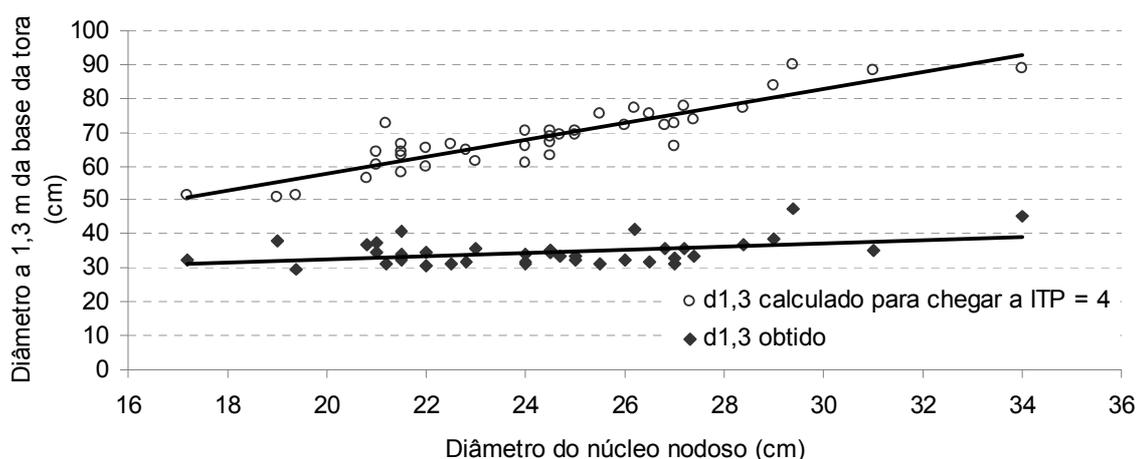


Figura 57 - Diâmetro do núcleo nodoso em função do diâmetro a 1,30 m da base da tora na situação atual e na situação de chegar ao ITP = 4 para primeira tora de *Pinus taeda*

A simulação de crescimento até 25 anos de idade, considerando o crescimento em diâmetro de 1,5 cm por ano, aponta para valores de índice de tora podada entre 1,13 e 2,90, com média de 1,79 (Figura 58), indicando novamente toras de baixa qualidade. Portanto pode-se dizer que, mesmo atrasando o corte raso em mais seis anos, não haverá a produção de toras de boa qualidade, seguindo a classificação proposta por Park (1989), embora aos 25 anos haja um aumento na qualidade das toras em 79 % em relação ao resultado obtido aos 19 anos de idade.

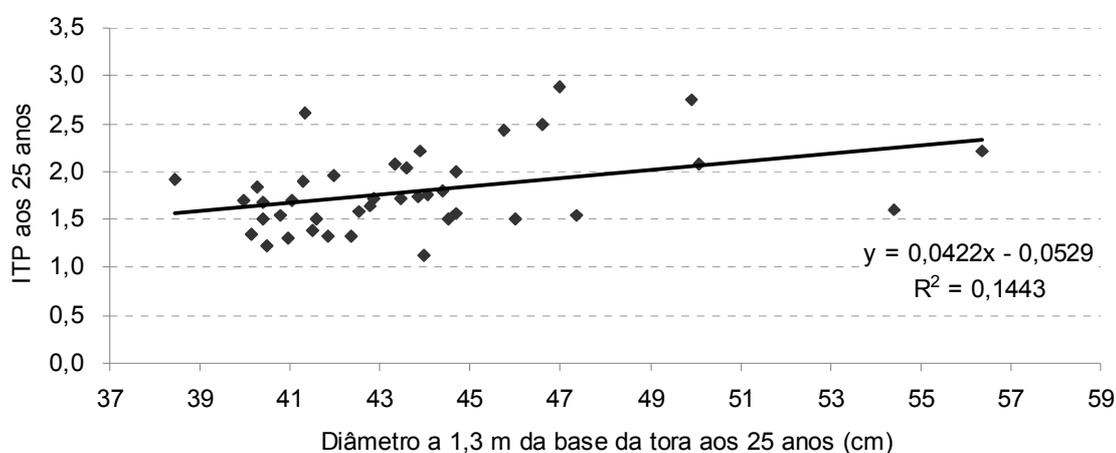


Figura 58 - ITP da primeira tora de *Pinus taeda* aos 25 anos em função do diâmetro a 1,3 m da base da tora

#### 5.5.2.2 Segunda tora

A análise do ITP do conjunto de segunda tora de *Pinus taeda* apontou valores entre 0,73 e 2,02, com média de 1,34, bastante semelhante ao resultado da primeira tora, indicando também toras de baixa qualidade quanto à poda, Figura 59.

O ITP igual a 4, considerado como poda satisfatória, seria atingido quando houvesse um crescimento em diâmetro de 15 cm a 27 cm, para o mesmo diâmetro de núcleo nodoso medido nas toras (Figura 60). Ressalta-se que o aumento em diâmetro necessário na segunda tora é menor que o aumento em diâmetro

necessário na primeira tora, o que pode ser atribuído à melhor forma da segunda tora, como fator importante para a qualidade das toras.

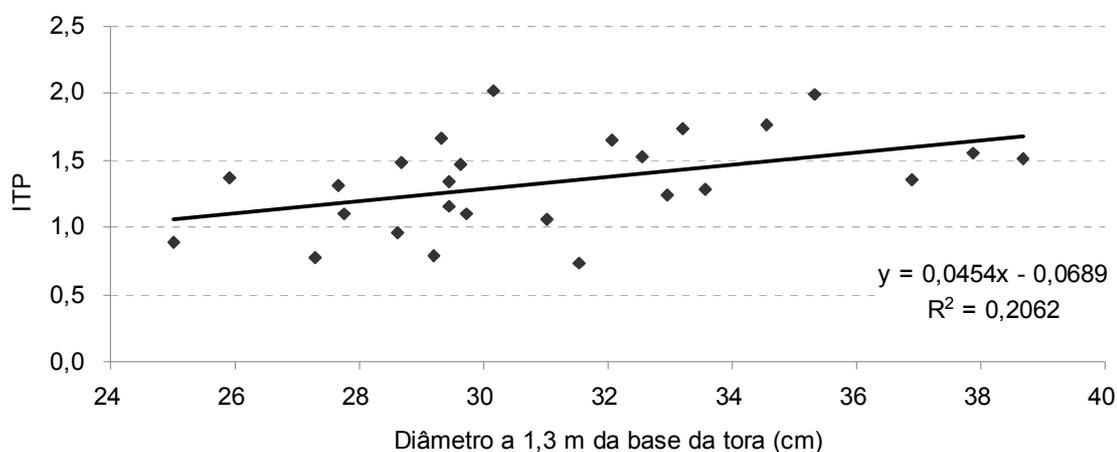


Figura 59 - ITP da segunda tora de *Pinus taeda* em função do diâmetro a 1,3 m da base da tora

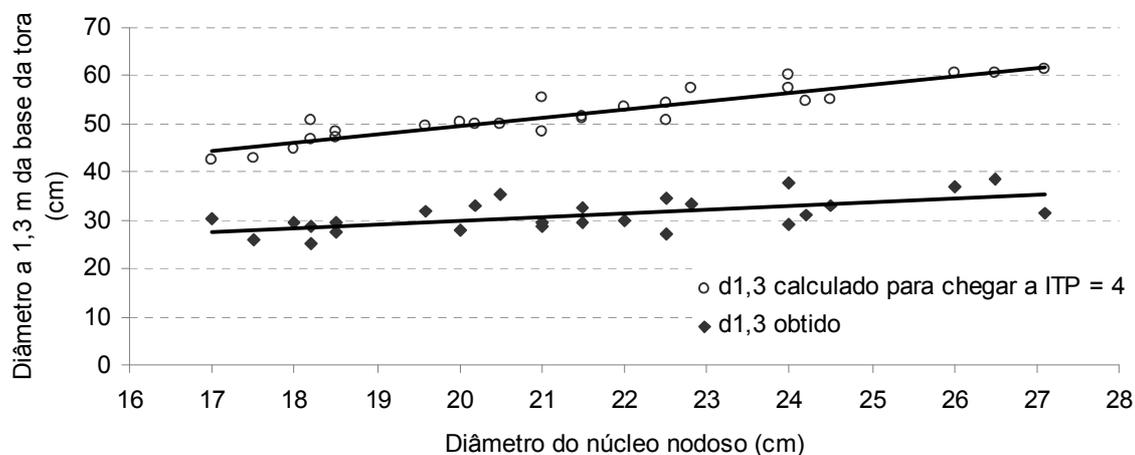


Figura 60 - Diâmetro do núcleo nodoso em função do diâmetro a 1,30 da base da tora na situação atual e na situação de chegar ao ITP = 4 para segunda tora de *Pinus taeda*

O atraso na realização do corte raso em seis anos, aos 25 anos de idade, considerando um crescimento em diâmetro de 1,5 cm ao ano, faria mudar a amplitude do ITP da segunda tora para 1,66 a 3,27, com média de 2,47 (Figura 61),

o que representa um aumento de 84 % na qualidade das toras, que ainda seria insuficiente para gerar toras de boa qualidade.

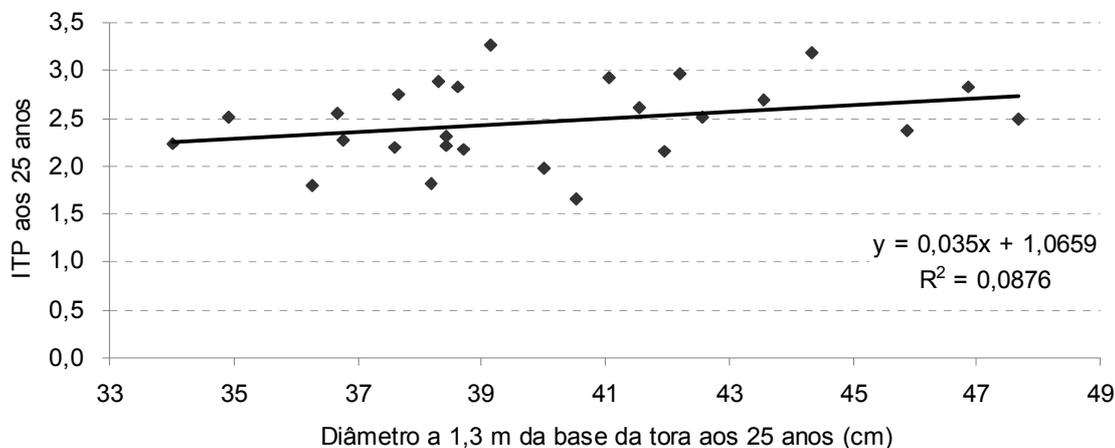


Figura 61 - ITP da segunda tora de *Pinus taeda* aos 25 anos em função do diâmetro a 1,3 m da base da tora

## 5.6 RENDIMENTO DAS TORAS E VOLUME POR TIPO DE LÂMINA

Os lotes de tora dos talhões da Moquem, 30592, 30593, 30670 e 30671 com 18 e 19 anos de idade, processados na primeira fase do trabalho, são os de maior volume de madeira, com 20 m<sup>3</sup> a 29 m<sup>3</sup> em 100 toras (primeira e segunda toras). Entre estes, os talhões 30592 e 30670 são também os que apresentam o maior volume médio por tora, 0,28944 m<sup>3</sup> e 0,26378 m<sup>3</sup>, respectivamente. Ressalta-se que nos talhões da primeira fase, as toras foram traçadas com 2,65 m de comprimento em média, contra 2,35 m e 2,43 m nos talhões da segunda fase.

A correlação entre a ocorrência de poda e o volume por tora é baixa, 37,4 %, mas positiva indicando alguma tendência de maior volume por tora nos lotes de toras podadas (Tabela 18).

Em cada lote, as toras não podadas foram separadas das demais para estimar o percentual de madeira *clear* gerado exclusivamente pelas toras podadas (Tabela 19).

Tabela 18 - Correlação entre os percentuais de volume, a condição de poda e a posição da tora

Variável	Correlação (%)										
	Podada	Não podada	Idade	1ª tora	2ª tora	Volume / tora	Lâminas + toretes +retalhos / toras	Lâminas / toras*	Lâminas clear / toras*	Lâminas A / lâminas**	Lâminas B/ lâminas**
Podada	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Não podada	-100	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Idade	-24,4	24,4	100	0	0	0	0	0	0	0	0
1ª tora	6,9	-6,9	-8,4	100	0	0	0	0	0	0	0
2ª tora	-6,9	6,9	8,4	-100	100	0	0	0	0	0	0
Volume / tora	<b>37,4</b>	<b>-37,4</b>	<b>-54,4</b>	<b>67,2</b>	<b>-67,2</b>	100	0	0	0	0	0
Lâminas +toretos +retalhos / toras	<b>6,1</b>	<b>-6,1</b>	-46,1	<b>-67,1</b>	<b>67,1</b>	-6,6	100	0	0	0	0
Lâminas / toras	<b>4,6</b>	<b>-4,6</b>	<b>-50,8</b>	-41,3	41,3	19,5	84,7	100	0	0	0
Lâminas clear / toras	82,5	-82,5	-32,9	7,3	-7,3	<b>46,8</b>	21,7	24,8	100	0	0
Lâminas A / lâminas	86,6	-86,6	-19,7	25,7	-25,7	47,2	-2,9	5,6	96,3	100	0
Lâminas B / lâminas	32,3	-32,3	-57,4	7,2	-7,2	43,3	37,4	45,9	52,6	49,4	100

\* Refere-se ao percentual de volume de lâminas clear em relação ao volume total das toras do lote.

\*\* Refere-se ao percentual de volume de lâminas tipo A ou tipo B em relação ao volume total de lâminas do lote.

O volume potencialmente *clear* representa o volume de madeira *clear* que seria produzido descontando-se o volume referente ao diâmetro do núcleo nodoso de cada tora.

### 5.6.1 Rendimento em Relação ao Volume de Toras

Neste item são apresentados comentários sobre o rendimento do processamento das toras na laminadora, o percentual de volume potencialmente *clear* em relação ao volume de toras e o percentual de lâminas *clear* efetivamente produzido em relação ao volume de toras.

Tabela 19 - Resultados do processamento das toras nas laminadoras em volume (m<sup>3</sup>)

Local	Posição da tora	Condição da tora quanto à poda	Volume (m <sup>3</sup> )		Produto	Volume de lâminas (m <sup>3</sup> verde)					Volume(m <sup>3</sup> verde)		
			Colhido (sem casca)	Potencialmente clear		A	B	C	D	Total Lâminas	Toretos	Retalho*	Total(lâminas +toretos +retalho)
40337 24 anos <i>Pinus elliottii</i>	Primeira	podada (37)	7,9589	4,3543	Portas	0,8192	0,5546	0,9318	1,1339	3,4395	0,5720	0,4163	4,4277
	Segunda		5,6791	3,0517		0,4663	0,2524	0,5647	1,9294	3,2128	0,5720	0,3515	4,1363
	<b>Total</b>		<b>13,6380</b>	<b>7,4060</b>		<b>1,2855</b>	<b>0,8070</b>	<b>1,4965</b>	<b>3,0633</b>	<b>6,6523</b>	<b>1,1440</b>	<b>0,7678</b>	<b>8,5640</b>
	Primeira	não podada(3)	0,5937	-	Portas	-	-	0,0385	0,1455	0,1840	0,0464	0,0338	0,2641
	Segunda		0,4317	-		-	0,0043	-	0,2396	0,2438	0,0464	0,0285	0,3187
	<b>Total</b>		<b>1,0254</b>	<b>-</b>		<b>-</b>	<b>0,0043</b>	<b>0,0385</b>	<b>0,3850</b>	<b>0,4278</b>	<b>0,0928</b>	<b>0,0623</b>	<b>0,5828</b>
Terceira	não	5,4060	-	Portas	-	-	0,1711	2,5369	2,7080	0,5720	0,3238	3,6037	
30669 19 anos	Primeira	podada (40)	9,3950	4,9341	Portas	0,6759	0,3936	0,5733	2,0363	3,6791	0,5980	1,2000	<b>5,4771</b>
	Segunda	podada (26)	4,7196	2,4768		0,0556	0,0727	0,1583	2,1775	2,4641	0,3887	0,5850	<b>3,4378</b>
	<b>Total</b>	<b>14,1147</b>	<b>7,4109</b>	<b>0,7315</b>		<b>0,4663</b>	<b>0,7315</b>	<b>4,2138</b>	<b>6,1432</b>	<b>0,9867</b>	<b>1,7850</b>	<b>8,9149</b>	
	Segunda	não	2,2408	-	-	-	0,0556	1,1379	1,1936	0,2093	0,3150	1,7179	
	<b>Total</b>	<b>2,2408</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>0,0556</b>	<b>1,1379</b>	<b>1,1936</b>	<b>0,2093</b>	<b>0,3150</b>	<b>1,7179</b>		
30704 19 anos não podado	Primeira	não podada (40)	9,5864	-	Portas	0,0363	0,0621	0,0296	-	0,1280	0,5980	1,5000	<b>2,2260</b>
	compensado		-	0,1471	0,5715	2,9422	3,6607	<b>3,6607</b>					
	<b>Total</b>	<b>9,5864</b>	<b>-</b>	<b>0,0363</b>	<b>0,2093</b>	<b>0,6010</b>	<b>2,9422</b>	<b>3,7887</b>	<b>0,5980</b>	<b>1,5000</b>	<b>5,8867</b>		
50367 21 anos	Primeira	podada (50)	10,6880	5,4177	compensado	1,4320	3,6879			5,1198	0,5700	0,7000	6,3898
	Segunda		7,7129	3,4769		0,7650	3,0699			3,8350	0,5700	0,4000	4,8050
	<b>Total</b>		<b>18,4010</b>	<b>8,8946</b>		<b>2,1970</b>	<b>6,7578</b>			<b>8,9548</b>	<b>1,1400</b>	<b>1,1000</b>	<b>11,1948</b>
30592 19 anos	Primeira	podada (50)	16,7499	9,5740	compensado	2,4108	7,4814			9,8922	0,5699	1,1137	11,5758
	Segunda		12,1946	6,4261		2,1568	6,3925			8,5492	0,5699	0,9172	10,0363
	<b>Total</b>		<b>28,9445</b>	<b>16,0002</b>		<b>4,5676</b>	<b>13,8739</b>			<b>18,4414</b>	<b>1,1398</b>	<b>2,0309</b>	<b>21,6121</b>
30593 19 anos	Primeira	podada (50)	11,9143	6,1389	compensado	1,3515	4,4790			5,8305	0,5699	1,2775	7,6779
	Segunda		8,9814	4,8527		1,2055	4,2319			5,4374	0,5699	0,8516	6,8590
	<b>Total</b>		<b>20,8957</b>	<b>10,9916</b>		<b>2,5570</b>	<b>8,7109</b>			<b>11,2680</b>	<b>1,1398</b>	<b>2,1291</b>	<b>14,5369</b>
30670 18 anos	Primeira	podada (50)	15,2407	7,7160	compensado	1,5077	7,5656			9,0733	0,5699	1,0809	10,7242
	Segunda		11,1375	4,7237		1,2374	6,1326			7,3700	0,5699	1,1792	9,1191
	<b>Total</b>		<b>26,3782</b>	<b>12,4397</b>		<b>2,7452</b>	<b>13,6982</b>			<b>16,4434</b>	<b>1,1398</b>	<b>2,2601</b>	<b>19,8433</b>
30671 19 anos não podado	Primeira	não podada (50)	11,1679	-	compensado	0,2779	6,0767			6,3546	0,5699	1,0809	8,0054
	Segunda		9,2012	-		0,0239	5,7411			5,7650	0,5699	0,9172	7,2521
	<b>Total</b>		<b>20,3691</b>	<b>-</b>		<b>0,3018</b>	<b>11,8178</b>			<b>12,1196</b>	<b>1,1398</b>	<b>1,9981</b>	<b>15,2575</b>

#### 5.6.1.1 Volume total produzido

Pode-se afirmar que o fato de a tora ser podada não influenciou o aproveitamento da madeira na laminadora, pois a correlação entre a variável poda (sim / não ou 1 / 0) e o rendimento de lâminas, toretes e retalhos em relação ao volume de toras é de 6,1 %, Tabela 18.

O rendimento da produção de lâminas, toretes e retalhos em relação ao volume de toras foi quase sempre maior nos lotes de segunda tora, variando entre 62,3 % e 82,3 % contra 44,5 % a 70,4 % obtidos nos lotes de primeira tora (Tabela 20 e Figuras 62 e 63). Esta situação é atribuída novamente às melhores condições de forma da segunda tora, que contribui para menor geração de resíduos, como fragmentos inaproveitáveis, que são destinados para energia.

Embora a forma da segunda tora seja melhor, o volume por tora da segunda tora é quase sempre menor que o da primeira, tendo-se verificado uma forte correlação inversamente proporcional, 67,2 %, entre a posição da tora e o volume por tora (Tabela 18).

Entre os dois talhões não podados, e mesmo entre os conjuntos de toras não podadas dos talhões podados, o resultado foi bem semelhante, também com melhor rendimento da segunda tora em relação à primeira.

Quanto à correlação da idade dos talhões com o rendimento da laminação (volume de lâminas em relação ao volume de toras), curiosamente foi obtida uma correlação inversamente proporcional de 50,8 %, indicando alguma tendência de maior rendimento para os talhões de menor idade, o que pode ser atribuído à baixa qualidade de sítio do talhão de *Pinus elliottii* que tem 24 anos e ao fato de que o talhão 50367 com 21 anos, embora de sítio de alta produtividade, tenha sofrido ataque de macacos.

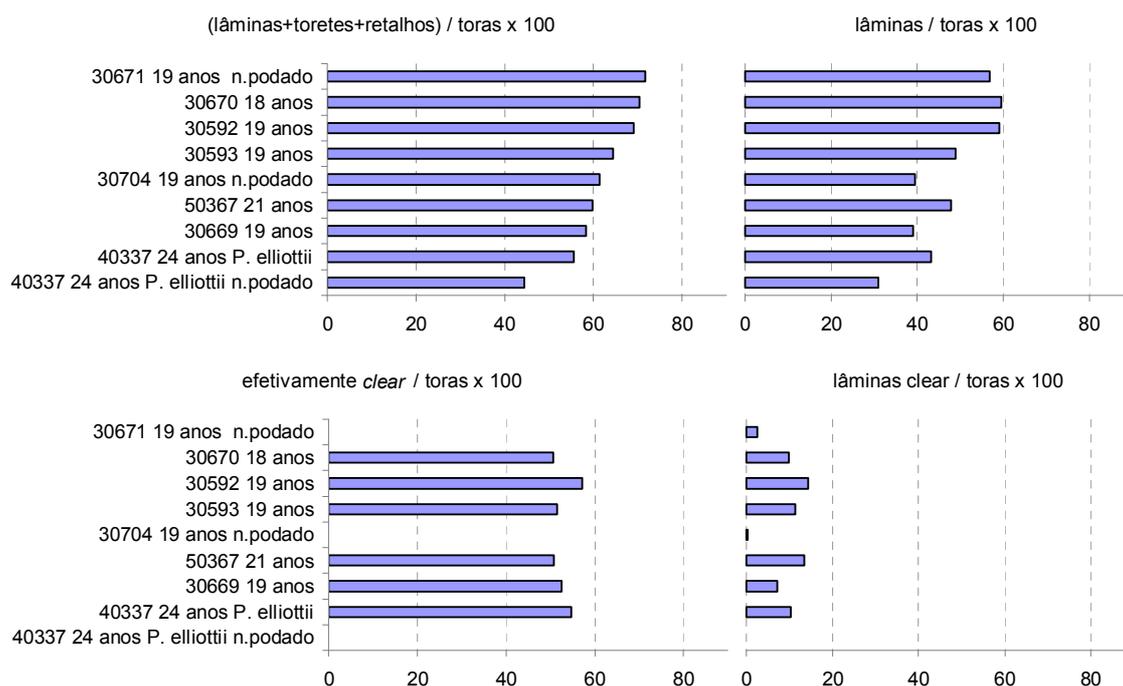


Figura 62 - Aproveitamento da primeira tora em volume percentual

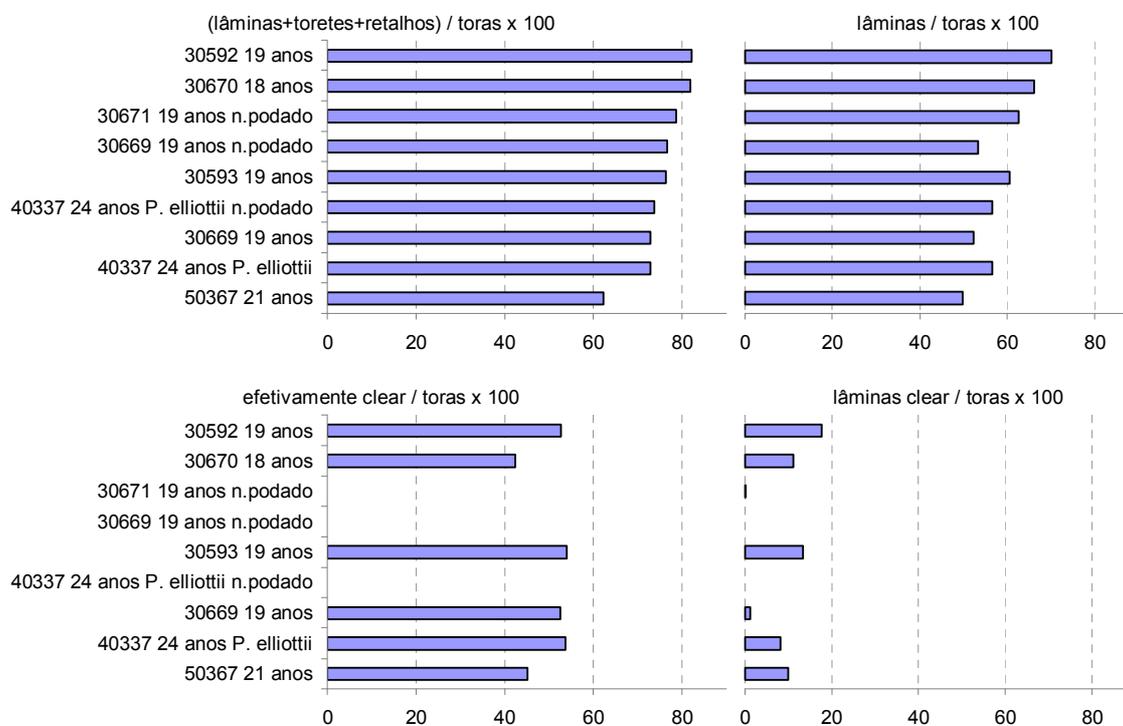


Figura 63 - Aproveitamento da segunda tora em volume percentual

Tabela 20 - Resultados do processamento das toras nas laminadoras em percentual de volume

Local	Posição da tora	Condição da tora quanto à poda	Volume em percentagem (%)								
			(lâminas+ toretes+ retalhos) / toras	lâminas / toras	Potencialmente clear / toras	lâminas clear / toras	lâminas (A) clear / clear	lâminas A / lâminas	lâminas B / lâminas	lâminas C / lâminas	lâminas D / lâminas
40337 24 anos <i>Pinus elliottii</i>	Primeira	podada (37)	55,6	43,2	54,7	10,3	18,8	23,8	16,1	27,1	33,0
	Segunda		72,8	56,6	53,7	8,2	15,3	14,5	7,9	17,6	60,1
	<b>Total</b>		<b>62,8</b>	<b>48,8</b>	<b>54,3</b>	<b>9,4</b>	<b>17,4</b>	<b>19,3</b>	<b>12,1</b>	<b>22,5</b>	<b>46,0</b>
	Primeira	não podada (3)	44,5	31,0		0,0		0,0	0,0	20,9	79,1
	Segunda		73,8	56,5		0,0		0,0	1,8	0,0	98,2
	<b>Total</b>		<b>56,8</b>	<b>41,7</b>		<b>0,0</b>		<b>0,0</b>	<b>1,0</b>	<b>9,0</b>	<b>90,0</b>
Terceira	não podada (40)	66,7	50,1		0,0		0,0	0,0	6,3	93,7	
30669 19 anos	Primeira	podada (40)	58,3	39,2	52,52	7,2	13,7	18,4	10,7	15,6	55,3
	Segunda	podada (26)	72,8	52,2	52,48	1,2	2,2	2,3	3,0	6,4	88,4
	<b>Total</b>		<b>63,2</b>	<b>43,5</b>	<b>52,50</b>	<b>5,2</b>	<b>9,9</b>	<b>11,9</b>	<b>7,6</b>	<b>11,9</b>	<b>68,6</b>
	Segunda	não podada (14)	76,7	53,3		-	-	0,0	0,0	4,7	95,3
	<b>Total</b>		<b>76,7</b>	<b>53,3</b>		-	-	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>4,7</b>	<b>95,3</b>
30704 19 anos - não podado	Primeira	não podada (40)	61,4	39,5		0,4		1,0	5,5	15,9	77,7
	<b>Total</b>		<b>61,4</b>	<b>39,5</b>		0,4	-	<b>1,0</b>	<b>5,5</b>	<b>15,9</b>	<b>77,7</b>
50367 21 anos	Primeira	podada (50)	59,8	47,9	50,7	13,4	26,4	28,0	72,0		
	Segunda		62,3	49,7	45,1	9,9	22,0	19,9	80,1		
	<b>Total</b>		<b>60,8</b>	<b>48,7</b>	<b>48,3</b>	<b>11,9</b>	<b>24,7</b>	<b>24,5</b>	<b>75,5</b>		
30592 19 anos	Primeira	podada (50)	69,1	59,1	57,2	14,4	25,2	24,4	75,6		
	Segunda		82,3	70,1	52,7	17,7	33,6	25,2	74,8		
	<b>Total</b>		<b>74,7</b>	<b>63,7</b>	<b>55,3</b>	<b>15,8</b>	<b>28,5</b>	<b>24,8</b>	<b>75,2</b>		
30593 19 anos	Primeira	podada (50)	64,4	48,9	51,5	11,3	22,0	23,2	76,8		
	Segunda		76,4	60,5	54,0	13,4	24,8	22,2	77,8		
	<b>Total</b>		<b>69,6</b>	<b>53,9</b>	<b>52,6</b>	<b>12,2</b>	<b>23,3</b>	<b>22,7</b>	<b>77,3</b>		
30670 18 anos	Primeira	podada (50)	70,4	59,5	50,6	9,9	19,5	16,6	83,4		
	Segunda		81,9	66,2	42,4	11,1	26,2	16,8	83,2		
	<b>Total</b>		<b>75,2</b>	<b>62,3</b>	<b>47,2</b>	<b>10,4</b>	<b>22,1</b>	<b>16,7</b>	<b>83,3</b>		
30671 19 anos não podado -	Primeira	não podada (50)	71,7	56,9		2,5		4,4	95,6		
	Segunda		78,8	62,7		0,3		0,4	99,6		
	<b>Total</b>		<b>74,9</b>	<b>59,5</b>		<b>1,5</b>		<b>2,5</b>	<b>97,5</b>		

Ainda considerando o volume de lâminas produzido, sem computar o volume de roletes e retalhos, o rendimento médio em relação ao volume de toras foi 49,6 % em média, variando entre 39,2 % e 59,5 % para a primeira tora e 59,2 % em média, variando entre 49,7 % e 70,1 % para a segunda tora. Não foi verificada correlação importante (4,6 %) entre a poda e o rendimento na produção de lâminas em relação ao volume de toras.

Esses resultados são comparáveis ao que foi observado por Bonduelle *et al.* (2006) em que, em uma análise do processamento de toras de *Pinus* spp com casca para laminação no torno, obtiveram 48 % de rendimento, para produção somente de lâminas (excluindo retalhos e toretes).

Leal (2003) também obteve um resultado semelhante ao trabalhar com madeira serrada de toras podadas de *Pinus radiata*. O aproveitamento da primeira tora foi de 50,6 % e da segunda tora foi de 49,7 %, para peças de 4,9 m de comprimento.

#### 5.6.1.2 Volume Potencialmente *Clear*

Entre os lotes de madeira podada analisados, o volume de madeira potencialmente *clear*, ou seja, o volume de madeira descontando o volume correspondente ao diâmetro do núcleo nodoso, representou 51,7 %, em média, variando entre 47,2 % e 55,3 % do volume de toras de cada lote, conforme Tabela 20.

Os lotes de primeira tora apresentaram um percentual maior de volume potencialmente *clear* em relação ao volume de toras, 52,9 %, oscilando entre 50,6 % e 57,2 %, enquanto nos lotes de segunda tora o percentual foi 50,1 % em média, com variação entre 42,4 % e 54 %.

No entanto, o volume *clear* de uma tora está concentrado em grande parte

na porção mais próxima da casca, e com isso as perdas ocasionadas pelo “arredondamento” da tora no torno e também pela retirada da casca fazem com que este volume seja sub-aproveitado. Em média, somente 21 % do volume potencialmente *clear* foi transformado em lâminas *clear*, e praticamente não existiram diferenças quando analisados separadamente os lotes de primeira e segunda toras, conforme observado nas Figuras 64 e 65.

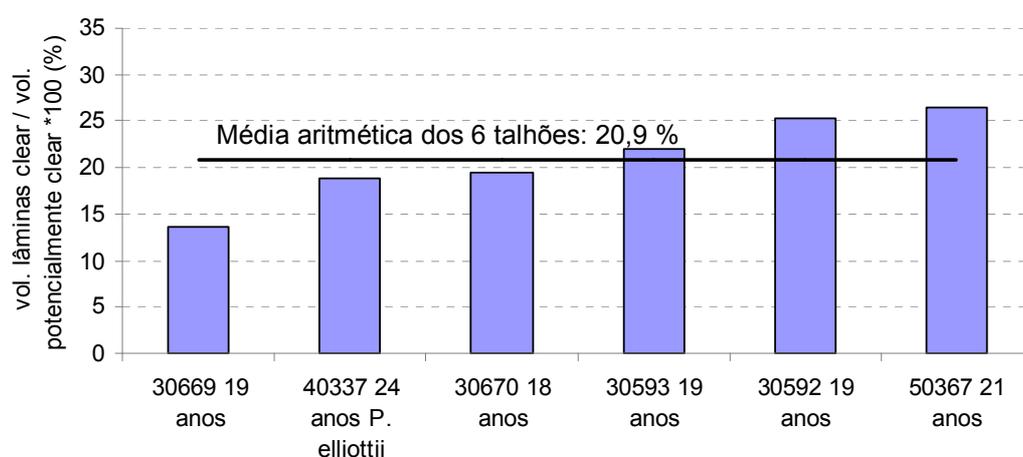


Figura 64 - Aproveitamento da primeira tora do volume potencialmente *clear* para produção de lâminas *clear*

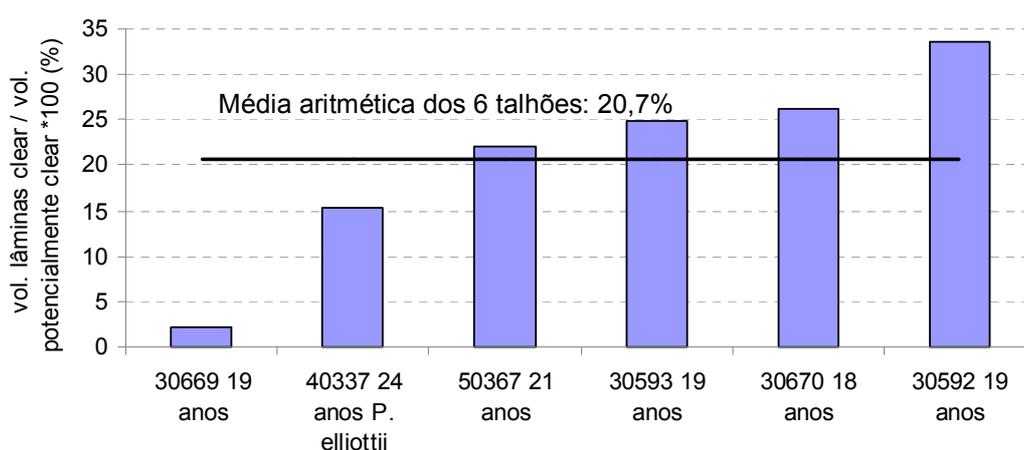


Figura 65 - Aproveitamento da segunda tora do volume potencialmente *clear* para produção de lâminas *clear*

Bonduelle *et al.* (2006) observaram que as perdas oriundas da etapa de arredondamento das toras, correspondem em média, a 35 % do volume das toras processadas, ou seja, uma quebra muito grande já na primeira etapa do processo. É exatamente nessa etapa que é processada a maior parte do volume *clear*, especialmente das toras desse estudo em que apenas um terço do diâmetro é *clear*, aproximadamente.

#### 5.6.1.3 Volume de Lâminas *Clear*

Em média, somente 10,8 % do volume das toras podadas foi transformado em lâminas *clear* e entre os lotes de madeira não podada, o percentual de lâminas *clear* gerado na primeira tora foi 0,4 % e 2,3 % para os talhões 30704 e 30671, respectivamente.

Existe uma correlação de 46,8 % entre o volume por tora e o percentual de volume de lâminas *clear* produzido em relação ao volume das toras (Tabela 18). Porém a existência de certa proporcionalidade entre o diâmetro do núcleo nodoso e o diâmetro da tora, como foi observado no item 5.4, deve ter contribuído para que o volume da tora não fosse tão importante na geração de volume *clear*.

Ao analisar os lotes de primeira e segunda tora separadamente, as médias de volume de lâmina *clear* em relação ao volume de tora foram de 11,1 %, variando entre 7,1 % e 14,4 % para a primeira tora e 10,3 %, variando entre 1,2 % e 17,7 % para a segunda tora (Figuras 62 e 63).

A grande variação de rendimento de lâminas *clear* em relação ao volume de toras observado entre os lotes de segunda tora pode ser atribuído à diferença de critérios de avaliação entre a primeira e a segunda fase do trabalho. Na primeira fase, compreendida por todos os talhões da Moquem exceto o 30669 e o 30704 e também pelo talhão do Ouro Verde, as lâminas foram classificadas em tipo A (*clear*) e tipo B (com nós). Nesses lotes, as lâminas da segunda tora que tinham nós em

menos de 50 % de sua extensão eram consideradas *clear*, pois as toras foram podadas mas a poda não foi feita em altura suficiente para que as lâminas fossem *clear* em toda a extensão.

Na segunda fase do trabalho, compreendida pelo talhão de *Pinus elliottii* do Pouso Alto e pelos talhões 30669 e 30704 da Moquem, as lâminas foram classificadas em tipos A (*clear*), B (com um nó grande ou três pequenos), C (com poucos ou muitos nós que não se desprendem após a secagem) e D (com poucos ou muitos nós que se desprendem após a secagem), seguindo os critérios da laminadora. Assim, uma lâmina de segunda tora com apenas uma fileira de nós em uma das pontas, ocupando portanto, menos de 50 % da extensão da lâmina, foi classificada como tipo C ou tipo D (Figura 66). Isso ocorreu principalmente no lote de segunda tora do talhão 30669, com percentual de lâminas *clear* de 1,2 %, e em menor escala no lote de segunda tora do talhão de *Pinus elliottii* do Pouso Alto - 40337, com 8,2 % de lâminas *clear* em relação ao volume de toras.



Figura 66 - Exemplo de lâmina de segunda tora classificada como tipo D, por apresentar uma fileira de nós em uma das pontas

### 5.6.2 Rendimento em relação ao volume de lâminas

Do total de lâminas produzido nos lotes de primeira tora, 22,4 % em média correspondeu a lâminas *clear*, variando entre 16,6 % e 28 %. Nos lotes de segunda tora o percentual de lâminas *clear* foi 16,8 % em média, variando entre 2,3 % e 25,2 % (Figuras 67 e 68 e Tabela 20). Essa amplitude maior entre os resultados para a segunda tora é explicada pela diferença de critérios na avaliação de lâminas *clear*, comentada no item 5.6.1.3.

Assim, pode-se dizer que, embora o índice de toras podadas exposto no item 5.5 classifique a madeira podada utilizada nas análises como de baixa qualidade, o resultado dessas toras podadas na laminadora já é muito superior em relação aos lotes de madeira não podada, em condições semelhantes.

Nos talhões não podados, o percentual de lâminas *clear* em relação ao total de lâminas produzido foi 1 % e 4,4 %, para o 30704 (19 anos) e para o 30671 (18 anos) respectivamente, dos lotes de primeira tora, indicando que em plantações com menos de 20 anos sem poda é possível obter algum volume *clear*, porém com grande diferença em relação a plantações podadas.

## 5.7 QUANTIFICAÇÃO DO VOLUME *CLEAR* POTENCIAL POR TALHÃO

Após a análise dos lotes de tora processados nas laminadoras, procedeu-se a inserção desses parâmetros nos resultados do inventário já apresentados no item 5.1. O objetivo foi estimar o volume potencialmente *clear* por hectare para atribuir valor à madeira gerada no corte raso.

O volume dos sortimentos com diâmetro maior que 23 cm podado foi estimado para a primeira e a segunda toras separadamente, e sobre esses valores foram aplicados os percentuais de volume potencialmente *clear* e de lâminas *clear* obtidos nas análises das laminadoras, apresentado na Tabela 21.

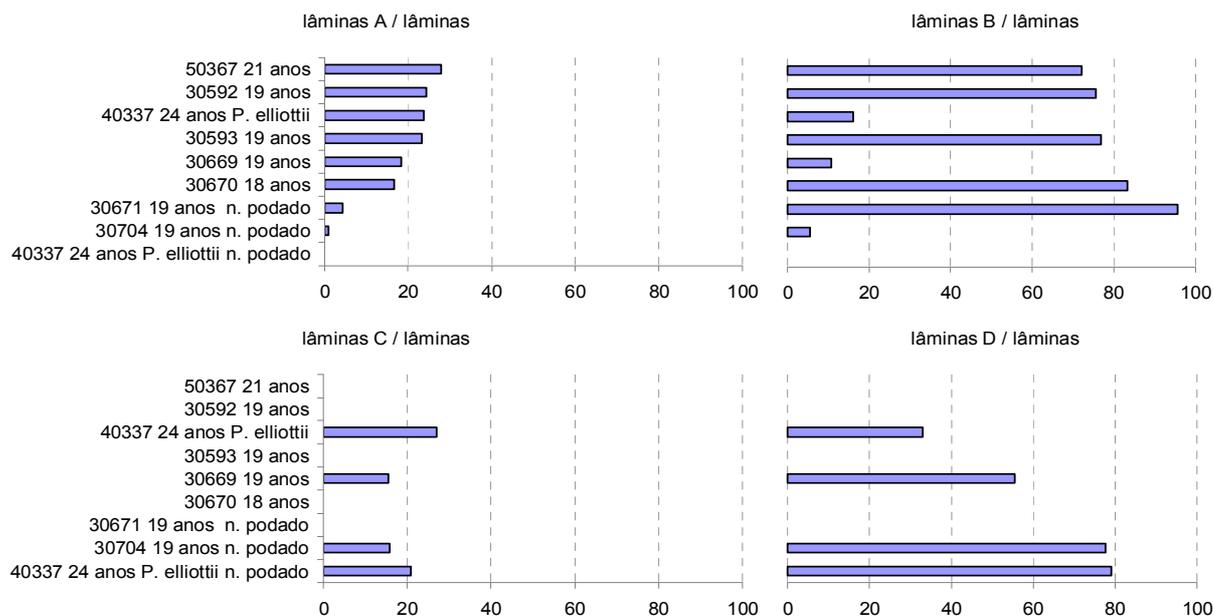


Figura 67 - Percentual de volume de lâminas por classe de qualidade - primeira tora

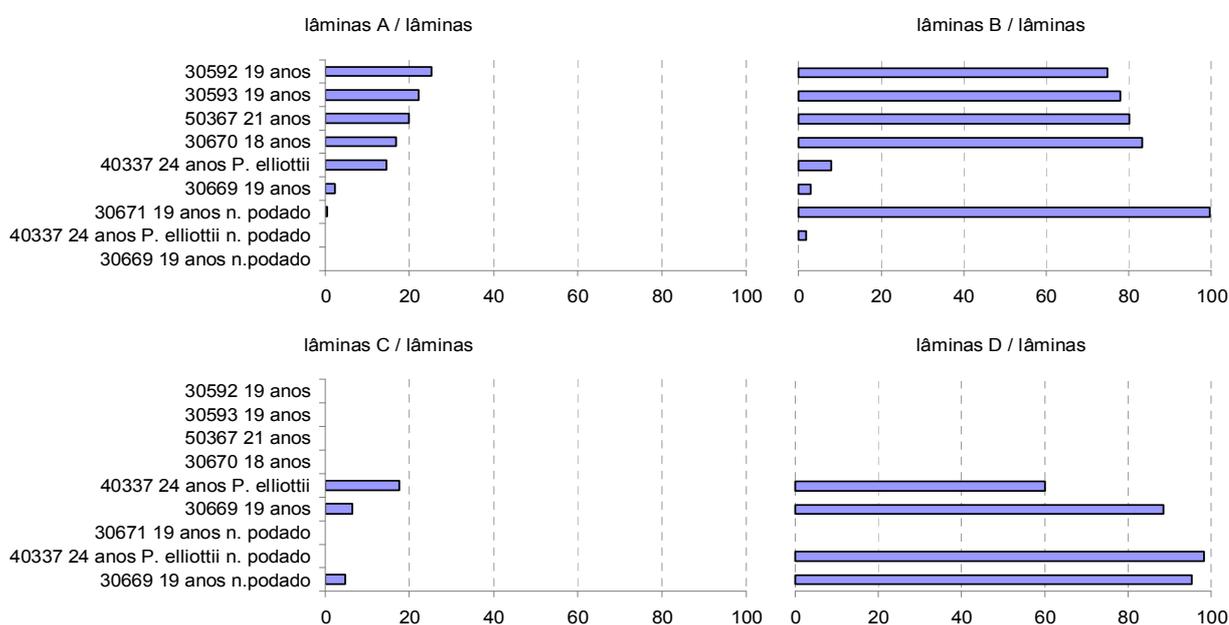


Figura 68 - Percentual de volume de lâminas por classe de qualidade - segunda tora

Assim, é possível observar que o talhão 50367 de *Pinus taeda* do Ouro Verde, embora tenha a maior quantidade de volume podado, apresenta quase a

Tabela 21 - Extrapolação dos resultados obtidos nas laminadoras para os respectivos resultados de inventário dos talhões

Área / Idade	Condição poda	Espécie	Volume (m <sup>3</sup> /ha)												Potencialmente clear / comercial (%)	
			Primeira tora			Segunda tora			Total de toras podadas			Não podado				Comercial
			Podado	Potencialmente clear	Lâmina clear	Podado	Potencialmente clear	Lâmina clear	Podado	Potencialmente clear	Lâmina clear	>18cm	8 a 18 cm	Clear talhão não podado		
Primeira Fase																
50367 – 21 anos	podado	<i>P. taeda</i>	103,37	52,40	13,85	73,56	33,16	7,30	176,93	85,56	21,15	189,96	26,72		393,60	21,74
30592 – 19 anos	podado	<i>P. taeda</i>	94,90	54,24	13,66	69,83	36,80	12,35	164,73	91,04	26,01	209,23	29,06		403,02	22,59
30593 19 anos	podado	<i>P. taeda</i>	61,96	31,92	7,03	49,70	26,85	6,67	111,66	58,77	13,70	119,55	36,45		267,65	21,96
30670 – 18 anos	podado	<i>P. taeda</i>	75,63	38,29	7,48	56,10	23,79	6,23	131,74	62,08	13,72	141,06	22,72		295,51	21,01
30671 – 19 anos	sem poda	<i>P. taeda</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	189,96	33,52	4,73	223,48	-
Segunda fase																
40337 – 24 anos	podado	<i>P. elliotii</i>	56,93	31,14	5,86	40,23	21,62	3,30	97,15	52,76	9,16	148,22	27,89		273,26	19,31
30669 19 anos	podado	<i>P. taeda</i>	76,55	40,20	5,51	56,14	29,46	1,18	132,69	69,66	6,69	179,40	22,65		334,74	20,81
30704 – 19 anos	sem poda	<i>P. taeda</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	283,19	34,56	1,07	317,75	-

mesma quantidade de volume potencialmente *clear* que a do talhão 30592. Isso pode ser atribuído ao critério de amostragem de toras no talhão do Ouro Verde, que por ter sido o primeiro a ser feito, foi ligeiramente diferente dos demais. Nessa ocasião, pretendia-se escolher árvores médias e superiores à média, mas que tivessem no máximo 40 cm a 45 cm de diâmetro na base da árvore (diâmetro maior da primeira tora), pois havia a informação de que esse era o diâmetro máximo aceito no torno. Porém, com o desconto da casca, a média do diâmetro da ponta fina da primeira tora (a 2,43 m de altura) resultou em 26,7 cm, o que não é representativo do padrão médio do talhão, onde o diâmetro médio quadrático (dg) sem casca é de 37,2 cm. Portanto, o resultado indicou que neste talhão, podem ser obtidos no mínimo 85,5 m<sup>3</sup>/ha de madeira *clear* de 393,6 m<sup>3</sup>/ha de volume comercial existente no talhão (21,7 %).

Nos demais talhões buscou-se a seleção de árvores representativas do diâmetro médio e acima da média que são as de maior ocorrência na idade do corte raso. O comparativo entre o dg e o diâmetro médio da ponta fina das toras de cada talhão (Tabela 22) atestou isso, em que a diferença máxima entre esses dois diâmetros é de 3 cm, à exceção do talhão do Ouro Verde, que teve diferença de 10,5 cm.

Quatro dos talhões podados, excluindo-se os dois talhões mais produtivos, que são o 50367 e o 30592, apresentaram condições semelhantes, com volume podado entre 97 m<sup>3</sup>/ha e 132 m<sup>3</sup>/ha e volume potencialmente *clear* entre 53 m<sup>3</sup>/ha e 70 m<sup>3</sup>/ha.

A Figura 69 mostra ainda, a grande diferença em valores absolutos entre a quantidade de lâmina *clear* e o volume de toras podadas possível de ser produzido por hectare para cada um dos talhões, em que o máximo seria obtido no talhão 30592, 26 m<sup>3</sup>/ha, representando 15,8 % do volume de toras podadas. Em média, apenas 10,75 % do volume de toras podadas é transformado em lâminas *clear*.

Tabela 22 - Diferença entre o dg obtido no inventário e o diâmetro médio da ponta fina das toras, ambos sem casca

Talhão / Idade	Diâmetro médio			Diferença
	Quadrático dg inventário (cm)		Ponta fina das toras (cm)	
	Com casca	Sem casca	Sem casca	
50367 - 21 anos	40,9	37,2	26,7	10,5
30669 - 19 anos	37,5	34,1	31,1	3,0
30592 - 19 anos	37,0	33,6	33,1	0,5
30670 - 18 anos	36,7	33,4	31,7	1,7
40337 - 24 anos	31,9	29,0	28,6	0,4
30593 - 19 anos	31,4	28,5	28,2	0,3

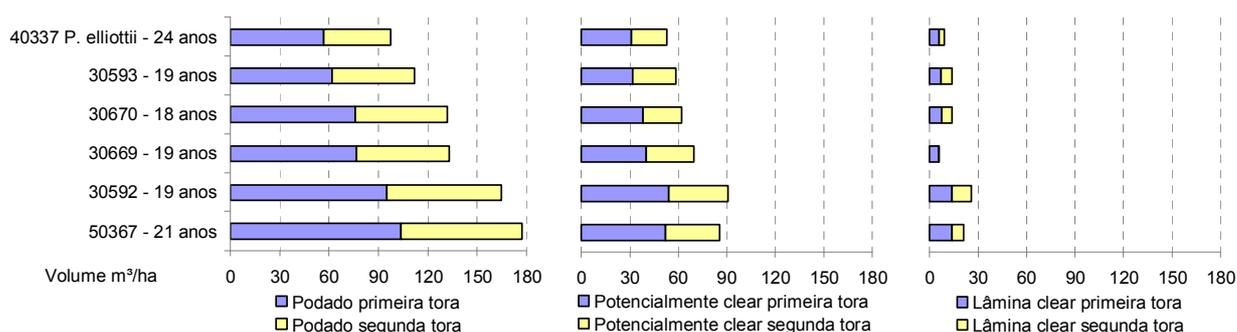


Figura 69 - Comparativo do volume podado por tora com o volume potencialmente *clear* e o volume de lâminas *clear* produzido por hectare

A análise do volume potencialmente *clear* por hectare em relação ao volume comercial de cada talhão indicou um percentual de 21,1 %, com variação entre 19,3 % e 22,6 %, sendo o menor percentual obtido no talhão de *Pinus elliottii* e o maior percentual no talhão 30592 de *Pinus taeda* com 19 anos, um dos dois mais produtivos entre os seis talhões podados (Figura 70).

Dessa média de 21,1 %, que corresponde ao volume potencialmente *clear* em relação ao volume comercial de cada talhão, em média 41,1 % está representado pelo volume potencialmente *clear* da segunda tora podada (Figura 71).

Quanto ao volume de lâminas *clear* efetivamente produzido, o percentual em relação ao volume comercial de cada talhão é de 4,5 % em média, e varia entre 1,8 % obtido no talhão 30669 de *Pinus taeda* e 6,4 %, do talhão 30592 da mesma espécie, o que indica mais uma vez o baixo aproveitamento do volume podado (Figura 70).

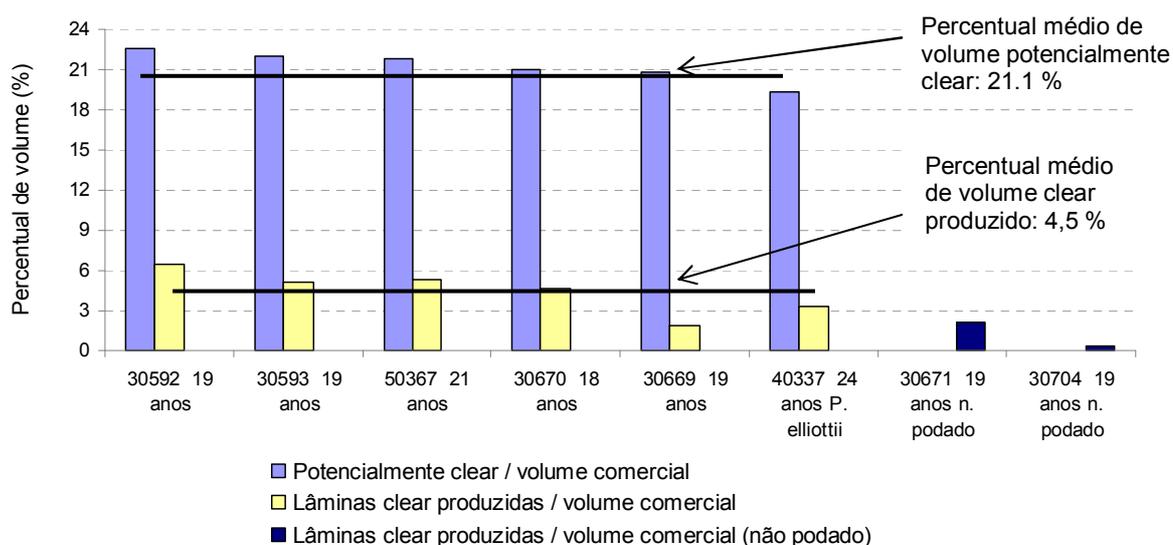


Figura 70 - Percentual de volume potencialmente *clear* e volume de lâminas *clear* produzido em relação ao volume comercial de cada talhão analisado

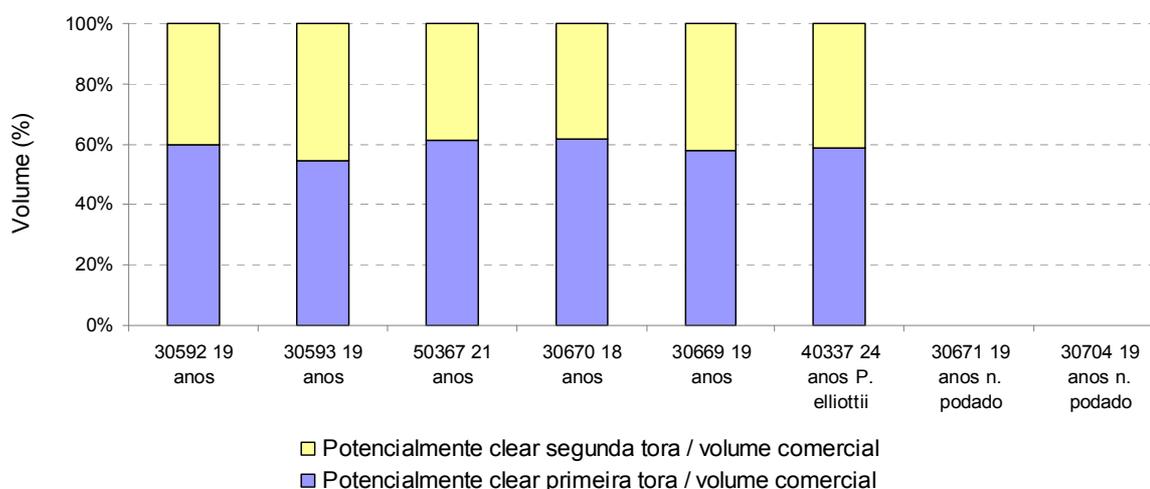


Figura 71 - Percentual de volume potencialmente *clear* em relação ao volume comercial de cada talhão analisado para a primeira e segunda tora separadamente

É importante observar a produção de lâminas *clear* em relação ao volume comercial dos dois talhões sem poda, que foi 0,3 % no talhão 30704 e 2,5 % no talhão 30671 (Figura 70). Esta quantidade, ainda que bem inferior à obtida na maioria dos talhões podados, é muito próxima do que pode ser obtido no talhão 30669 que foi podado (1,8 % do volume comercial). Isso indica o potencial produtivo de madeira *clear* em *Pinus taeda*, mesmo em talhões não podados e em idade inferior a 20 anos, que pode estar relacionado com a qualidade do material genético e a condução de desbastes em idade e intensidade adequados.

De 4,5 % que corresponde ao volume de lâminas *clear* em relação ao volume comercial de cada talhão, em média 37,1 % se refere ao volume de lâminas *clear* produzidas da segunda tora podada (Figura 72). Isso indica novamente a contribuição importante da poda da segunda tora, especialmente nas situações como as dos talhões estudados, em que a *madeira clear* não alcançou a proporção de dois terços do diâmetro de cada tora podada.

## 5.8 AVALIAÇÃO ECONÔMICA DOS TALHÕES

Este item foi elaborado com o objetivo de avaliar até que ponto é vantajoso realizar a poda, considerando que o investimento nessa operação ocorre durante os primeiros anos de vida da plantação florestal, considerando também a quantidade de volume podado que é gerada e ainda, o preço atribuído às toras podadas. Portanto, nesta análise cada um dos oito talhões mencionados no estudo passa a ser uma unidade de negócio, que será avaliada pelo seu fluxo de caixa e pelos índices econômicos abordados no item 4.9.

### 5.8.1 Reconstituição da produção de madeira dos talhões estudados

Uma das informações necessárias para a elaboração do fluxo de caixa e

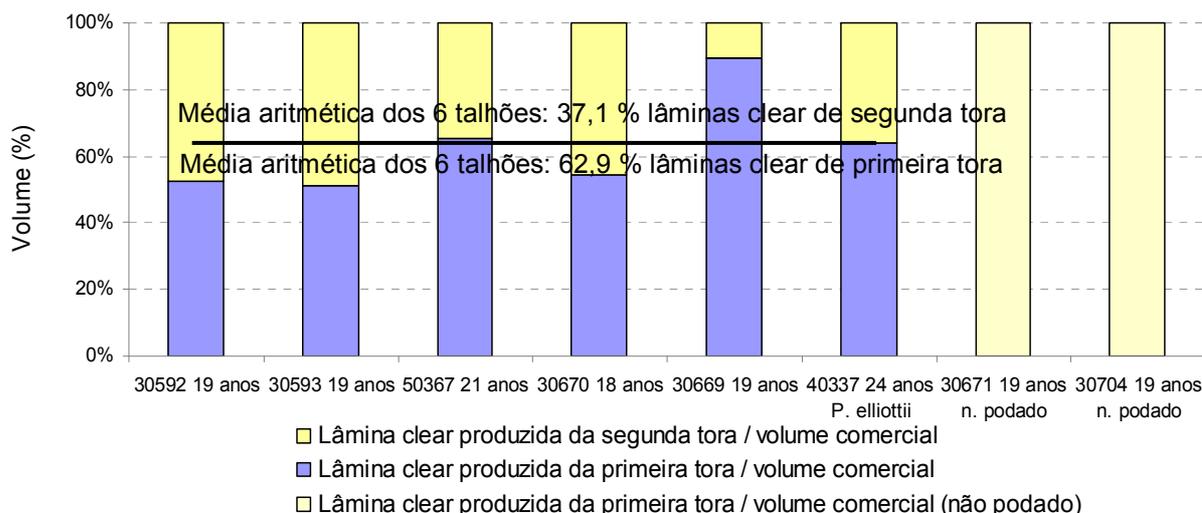


Figura 72 - Percentual de volume de lâminas *clear* produzido em relação ao volume comercial de cada talhão analisado para a primeira e segunda tora separadamente

obtenção dos índices econômicos é a produtividade dos talhões, composta pelo volume de madeira obtido nos desbastes e no corte raso, que nesse caso é o volume de madeira inventariado na idade atual.

A simulação dos resultados dos desbastes foi possível considerando algumas informações do cadastro e também do inventário realizado para este trabalho. Maiores detalhes estão descritos no item 4.9.5.1, referente à metodologia.

A composição do histórico de volume produzido nos oito talhões analisados, mostrada nas Tabelas 23 e 24 indica que, à exceção do talhão 30592, que apresenta produtividade de 29,5 m<sup>3</sup>/ha ano aos 19 anos, todos os outros talhões podados apresentam produtividade (IMA em volume comercial) menor que a dos dois talhões não podados, variando entre 18,1 m<sup>3</sup>/ha ano e 26,6 m<sup>3</sup>/ha ano. Isto pode ser atribuído à qualidade do sítio, regime de desbaste inadequado, ou até mesmo à poda severa ou tardia, fatores que não foram analisados no presente trabalho.

A análise da viabilidade da poda de duas toras por árvore foi feita com o comparativo dos resultados obtidos das simulações do volume podado de uma tora e de duas toras mostrados nas Tabelas 23 e 24, respectivamente.

Tabela 23 - Produtividade esperada para os oito talhões estudados, considerando poda de uma tora

Talhão	Espécie	Idade (anos)	Poda	Número de árvores/ha		Volume comercial colhido (m <sup>3</sup> /ha)						I.M.A. volume comercial (m <sup>3</sup> /ha)	Índice de sítio (m)	
				Inicial	Remanescente	23 cm acima podado	35 cm acima	23 a 35 cm	18 a 23 cm	08 a 18 cm	TOTAL			
50367	<i>Pinus taeda</i>	5 8 21	SIM	1800	1000	105,7	62,2	168,6	30,4	0,0	0,0	0,0	23,3	21,6
					350									
					0							393,6		
					<b>Total</b>	<b>105,7</b>	<b>62,2</b>	<b>168,6</b>	<b>46,7</b>	<b>105,3</b>	<b>488,5</b>			
30592	<i>Pinus taeda</i>	5 11 19	SIM	1600	800	100,4	50,9	187,1	35,6	0,0	33,6	33,6	29,5	26,0
					350									
					0						29,1	403,1		
					<b>Total</b>	<b>100,4</b>	<b>50,9</b>	<b>187,1</b>	<b>97,8</b>	<b>123,7</b>	<b>559,9</b>			
30593	<i>Pinus taeda</i>	5 11 19	SIM	1600	1000	62,2	9,3	109,0	50,7	0,0	0,0	0,0	19,3	21,9
					350									
					0						36,5	267,7		
					<b>Total</b>	<b>62,2</b>	<b>9,3</b>	<b>109,0</b>	<b>66,0</b>	<b>119,9</b>	<b>366,4</b>			
30670	<i>Pinus taeda</i>	5 13 18	SIM	1600	800	71,2	32,3	140,6	28,6	0,0	16,5	16,5	24,4	24,1
					350									
					0						22,7	295,4		
					<b>Total</b>	<b>71,2</b>	<b>32,3</b>	<b>151,6</b>	<b>72,9</b>	<b>110,8</b>	<b>438,8</b>			
30671	<i>Pinus taeda</i>	10 16 19	NÃO	1600	800	0,0	23,2	201,4	47,9	0,0	94,2	94,2	28,4	24,9
					400									
					0						33,5	306,0		
					<b>Total</b>	<b>0,0</b>	<b>23,2</b>	<b>227,7</b>	<b>99,4</b>	<b>189,4</b>	<b>539,7</b>			
30669	<i>Pinus taeda</i>	5 14 19	SIM	1600	800	76,6	45,7	161,3	28,5	0,0	16,5	16,5	26,1	23,8
					350									
					0						22,7	334,8		
					<b>Total</b>	<b>76,6</b>	<b>45,7</b>	<b>190,4</b>	<b>74,6</b>	<b>105,1</b>	<b>492,4</b>			
30704	<i>Pinus taeda</i>	10 15 19	NÃO	1600	800	0,0	8,4	232,9	41,9	0,0	92,2	92,2	28,0	25,2
					400									
					0						34,6	317,8		
					<b>Total</b>	<b>0,0</b>	<b>8,4</b>	<b>253,4</b>	<b>88,0</b>	<b>182,5</b>	<b>532,3</b>			
40337	<i>Pinus elliottii</i>	5 10 18 24	SIM	1600	1000	56,9	9,2	139,4	39,8	0,0	0,0	0,0	18,1	20,7
					600									
					300						47,6	123,9		
					0						27,9	273,2		
					<b>Total</b>	<b>56,9</b>	<b>9,2</b>	<b>164,9</b>	<b>90,6</b>	<b>113,4</b>	<b>435,0</b>			

Tabela 24 - Produtividade esperada para os oito talhões estudados, considerando poda de duas toras

Talhão	Espécie	Idade (anos)	Poda	Número de árvores/ha		Volume comercial colhido (m <sup>3</sup> /ha)						I.M.A. volume comercial (m <sup>3</sup> /ha)	Índice de sítio (m)
				Inicial	Remanescente	23 cm acima podado	35 cm acima	23 a 35 cm	18 a 23 cm	08 a 18 cm	TOTAL		
50367	<i>Pinus taeda</i>	5 8 21	SIM	1800	1000				0,0	0,0	0,0	23,3	21,6
					350 0	176,9	34,0	125,6	30,4	78,6 26,7	94,9 393,6		
					<b>Total</b>	<b>176,9</b>	<b>34,0</b>	<b>125,6</b>	<b>46,7</b>	<b>105,3</b>	<b>488,5</b>		
30592	<i>Pinus taeda</i>	5 11 19	SIM	1600	800				0,0	33,6	33,6	29,5	26,0
					350 0	164,7	32,5	141,2	35,6	61,0 29,1	123,2 403,1		
					<b>Total</b>	<b>164,7</b>	<b>32,5</b>	<b>141,2</b>	<b>97,8</b>	<b>123,7</b>	<b>559,9</b>		
30593	<i>Pinus taeda</i>	5 11 19	SIM	1600	1000				0,0	0,0	0,0	19,3	21,9
					350 0	111,7	4,4	64,4	50,7	83,4 36,5	98,7 267,7		
					<b>Total</b>	<b>111,7</b>	<b>4,4</b>	<b>64,4</b>	<b>66,0</b>	<b>119,9</b>	<b>366,4</b>		
30670	<i>Pinus taeda</i>	5 13 18	SIM	1600	800				0,0	16,5	16,5	24,4	24,1
					350 0	131,7	16,0	96,5	28,5	44,3 71,6	126,9 295,4		
					<b>Total</b>	<b>131,7</b>	<b>16,0</b>	<b>107,5</b>	<b>72,8</b>	<b>110,8</b>	<b>438,8</b>		
30671	<i>Pinus taeda</i>	10 16 19	NÃO	1600	800				0,0	94,2	94,2	28,4	24,9
					400 0	0,0	23,2	201,4	47,9	61,7 33,5	139,5 306,0		
					<b>Total</b>	<b>0,0</b>	<b>23,2</b>	<b>227,7</b>	<b>99,4</b>	<b>189,4</b>	<b>539,7</b>		
30669	<i>Pinus taeda</i>	5 14 19	SIM	1600	800				0,0	16,5	16,5	26,1	23,8
					350 0	132,7	26,3	124,6	28,5	48,1 22,7	144,1 334,8		
					<b>Total</b>	<b>132,7</b>	<b>26,3</b>	<b>153,7</b>	<b>74,6</b>	<b>105,1</b>	<b>492,4</b>		
30704	<i>Pinus taeda</i>	10 15 19	NÃO	1600	800				0,0	92,2	92,2	28,0	25,2
					400 0	0,0	8,4	232,9	41,9	55,7 34,6	122,3 317,8		
					<b>Total</b>	<b>0,0</b>	<b>8,4</b>	<b>253,4</b>	<b>88,0</b>	<b>182,5</b>	<b>532,3</b>		
40337	<i>Pinus elliottii</i>	5 10 18 24	SIM	1600	1000				0,0	0,0	0,0	18,1	20,7
					600 300 0	97,2	5,9	102,5	39,8	37,9 47,6 27,9	37,9 123,9 273,3		
					<b>Total</b>	<b>97,2</b>	<b>5,9</b>	<b>128,0</b>	<b>90,6</b>	<b>113,4</b>	<b>435,1</b>		

## 5.8.2 Avaliação dos Índices Econômicos

Esta análise teve como base os resultados obtidos para os talhões não podados. Portanto, admitiu-se que a poda de uma tora seria uma operação vantajosa quando o preço atribuído às toras podadas gerasse VPL, TIR, VPLA, VET maiores que os obtidos para um talhão não podado ou, no mínimo, valores iguais. Analogamente, a poda de duas toras por árvore é comparada com a poda de uma tora por árvore, observando-se os resultados de uma e de outra.

Todos os indicadores foram calculados atribuindo-se preços diferentes para a madeira podada, variando de 0 % a 130 % sobre o preço da madeira não podada do mesmo sortimento. Assim, foi possível definir o preço mínimo que deveria ser atribuído às toras podadas para que o resultado financeiro do talhão podado fosse no mínimo igual ao de um talhão não podado.

Em linhas gerais, o melhor resultado entre os talhões podados foi obtido para o talhão 30592, que representa um dos sítios mais produtivos, e mesmo que não tivesse sido podado, teria obtido ainda o melhor resultado.

No outro extremo, o pior resultado entre os talhões podados foi obtido no talhão 40337, que mesmo aos 24 anos não gerou madeira podada suficiente para produzir indicadores econômicos de valor positivo, que representariam um empreendimento viável economicamente. Isto se deve à falta de adaptação da espécie (*Pinus elliottii*) ao local e ao fato de ter sido realizada a poda tardia, pois a última ocorreu aos 10 anos, o que acabou configurando um sítio muito pouco produtivo.

### 5.8.2.1 VPL – Valor Presente Líquido

O valor presente líquido para os dois talhões não podados foi R\$ 1.345,00

por hectare para uma rotação de 19 anos. A comparação deste VPL com o VPL dos três talhões podados de mesma idade, permitiu concluir que o preço de toras podadas teria que ser no mínimo 60 % a mais sobre o valor de madeira não podada (ver Tabela 25, talhão 30669). Essa afirmativa considera a premissa de que, um talhão com poda de uma tora, em um sítio de média a alta produtividade, possa ter pelo menos o mesmo resultado econômico de um talhão não podado.

O talhão 30593 também com 19 anos, é de um sítio pouco produtivo e não apresentou resultado de VPL semelhante ao dos talhões não podados, nem mesmo com preço de toras podadas de 130 % a mais sobre o preço de toras não podado. Nesse talhão, o VPL foi quase sempre negativo e passou a ser positivo (R\$ 104,73/ha) com um aumento no preço de toras podadas em 90 % sobre o preço normal para poda de duas toras (Tabela 25).

Em contrapartida, o talhão 30592 apresentou resultado superior aos dos talhões não podados, com R\$ 2.226,55/ha aos 19 anos para poda de uma tora, mesmo sem nenhum valor a mais a ser pago para as toras podadas, por ser de um sítio muito produtivo e conduzido adequadamente. O mesmo talhão, se não tivesse sido podado, ou seja, se não fosse considerado o custo de poda, teria um VPL de R\$ 2.516,00/ha.

O talhão 40337, *Pinus elliottii* apresentou resultado negativo de VPL aos 24 anos até mesmo para preço 130 % sobre o preço normal, o que indica a poda como uma operação inadequada para um sítio pouco produtivo ou para esta espécie plantada nessas condições. Neste talhão, o VPL é negativo até mesmo sem considerar o custo de poda, o que indica que o regime de manejo nesta situação, deveria prever um corte raso mais cedo.

Quanto à poda de duas toras, observou-se um resultado relevante: para um talhão de 19 anos em sítio de média a alta produtividade e com poda de uma tora, um adicional de preço de 50 % a 60 % para toras podadas já torna o VPL

Tabela 25 - VPL - Valor Presente Líquido dos oito talhões para uma e duas toras podadas

VPL (R\$/ha)	Toras com poda	Preço de madeira podada (percentual sobre o preço do sortimento não podado)														
		0% e sem poda	0%	10%	20%	30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%	100%	110%	120%	130%
30592 19 anos	1	2516,06	2226,55	2357,84	2489,13	2620,42	2751,71	2883,01	3014,30	3145,59	3276,88	3408,17	3539,46	3670,75	3802,04	3933,33
	2	2516,52	1976,98	2189,75	2402,51	2615,28	2828,05	3040,82	3253,59	3466,36	3679,13	3891,90	4104,66	4317,43	4530,20	4742,97
30671 19 anos não podado	0	1345,15	1345,15	1345,15	1345,15	1345,15	1345,15	1345,15	1345,15	1345,15	1345,15	1345,15	1345,15	1345,15	1345,15	1345,15
30704 19 anos não podado	0	1344,81	1344,81	1344,81	1344,81	1344,81	1344,81	1344,81	1344,81	1344,81	1344,81	1344,81	1344,81	1344,81	1344,81	1344,81
30669 19 anos	1	1080,02	790,52	892,12	993,72	1095,32	1196,92	1298,52	1400,12	1501,72	1603,32	1704,92	1806,52	1908,12	2009,72	2111,32
	2	1079,61	540,07	713,52	886,98	1060,44	1233,90	1407,36	1580,82	1754,28	1927,73	2101,19	2274,65	2448,11	2621,57	2795,03
30670 18 anos	1	839,49	549,99	652,92	755,85	858,78	961,71	1064,63	1167,56	1270,49	1373,42	1476,35	1579,28	1682,21	1785,14	1888,07
	2	839,71	300,17	488,65	677,14	865,62	1054,11	1242,59	1431,08	1619,56	1808,05	1996,53	2185,02	2373,50	2561,99	2750,47
50367 21 anos	1	780,24	490,74	603,82	716,91	829,99	943,08	1056,16	1169,24	1282,33	1395,41	1508,50	1621,58	1734,67	1847,75	1960,83
	2	780,84	241,29	427,84	614,39	800,94	987,49	1174,04	1360,59	1547,14	1733,69	1920,24	2106,79	2293,34	2479,88	2666,43
30593 19 anos	1	-586,63	-876,14	-799,74	-723,34	-646,94	-570,54	-494,14	-417,74	-341,34	-264,95	-188,55	-112,15	-35,75	40,65	117,05
	2	-586,61	-1126,15	-989,39	-852,62	-715,86	-579,10	-442,33	-305,57	-168,80	-32,04	104,73	241,49	378,26	515,02	651,78
40337 24 anos <i>P. elliotii</i>	1	-1153,58	-1437,41	-1398,07	-1364,40	-1325,05	-1280,04	-1246,37	-1207,02	-1162,00	-1128,33	-1088,99	-1043,97	-1010,30	-970,96	-925,94
	2	-1153,58	-1693,12	-1626,02	-1558,92	-1491,82	-1424,73	-1357,63	-1290,53	-1223,43	-1156,33	-1089,23	-1022,13	-955,03	-887,93	-820,83

semelhante ao de um talhão não podado, enquanto para a poda de duas toras, o preço mínimo seria de 40 % a 50 % sobre o preço de toras normais, para obter o mesmo resultado. Isso faz sentido para os talhões analisados, já que é necessário produzir maior quantidade de toras podadas para suprir o menor volume podado, ocasionado pelo menor crescimento em diâmetro das toras. Em outras palavras, o custo de podar a segunda tora (apresentado no item 4.6.5.4) pode ser vantajoso em função do volume podado produzido e considerando as atuais condições de mercado, em que se torna difícil praticar preços muito mais altos por mais que as toras tenham melhor qualidade.

A situação poderia ser diferente se todos os talhões analisados tivessem o mesmo padrão de produtividade do talhão 30592, ou seja, de um sítio de alta produtividade. Nesse caso seria suficiente podar somente a primeira tora, de tal maneira que a venda das toras podadas a um preço de 40 % a mais sobre o preço das toras normais geraria um VPL de R\$ 2.751,00/ha, o dobro do VPL de um talhão não podado, também aos 19 anos, que é de R\$ 1.345,00/ha.

Um aspecto importante a ser mencionado é que o VPL para a poda de uma tora é maior que o VPL para poda de duas toras até o adicional de preço de 20 % a 30 % para toras podadas. Um adicional a partir de 40 % para toras podadas passa a tornar mais atrativa a poda de duas toras, conforme pode ser visualizado no comparativo entre as Figuras 73 e 74.

#### 5.8.2.2 TIR - Taxa Interna de Retorno

Assumiu-se o valor de 12 % como taxa mínima de atratividade para o resultado de uma plantação florestal. Assim, uma Taxa Interna de Retorno inferior a 12 % caracteriza uma plantação inviável economicamente.

A partir desse princípio, o talhão 40337 aos 24 anos de idade, representa uma plantação inviável economicamente, pois mesmo com um valor para madeira

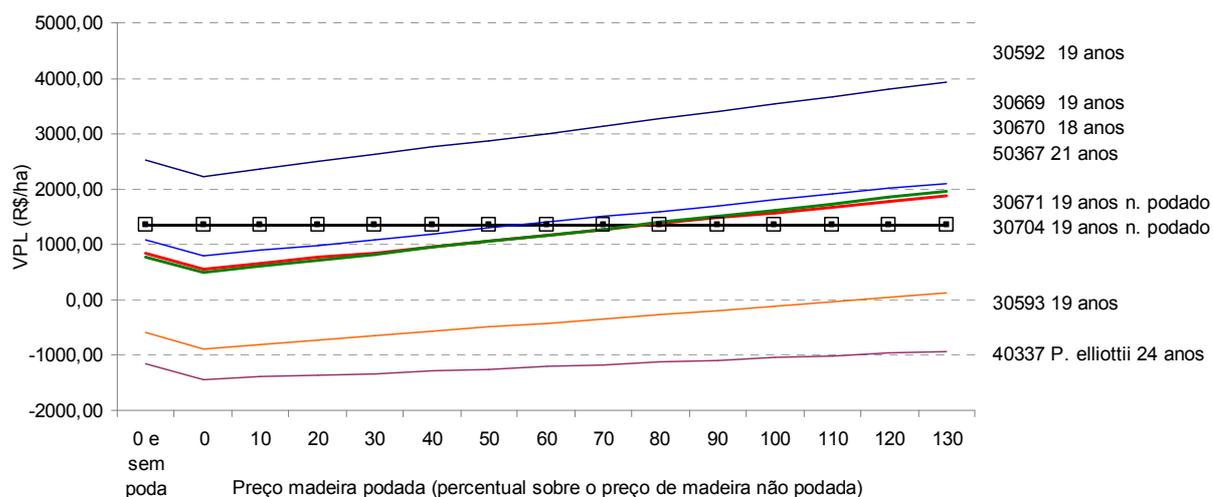


Figura 73 - VPL - Valor Presente Líquido para produção de uma tora podada por árvore em comparação com a produção sem poda

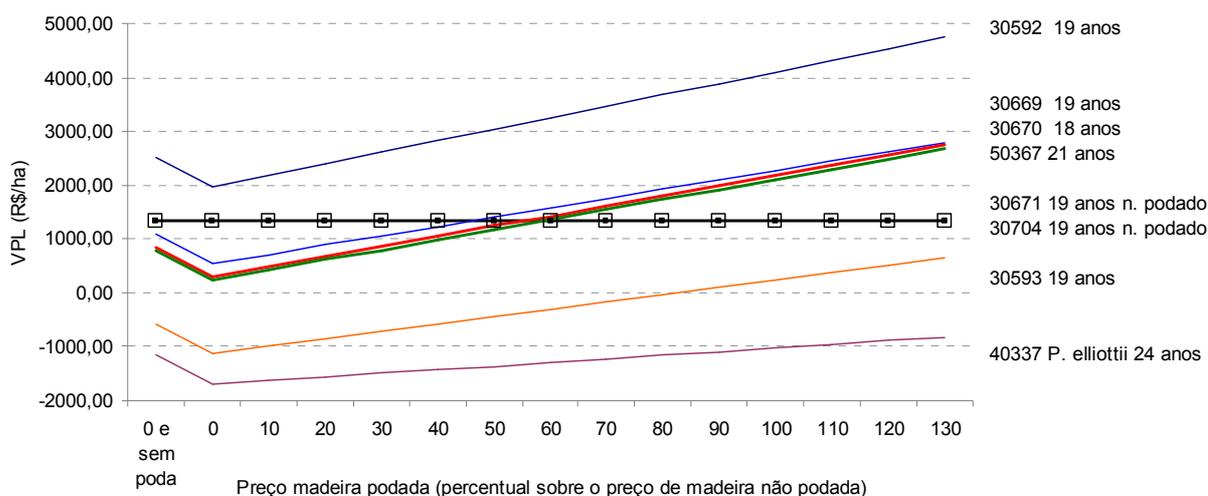


Figura 74 - VPL - Valor Presente Líquido para produção de duas toras podadas por árvore em comparação com a produção sem poda

podada de 130 % a mais sobre o preço de madeira normal, alcançou uma taxa de 10,6 % para poda de duas toras (Tabela 26).

Outro talhão com Taxa Interna de Retorno pouco atrativa em comparação com os demais talhões da mesma idade é o 30593, que aos 19 anos só atinge TIR de 12 % se o preço de madeira podada estiver entre 80 % e 90 % a mais sobre o

preço de madeira não podada (Tabela 26).

Outros talhões podados apresentam TIR superior a 12% mesmo sem adicional de preço para madeira podada, especialmente o talhão 30592, que se destaca muito em relação aos demais, com TIR de 16,3 % nesta situação. A Taxa Interna de Retorno de 14,6 % obtida nos talhões sem poda, é obtida também nos outros talhões podados quando o preço da madeira podada é de 70 % a 90 % a mais sobre o preço da madeira não podada, no mínimo.

Quanto ao resultado de uma ou duas toras podadas, a diferença da Taxa Interna de Retorno é muito pequena conforme pode ser observado nas Figuras 75 e 76. A poda de duas toras pode resultar em 0,4 % a 0,9 % a mais na TIR quando o preço das toras podadas tiver um adicional superior a 90 % sobre o preço de toras normais. Abaixo deste valor, como a diferença é pequena, a poda somente da primeira tora é mais indicada.

A mesma TIR obtida sem considerar o custo de poda, é alcançada também com a poda, se o adicional para toras podadas chegar a 30 % ou 40 % sobre o preço de toras normais, conforme pode ser observado nas Figuras 75 e 76.

#### 5.8.2.3 VPLA – Valor Presente Líquido Anualizado

O Valor Presente Líquido Anualizado permite comparar o resultado econômico entre plantações florestais com idades de rotação diferentes, o que é mais adequado ao objetivo deste trabalho.

Os talhões não podados apresentam VPLA de R\$ 182,00 por hectare por ano e novamente o talhão 30592 foi o único talhão podado que apresentou resultado melhor que este, mesmo sem adicional de preço para toras podadas, com VPLA de R\$ 268,00 a R\$ 302,00 por hectare por ano, para poda de duas toras e de uma tora, respectivamente (Tabela 27).

Tabela 26 - TIR - Taxa Interna de Retorno dos oito talhões para uma e duas toras podadas

TIR (%)	Toras com poda	Preço de madeira podada (percentual sobre o preço do sortimento não podado)														
		0% sem poda	0%	10%	20%	30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%	100%	110%	120%	130%
30592 19 anos	1	17,06	16,33	16,51	16,68	16,85	17,01	17,17	17,33	17,48	17,63	17,77	17,91	18,05	18,19	18,32
	2	17,06	15,76	16,05	16,33	16,60	16,85	17,10	17,34	17,57	17,79	18,00	18,21	18,41	18,60	18,79
30671 19 anos não podado	0	14,57	14,57	14,57	14,57	14,57	14,57	14,57	14,57	14,57	14,57	14,57	14,57	14,57	14,57	14,57
30704 19 anos não podado	0	14,61	14,61	14,61	14,61	14,61	14,61	14,61	14,61	14,61	14,61	14,61	14,61	14,61	14,61	14,61
30669 19 anos	1	14,06	13,46	13,62	13,78	13,94	14,10	14,25	14,39	14,54	14,68	14,81	14,95	15,08	15,21	15,34
	2	14,06	12,97	13,26	13,53	13,79	14,04	14,29	14,52	14,74	14,96	15,17	15,38	15,58	15,77	15,96
30670 18 anos	1	13,74	13,10	13,29	13,47	13,65	13,82	13,99	14,16	14,32	14,48	14,63	14,78	14,93	15,07	15,22
	2	13,74	12,59	12,93	13,26	13,58	13,88	14,17	14,44	14,71	14,96	15,21	15,45	15,68	15,91	16,12
50367 21 anos	1	13,66	13,00	13,21	13,41	13,60	13,79	13,97	14,14	14,31	14,47	14,63	14,79	14,94	15,09	15,23
	2	13,66	12,48	12,82	13,15	13,45	13,74	14,02	14,28	14,54	14,78	15,01	15,23	15,45	15,66	15,86
30593 19 anos	1	10,65	10,06	10,25	10,44	10,63	10,80	10,98	11,15	11,31	11,47	11,63	11,78	11,93	12,08	12,22
	2	10,65	9,56	9,91	10,24	10,56	10,86	11,15	11,42	11,69	11,94	12,19	12,42	12,65	12,87	13,08
40337 24 anos <i>P. elliotii</i>	1	9,54	9,05	9,16	9,26	9,37	9,48	9,57	9,67	9,77	9,86	9,95	10,05	10,13	10,22	10,32
	2	9,54	8,63	8,82	9,00	9,18	9,34	9,51	9,66	9,82	9,97	10,11	10,25	10,39	10,52	10,65

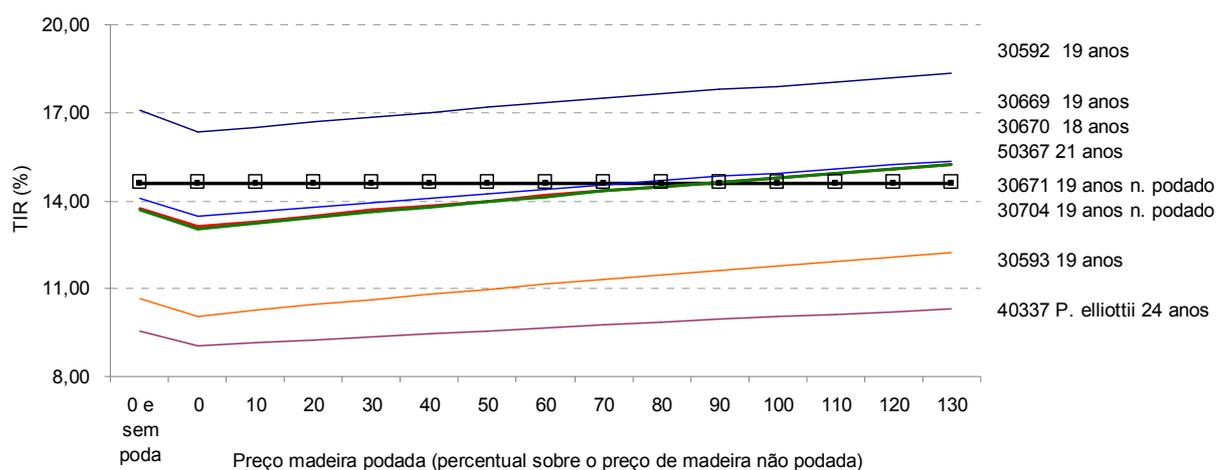


Figura 75 - TIR - Taxa Interna de Retorno para produção de uma tora podada por árvore em comparação com a produção sem poda

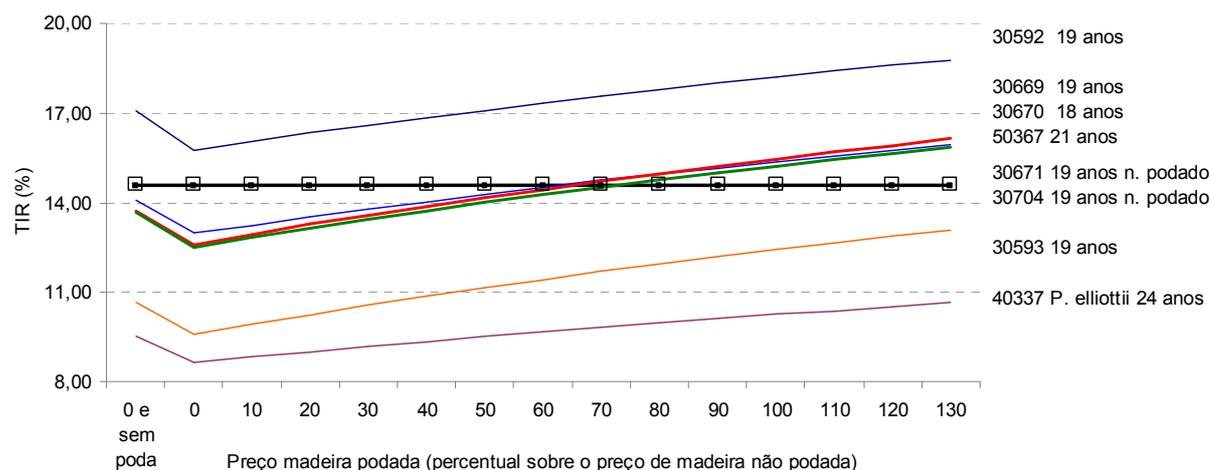


Figura 76 - TIR - Taxa Interna de Retorno para produção de duas toras podadas por árvore em comparação com a produção sem poda

O talhão 40337 apresenta VPLA negativo para qualquer preço de madeira podada, até 130 % sobre o valor de madeira não podada, o que indica que a poda e o regime de desbastes não foram adequados para aquela qualidade de sítio.

O talhão 30593 passa a ter VPLA positivo quando o preço da tora podada é de 90 % sobre o preço da tora não podada (R\$ 14,22/ha ano), ainda assim muito

Tabela 27 - VPLA - Valor Presente Líquido Anualizado dos oito talhões para uma e duas toras podadas

VPLA (R\$/ha ano)	Toras com poda	Preço de madeira podada (percentual sobre o preço do sortimento não podado)														
		0% sem poda	0%	10%	20%	30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%	100%	110%	120%	130%
30592 19 anos	1	341,59	302,28	320,11	337,93	355,76	373,58	391,41	409,23	427,05	444,88	462,70	480,53	498,35	516,18	534,00
	2	341,65	268,40	297,29	326,17	355,06	383,94	412,83	441,72	470,60	499,49	528,38	557,26	586,15	615,03	643,92
30671 19 anos não podado	0	182,62	182,62	182,62	182,62	182,62	182,62	182,62	182,62	182,62	182,62	182,62	182,62	182,62	182,62	182,62
30704 19 anos não podado	0	182,57	182,57	182,57	182,57	182,57	182,57	182,57	182,57	182,57	182,57	182,57	182,57	182,57	182,57	182,57
30669 19 anos	1	146,63	107,32	121,12	134,91	148,70	162,50	176,29	190,08	203,88	217,67	231,47	245,26	259,05	272,85	286,64
	2	146,57	73,32	96,87	120,42	143,97	167,52	191,07	214,62	238,17	261,71	285,26	308,81	332,36	355,91	379,46
30670 18 anos	1	115,80	75,86	90,06	104,26	118,46	132,66	146,85	161,05	175,25	189,45	203,64	217,84	232,04	246,24	260,44
	2	115,83	41,40	67,40	93,40	119,40	145,40	171,40	197,40	223,40	249,40	275,40	301,40	327,39	353,39	379,39
50367 21 anos	1	103,18	64,90	79,85	94,80	109,76	124,71	139,67	154,62	169,58	184,53	199,48	214,44	229,39	244,35	259,30
	2	103,26	31,91	56,58	81,25	105,92	130,59	155,26	179,92	204,59	229,26	253,93	278,60	303,27	327,94	352,61
30593 19 anos	1	-79,64	-118,95	-108,57	-98,20	-87,83	-77,46	-67,09	-56,71	-46,34	-35,97	-25,60	-15,23	-4,85	5,52	15,89
	2	-79,64	-152,89	-134,32	-115,75	-97,19	-78,62	-60,05	-41,48	-22,92	-4,35	14,22	32,79	51,35	69,92	88,49
40337 24 anos <i>P. ellottii</i>	1	-148,19	-184,65	-179,60	-175,28	-170,22	-164,44	-160,11	-155,06	-149,28	-144,95	-139,90	-134,11	-129,79	-124,73	-118,95
	2	-148,19	-217,50	-208,88	-200,26	-191,64	-183,03	-174,41	-165,79	-157,17	-148,55	-139,93	-131,31	-122,69	-114,07	-105,45

abaixo do obtido nos talhões sem poda. Isso indica que, para esta classe de sítio (21,9 m aos 20 anos) e para essa classe de produtividade (19 m<sup>3</sup>/ha ano aos 19 anos), a poda não é indicada.

Quanto ao comparativo entre a poda de uma e de duas toras, novamente observa-se que a poda de duas toras é vantajosa quando o preço das toras podadas for no mínimo de 40 % a mais sobre o preço de madeira não podada, para que o Valor Presente Líquido Anualizado possa atingir os R\$ 182,00/ha ano obtidos nos talhões não podados. O mesmo resultado só pode ser obtido com a poda de uma tora se o preço das toras podadas tiver um adicional de no mínimo 50 % sobre o valor das toras normais.

Esse resultado é semelhante ao obtido para o VPL, e conforme foi mencionado no item 5.8.2.1, é necessário suprir o menor crescimento de madeira *clear* fazendo-se a poda de mais uma tora, produzindo assim, maior quantidade de volume podado. Portanto, pode-se concluir que o custo de podar a segunda tora ainda é vantajoso, em função do volume podado produzido, se o adicional de preço for no mínimo 40 %.

No entanto, em um talhão com alta produtividade como o 30592, seria suficiente podar somente a primeira tora, pois um adicional de 40 % para o preço de toras podadas geraria um valor anual equivalente de R\$ 373,00/ha, mais do que o dobro do obtido para um talhão não podado em condições equivalentes.

Outro aspecto interessante é o de que, sem comparar com o resultado do talhão não podado, a poda de uma tora é vantajosa sobre a poda de duas toras se o adicional de preço da tora podada for até 20 % a 30 %. Se o adicional de preço for entre 30 % e 50 %, é indiferente podar uma ou duas toras e se for acima de 50 %, a poda de duas toras passa a ser vantajosa (Figuras 77 e 78). Com isso é possível concluir que a poda, mesmo em sítios de média produtividade, e ainda que seja de somente uma tora (se não há expectativa definida de preço para tora *clear*), é uma

alternativa para melhorar a rentabilidade da plantação florestal.

O mesmo VPLA obtido sem considerar o custo de poda, pode ser obtido também com um adicional de preço de 30 % para toras podadas, na maioria dos talhões analisados. Nos dois talhões menos produtivos, esse adicional teria que ser de 40 % para o talhão 30593 e 70 % para o talhão 40337.

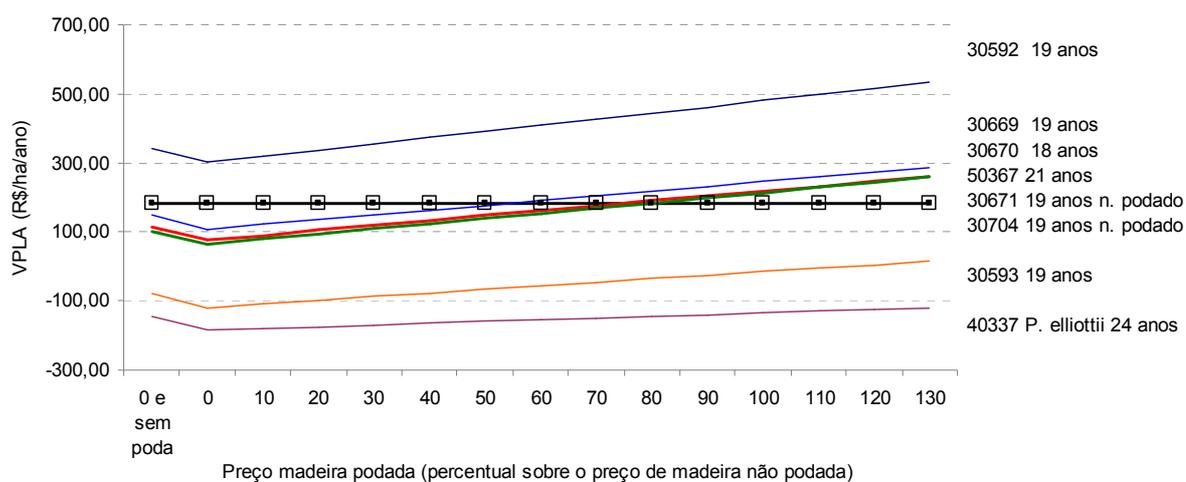


Figura 77 - VPLA - Valor Presente Líquido Anualizado para produção de uma tora podada por árvore em comparação com a produção sem poda

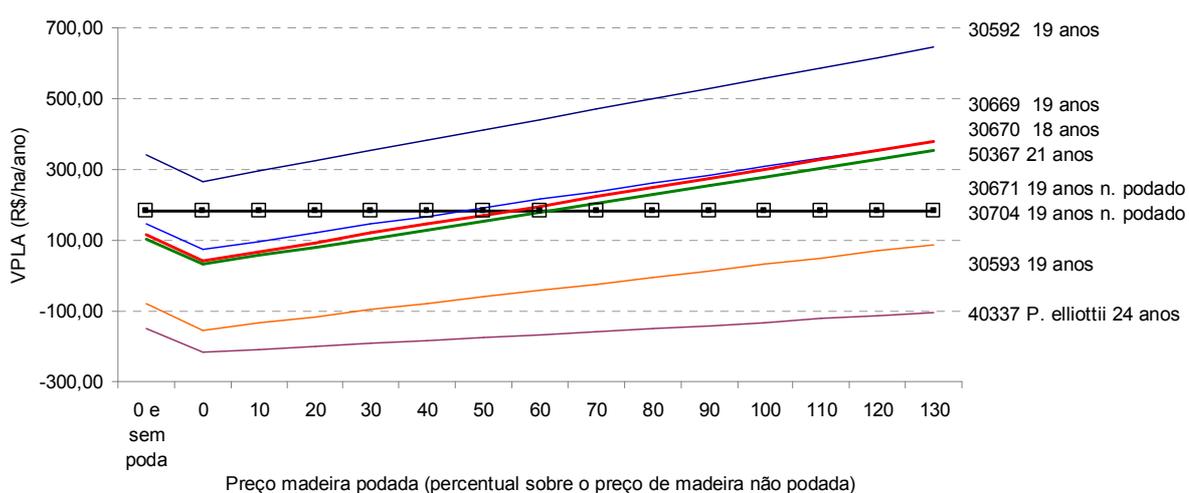


Figura 78 - VPLA - Valor Presente Líquido Anualizado para produção de duas toras podadas por árvore em comparação com a produção sem poda

#### 5.8.2.4 VET – Valor Esperado da Terra

O Valor Esperado da Terra apresenta resultados muito semelhantes aos do Valor Presente Líquido Anualizado para os oito talhões, o que o torna útil também para comparar resultados econômicos de plantações com idades de rotação diferentes.

Os dois talhões não podados apresentaram VET de R\$ 1.521,00/ha, valor este superado somente pelo obtido no talhão 30592, que apresentou VET de R\$ 2.236,00/ha a R\$ 2.519,00/ha para duas toras e uma tora podada respectivamente, mesmo sem adicional de preço para toras podadas. Essa diferença entre os valores para uma tora e duas toras podadas se deve ao custo de poda que é diferente nas duas situações (Tabela 28).

O talhão 40337 apresenta VET negativo para preços de madeira podada de até 130 % sobre o preço de madeira não podada, indicando novamente que a poda não é adequada para essa classe de sítio e que o regime de desbastes também não é o mais indicado.

O talhão 30593 só apresenta VET positivo (R\$ 118,48/ha) quando o valor da madeira podada é de 90 % a mais sobre o preço de madeira não podada e para poda de duas toras.

Os demais talhões podados, com poda de uma tora, apresentam VET próximo de R\$ 1.521,00/ha quando o preço de madeira podada assume valores entre 50 % e 80 %, no mínimo, sobre o preço de madeira não podada. Esse valor adicional mínimo poderia ser de 50 % a 60 % com a poda de duas toras portanto, para uma amplitude menor de valor adicional. Isso confirma o que já foi concluído em relação aos outros indicadores econômicos, que o adicional de madeira podada produzido pela segunda tora é importante para suprir o menor crescimento em diâmetro *clear* dos talhões analisados. Além disso, os custos de poda da segunda tora são vantajosos em relação ao valor da madeira produzida desses talhões, ainda

Tabela 28 - VET - Valor Esperado da Terra dos oito talhões para uma e duas toras podadas

VET (R\$/ha)	Toras com poda	Preço de madeira podada (percentual sobre o preço do sortimento não podado)														
		0% sem poda	0%	10%	20%	30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%	100%	110%	120%	130%
30592 19 anos	1	2846,56	2519,03	2667,56	2816,10	2964,64	3113,18	3261,71	3410,25	3558,79	3707,32	3855,86	4004,40	4152,94	4301,47	4450,01
	2	2847,08	2236,67	2477,39	2718,10	2958,82	3199,54	3440,26	3680,98	3921,69	4162,41	4403,13	4643,85	4884,56	5125,28	5366,00
30671 19 anos não podado	0	1521,85	1521,85	1521,85	1521,85	1521,85	1521,85	1521,85	1521,85	1521,85	1521,85	1521,85	1521,85	1521,85	1521,85	1521,85
30704 19 anos não podado	0	1521,46	1521,46	1521,46	1521,46	1521,46	1521,46	1521,46	1521,46	1521,46	1521,46	1521,46	1521,46	1521,46	1521,46	1521,46
30669 19 anos	1	1221,89	894,36	1009,30	1124,25	1239,20	1354,14	1469,09	1584,04	1698,98	1813,93	1928,88	2043,82	2158,77	2273,72	2388,66
	2	1221,42	611,01	807,25	1003,50	1199,74	1395,98	1592,23	1788,47	1984,71	2180,96	2377,20	2573,45	2769,69	2965,93	3162,18
30670 18 anos	1	964,98	632,20	750,51	868,83	987,14	1105,46	1223,77	1342,09	1460,40	1578,72	1697,03	1815,35	1933,66	2051,98	2170,30
	2	965,23	345,03	561,69	778,35	995,01	1211,67	1428,33	1644,99	1861,65	2078,31	2294,97	2511,63	2728,29	2944,95	3161,61
50367 21 anos	1	859,83	540,79	665,41	790,03	914,65	1039,27	1163,89	1288,51	1413,13	1537,75	1662,37	1786,98	1911,60	2036,22	2160,84
	2	860,48	265,91	471,48	677,06	882,64	1088,22	1293,79	1499,37	1704,95	1910,53	2116,10	2321,68	2527,26	2732,83	2938,41
30593 19 anos	1	-663,69	-991,22	-904,79	-818,36	-731,92	-645,49	-559,05	-472,62	-386,18	-299,75	-213,31	-126,88	-40,44	45,99	132,42
	2	-663,67	-1274,08	-1119,35	-964,62	-809,89	-655,16	-500,43	-345,71	-190,98	-36,25	118,48	273,21	427,94	582,67	737,40
40337 24 anos <i>P. elliotii</i>	1	-1234,94	-1538,79	-1496,67	-1460,63	-1418,51	-1370,31	-1334,27	-1292,15	-1243,96	-1207,91	-1165,80	-1117,60	-1081,56	-1039,44	-991,25
	2	-1234,94	-1812,54	-1740,70	-1668,87	-1597,04	-1525,21	-1453,38	-1381,55	-1309,71	-1237,88	-1166,05	-1094,22	-1022,39	-950,56	-878,72

mais se considerada a condição atual de mercado em que adicionais de preço muito altos estão impraticáveis, mesmo para toras de melhor qualidade.

Independente do VET obtido para os talhões não podados, observou-se que a poda de uma tora é vantajosa sobre a de duas toras até um adicional de preço de 20 % a 30 % para toras podadas. Adicional de preço entre 30 % e 50 % torna indiferente podar uma ou duas toras, e maior do que 50 % faz com que a poda de duas toras seja vantajosa.

A comparação unicamente entre o VET de cada talhão desconsiderando o custo da poda e o VET obtido aplicando-se os adicionais de preço para poda de uma tora ou de duas toras, indica que um adicional de preço entre 20 % e 30 % para as toras podadas torna o resultado dos talhões melhor do que se não tivessem sido podados (Figuras 79 e 80).

#### 5.8.2.5 Resumo de resultados da avaliação econômica

Em resumo, diante das análises dos itens anteriores e considerando somente os talhões em condições de produtividade média, portanto, excluindo o talhão 30592 que é o mais produtivo e também os talhões 30593 e 40337 que são os menos produtivos, pode-se assumir que o preço da madeira podada gerada com a poda de somente uma tora deveria ter um adicional de 69,5 %, em média, sobre o preço de toras normais do mesmo sortimento, para que fosse atingido o mesmo resultado econômico de um talhão não podado (VET = R\$1.521,00/ha). A mesma análise para poda de duas toras por árvore indica que o preço da madeira podada deveria ter adicional de 53,9 % sobre o preço normal (Tabela 29).

Uma outra análise, agora comparando o resultado econômico de cada talhão sem e com a realização da poda, indica que o adicional médio de preço para toras podadas geradas da poda de uma tora por árvore, deveria ser no mínimo de 35,7 % sobre o preço de toras normais para que fosse alcançado o mesmo resultado

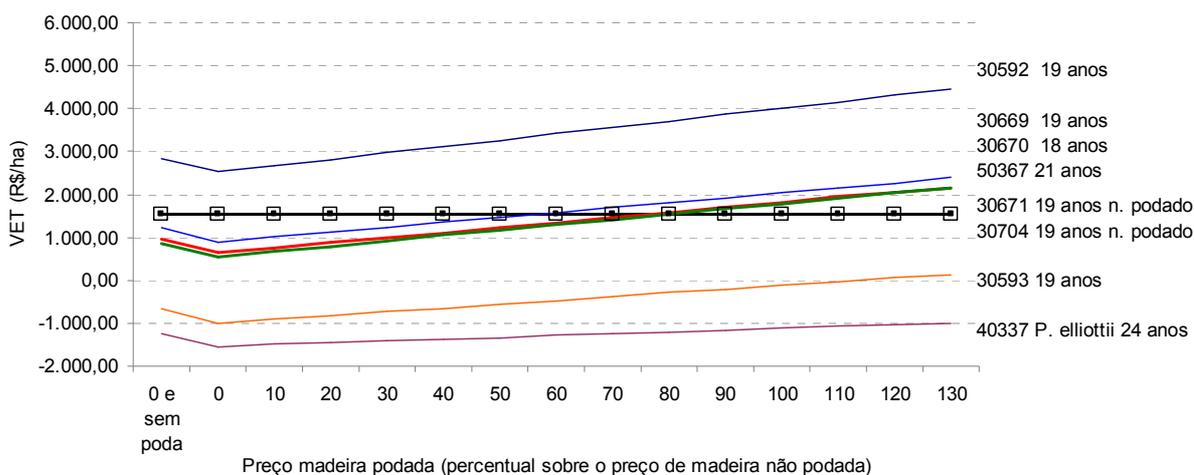


Figura 79 - VET - Valor Esperado da Terra para produção de uma tora podada por árvore em comparação com a produção sem poda

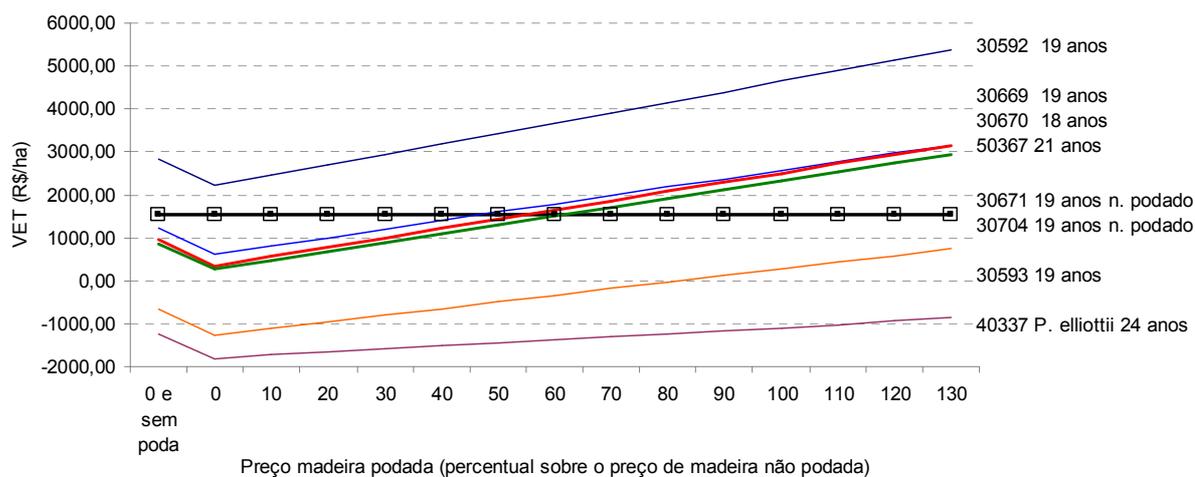


Figura 80 - VET - Valor Esperado da Terra para produção de duas toras podadas por árvore em comparação com a produção sem poda

econômico obtido sem a poda. Na situação de toras podadas geradas da poda de duas toras o adicional médio de preço deveria ser de no mínimo 39 % (Tabela 30).

Assim, pode-se assumir que um adicional de 35,7 %, em média, torna viável a poda nas condições de sítio dos talhões analisados, e que este adicional de preço considera também eventuais perdas de crescimento em diâmetro geradas pela poda

Tabela 29 - Percentual adicional médio para o preço de toras podadas para atingir o mesmo resultado econômico de um talhão não podado

Talhão	Número de toras podadas	VPLA (R\$/ha/ano)	VET (R\$/ha)	Adicional mínimo p/ toras podadas (%)
30669 19 anos	1	182,64	1.521,97	54,6
	2	182,59	1.521,58	46,4
30670 18 anos	1	182,63	1.521,93	75,2
	2	182,58	1.521,49	54,3
50367 21 anos	1	182,59	1.521,55	78,7
	2	182,64	1.521,98	61,1
<b>Média para uma tora podada</b>				<b>69,5</b>
<b>Média para duas toras podadas</b>				<b>53,9</b>
30592 19 anos	1	302,28	2.519,03	-
	2	268,40	2.236,67	-
30593 19 anos	1	182,57	1.521,43	290,7
	2	182,63	1.521,88	180,7
40337 24 anos <i>P. elliotii</i>	1	182,59	1.521,55	726,6
	2	182,63	1.521,89	464,2

e por perdas em volume geradas pelo desbaste pré-comercial, em comparação com a produção de talhões não podados, para corte raso em idades entre 18 e 24 anos.

Lazaretti (2007) encontrou um resultado que pode ser comparado ao que foi obtido neste estudo, e afirma que “a mobilização de capital nas operações de poda apresenta-se vantajosa para todas as classes de sítio, desde que a valorização da madeira *clearwood* (madeira sem nós) seja de pelo menos 19 % sobre a *knotwood* (com nós)”. Observa-se na Tabela 30 que o adicional mínimo para madeira *clearwood* entre os seis talhões podados, é de 22,1 %, justamente no talhão 30592, correspondente a melhor classe de sítio (índice de sítio = 26 m).

Deve-se ressaltar que os índices de sítio testados no trabalho de Lazaretti (2007) são 23 m, 21 m e 19 m aos 15 anos (sítios bom, médio e ruim), o que corresponderia aos índices de sítio de 26,8 m, 24,4 m e 22,1 m aos 20 anos.

Tabela 30 - Percentual adicional para o preço de toras podadas para suprir o custo de poda

Talhão	Número de toras podadas	VPL (R\$/ha)	TIR	VPLA (R\$/ha ano)	VET (R\$/ha)	Adicional mínimo p/ suprir o custo da poda
30592 19 anos	1	2.516,05	16,7	341,59	2.846,55	22,1
	sem poda	2.516,06	17,1	341,59	2.846,56	
	2	2.516,56	16,5	341,66	2.847,13	25,4
	sem poda	2.516,52	17,1	341,65	2.847,08	
30669 19 anos	1	1.080,08	13,9	146,63	1.221,95	28,5
	sem poda	1.080,02	14,1	146,63	1.221,89	
	2	1.079,52	13,8	146,56	1.221,33	31,1
	sem poda	1.079,61	14,1	146,57	1.221,42	
30670 18 anos	1	839,22	13,6	115,76	964,66	28,1
	sem poda	839,49	13,7	115,80	964,98	
	2	839,99	13,5	115,87	965,55	28,6
	sem poda	839,71	13,7	115,83	965,23	
50367 21 anos	1	780,23	13,5	103,18	859,82	25,6
	sem poda	780,24	13,7	103,18	859,83	
	2	780,42	13,4	103,20	860,02	28,9
	sem poda	780,84	13,7	103,26	860,48	
30593 19 anos	1	-586,58	10,8	-79,64	-663,64	37,9
	sem poda	-586,63	10,7	-79,64	-663,69	
	2	-586,62	10,8	-79,64	-663,67	39,5
	sem poda	-586,61	10,7	-79,64	-663,67	
40337 24 anos <i>P. elliotii</i>	1	-1.153,35	9,8	-148,16	-1.234,69	72,2
	sem poda	-1.153,58	9,5	-148,19	-1.234,94	
	2	-1.152,97	10,0	-148,11	-1.234,29	80,5
	sem poda	-1.153,58	9,5	-148,19	-1.234,94	
<b>Média poda de uma tora</b>						<b>35,7</b>
<b>Média poda de duas toras</b>						<b>39,0</b>

Portanto essas classes de sítio são ligeiramente superiores às classes representadas pelos talhões selecionados no presente estudo, em que a amplitude de índices de sítio variou entre 26 m (talhão 30592) e 20,7 m (talhão 40337 de *Pinus elliotii*) aos 20 anos. Além disso, regimes de desbaste com três e quatro desbastes e corte raso em idade entre 19 e 22 anos (Sistema II) ou entre 23 e 25 anos

(Sistema I) devem ter contribuído para que o adicional de preço de 19 % para madeira podada fosse suficiente para uma condição vantajosa da poda em relação à não realização desta operação.

#### 5.9 ANÁLISE ECONÔMICA DA PODA CONSIDERANDO O VALOR DO PRODUTO FINAL

No item anterior os resultados dos indicadores econômicos mostraram que o preço da madeira *clear* teria que ser no mínimo 54% sobre o preço de madeira não podada, para que um talhão podado alcance o mesmo resultado de um talhão não podado, ou seja, para que chegue a um VPLA igual a R\$ 182,00 ou a um VET igual a R\$ 1.521,00. Além disso, foi observado que o adicional para toras podadas deve ser de no mínimo 36 % para que o custo da poda seja compensado.

Neste item o objetivo é definir o preço máximo que o cliente poderia pagar pela madeira *clear*, tendo em vista o rendimento obtido na sua produção, e considerando o valor de aquisição de lâminas *clear* no mercado para elaboração do seu produto final, no caso portas e chapas de compensado, ambas revestidas de lâminas *clear*. Essa análise desconsidera o resultado econômico do talhão para o produtor das toras.

Os resultados do rendimento dos lotes de toras nas laminadoras apresentados no item 5.6 serviram de base para essa análise, que consiste basicamente em comparar o custo de produção de lâminas *clear* a partir de toras podadas com o custo de adquirir lâminas *clear* no mercado para a elaboração do produto final.

O preço médio para aquisição de lâminas é de R\$ 636,00 por m<sup>3</sup> sem considerar o frete, conforme apresentado no item 3.7, e o preço de toras não podadas com diâmetro entre 23 cm e 35 cm é de R\$ 103,00/m<sup>3</sup>, como apresentado no item 4.9.5.2. Estes são os valores utilizados como premissa para os cálculos

apresentados a seguir.

Desta análise, observou-se que o adicional de preço para toras podadas entre os seis talhões podados analisados, oscila entre 56,7 % e 97 % (Tabela 31) para que o custo de produção de lâminas *clear* seja equivalente ao valor de aquisição de lâminas *clear* no mercado.

Em quatro dos seis talhões podados analisados, a primeira tora teve maior produção de lâminas *clear* por  $m^3$ , e em três desses talhões houve a indicação de que deveria haver um preço diferenciado para a primeira tora entre 12 % e 16 % a mais sobre o preço da segunda tora, também podada. Em um dos talhões, o 30669, onde só foi produzido 2,7 % de lâminas *clear* por  $m^3$  de tora com o lote de segunda tora, o preço por  $m^3$  da primeira tora deveria ser 47 % superior ao da segunda tora, em função de que a segunda tora não foi totalmente podada, portanto houve menor produção de lâminas *clear*.

Excepcionalmente dois talhões, o 30592 e o 30593 apresentaram melhor resultado para os lotes de segunda tora, indicando que o preço por  $m^3$  desses lotes deveria ser 11 % e 5 % superior aos lotes de primeira tora, respectivamente.

Em média, o preço das toras podadas poderia ser até 77 % superior ao preço de toras normais e acima desse valor, a empresa laminadora passaria a buscar lâminas *clear* no mercado ao preço médio de R\$ 636,00/ $m^3$ , pois não seria vantajoso produzi-las.

Tabela 31 - Definição do adicional de preço para toras podadas destinadas à produção de lâminas comparado à aquisição de lâminas *clear* no mercado

Talhão podado	Posição da tora	Percentual de volume madeira <i>clear</i> nas toras (%)	Volume lâmina <i>clear</i> /m <sup>3</sup> (produzido)	Adicional de preço para tora podada (%) (*)	R\$/m <sup>3</sup>			Quantidade de portas produzidas	
					Preço da tora podada	Custo de produção lâminas <i>clear</i> (***)	Compra de lâminas <i>clear</i> (**) + produção de lâminas e sarrafos não <i>clear</i>	Capas	Recheio
40337 24 anos	1	54,71	0,172611	103,3	209,41	319,26	322,63	15,7	8,2
	2	53,74	0,126553	75,1	180,38	290,23	293,34	11,5	12,9
	<b>Média ponderada</b>				<b>91,39</b>	<b>197,13</b>	<b>306,98</b>	<b>310,24</b>	<b>13,9</b>
30669 19 anos	1	52,52	0,113837	67,1	172,06	281,92	285,23	10,3	10,0
	2	52,48	0,027193	13,8	117,17	227,02	230,15	2,7	14,9
	<b>Média ponderada</b>				<b>56,77</b>	<b>161,48</b>	<b>271,33</b>	<b>274,61</b>	<b>8,8</b>
								<b>Quantidade de chapas produzidas</b>	
50367 21 anos	1	50,69	0,133981	79,5	184,93	294,78	298,07	7,5	7,8
	2	45,08	0,099181	58,2	162,95	272,81	275,94	5,6	7,9
	<b>Média ponderada</b>				<b>70,47</b>	<b>175,58</b>	<b>285,44</b>	<b>288,65</b>	<b>6,7</b>
30592 19 anos	1	57,16	0,143930	85,7	191,31	301,16	304,39	8,1	9,2
	2	52,70	0,176861	106,2	212,35	322,20	325,34	9,9	10,9
	<b>Média ponderada</b>				<b>97,00</b>	<b>202,91</b>	<b>312,76</b>	<b>315,94</b>	<b>9,1</b>
30593 19 anos	1	51,53	0,113438	66,8	171,79	281,64	285,00	6,2	8,9
	2	54,03	0,134221	75,3	180,53	309,57	312,57	7,5	10,6
	<b>Média ponderada</b>				<b>71,38</b>	<b>176,53</b>	<b>296,78</b>	<b>299,94</b>	<b>6,9</b>
30670 18 anos	1	50,63	0,098927	85,8	191,35	301,20	304,39	5,5	10,2
	2	42,41	0,111105	65,5	170,44	280,29	283,52	6,2	11,9
	<b>Média ponderada</b>				<b>75,03</b>	<b>180,28</b>	<b>290,14</b>	<b>293,35</b>	<b>5,9</b>
<b>Média global</b>				<b>77,01</b>	<b>182,32</b>	<b>293,90</b>	<b>297,12</b>		

(\*) O preço de tora não podada utilizado como base é R\$ 103,00 por m<sup>3</sup> para o *grade* 23 cm a 35cm (jan/2009).

(\*\*) O preço de lâminas *clear* torneadas no mercado foi considerado R\$ 636,00 o m<sup>3</sup>.

(\*\*\*) O custo de produção de lâminas *clear* considerou que 48,4 % equivale ao valor da madeira carregada no caminhão (R\$ 103,00/m<sup>3</sup>).

## 6 CONCLUSÕES

O fator de forma das árvores podadas é em média 6,2 % e 5,7 % superior ao das não podadas para *Pinus elliottii* e para *Pinus taeda*, respectivamente. No entanto, foram encontradas diferenças de até 19,6 % e 20,5 % para estas duas espécies, em função do maior desenvolvimento em diâmetro na porção entre a base da árvore até cerca de 50 % da altura da mesma.

A melhor forma, ou condição mais cilíndrica das árvores podadas reflete diretamente no maior volume destas quando comparadas com árvores não podadas de mesmo dap e mesma relação h/dap.

A segunda tora possui sempre melhor forma se comparada à primeira tora independentemente de que a árvore seja podada ou não.

O processamento das toras no torno para definir o diâmetro com defeitos, considerado como sendo o diâmetro representado pelo núcleo nodoso e pela cicatrização é eficiente, pois permite visualizar a primeira ocorrência de nó ou cicatrização em cada tora e medir este diâmetro diretamente no torno.

A adaptação do PLI (*pruned log index*) desenvolvido por Park (1989) para a situação de toras mais curtas e portanto com menor influência da tortuosidade, denominado de ITP (índice de tora podada), é útil para caracterizar a qualidade dos talhões podados, refletindo a condição das toras.

O rendimento da produção de lâminas, toretes e retalhos em relação ao volume de toras é quase sempre bem maior nos lotes de segunda tora, variando entre 62,3 % e 82,3 % contra 55,6 % a 70,4 % obtidos nos lotes de primeira tora.

Embora a forma da segunda tora seja melhor, seu volume é quase sempre menor que o da primeira tora.

O aproveitamento das toras na produção de total de lâminas é o mesmo tanto entre os lotes de toras podadas quanto entre os lotes de toras não podadas.

Em média, cerca de 11 % do volume das toras podadas transforma-se em lâminas *clear*. Em toras não podadas, o percentual de lâminas *clear* não ultrapassa os 2,5 %.

Em relação às condições de mercado e ao rendimento de madeira gerada em talhão de alta produtividade, o adicional de preço para toras *clear* poderia ser de até 97 %, em média para poda de duas toras, para que ainda fosse vantajoso comprar toras *clear* a adquirir lâminas *clear*.

Em locais de produtividade média, com IMA de volume comercial entre 23,3 m<sup>3</sup>/ha ano aos 21 anos até 26 m<sup>3</sup>/ha ano aos 19 anos, pode ser vantajoso podar duas toras para suprir a menor quantidade de volume podado que será produzido, em função do crescimento em diâmetro ser mais lento em relação ao crescimento em sítios de alta produtividade. Isto é viável desde que as condições de mercado indiquem demanda para toras *clear* e que o preço seja de no mínimo 54 % mais elevado que o preço de toras normais.

Quanto à análise considerando a situação do mercado, estas mesmas plantações de produtividade média deveriam ter os preços das toras *clear* com adicional de no máximo 57 % a 75 % (em média, considerando duas toras podadas) para que ainda fosse vantajoso ao cliente comprar toras *clear* ao invés de buscar lâminas *clear* no mercado.

Em locais pouco produtivos, com índice de sítio entre 20,7 m e 22 m na idade índice de 20 anos, e com IMA em volume comercial de 18 m<sup>3</sup>/ha ano aos 24 anos ou 19,3 m<sup>3</sup>/ha ano aos 19 anos, a poda não traz vantagem ao produtor, ao final da rotação.

## 7 RECOMENDAÇÕES

A primeira poda deve ser realizada aos 2,5 ou 3 anos, ou quando mais de 50% das árvores tenha diâmetro abaixo do primeiro galho vivo entre 8 e 12 cm.

Se o objetivo for realizar poda na primeira e segunda toras serão necessárias seis ou sete podas no total.

As duas primeiras podas devem ser realizadas em todas as árvores do povoamento, para garantir homogeneidade de oportunidade de crescimento das árvores.

O controle da efetiva realização de todas as podas deve ser uma das etapas do procedimento como um todo. Deve-se indicar o percentual de árvores não podadas em cada talhão e isso deve constar no cadastro das áreas, para consultas futuras.

A altura de poda para produzir toras de 2,6 m deve ser de 3 m a 3,20 m, para considerar a altura do toco e a camada de serapilheira que se forma após 20 anos ou mais.

Não se deve realizar poda, se o diâmetro abaixo do primeiro galho vivo for superior a 15 cm, quando o corte raso estiver previsto para a idade 20 anos.

Deve-se realizar poda preferencialmente em sítios de alta produtividade.

Deve-se avaliar a possibilidade de fazer corte raso mais cedo, entre 18 e 20 anos de idade, se a primeira poda foi realizada no máximo até 3 anos de idade.

Para pequenos produtores que pretendem comercializar o produto do corte raso de suas plantações florestais, recomenda-se a poda somente da primeira tora, pois não há certeza quanto ao retorno do investimento nessa operação. Além disso, deve-se considerar que o preço de toras *clear* está muito correlacionado com a

oferta contínua do produto e em quantidade suficiente para atender a uma demanda mínima de uma determinada região.

A situação é diferente para os reflorestadores que consomem toras *clear* nas suas unidades de produção. Neste caso, a poda também da segunda tora pode ser vantajosa, inclusive porque esta apresenta melhor rendimento, por ter melhor forma.

Em linhas gerais, considerando as análises dos talhões feitas neste estudo, para a poda somente da primeira tora, o preço mínimo para toras *clear* deve prever um adicional de no mínimo 35,7 % sobre o preço de toras normais, em média, para suprir o custo de poda, considerando o fluxo de caixa dos talhões. O adicional deve ser de 39 % se for realizada poda de duas toras.

O preço mínimo de toras *clear* para que os talhões podados tenham o mesmo resultado econômico de talhões não podados deve prever um adicional de 69,5 % se for realizada poda de uma tora por árvore e de 54 % para poda de duas toras por árvore, considerando o fluxo de caixa dos talhões deste estudo.

O valor de toras podadas no padrão dos talhões em estudo, pode ter um adicional de no máximo 77 %, em média, sobre o preço de toras normais. Acima disso, torna-se mais vantajoso comprar lâminas *clear* no mercado a um preço médio de R\$ 636,00 por m<sup>3</sup>, desde que haja disponibilidade constante no mercado.

Este estudo foi realizado com o objetivo de contribuir para o aumento do conhecimento sobre a produção de toras podadas e sobre a madeira *clear* produzida. No entanto, a análise não é exaustiva, pois os plantios comerciais podados em larga escala estão apenas iniciando a fase de corte raso.

É conveniente realizar outras análises como esta em outras regiões do país e avaliar o aproveitamento também para madeira serrada, utilizando o método da reconstituição das toras para medir o diâmetro do núcleo nodoso.

Apesar da tendência de produção de madeira para chapas de fibras, sempre haverá mercado para madeira maciça e a oferta de toras de melhor qualidade tornará o mercado cada vez mais competitivo.

## 8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABRIL/PORTAL EXAME. Guia do Investidor. Calculadora de Índices. Disponível em: <http://app.exame.abril.uol.com.br/ginvest/perfilUsuario.do?actionFunctionName=perfilUsuario&TemplateToLoad=q10/calcindic&menugroup=1>. Acesso em: 26/02/2009.

BANCALARI, M. E.; SÁEZ, F. M. **Silvicultura de Plantaciones – Apuntes de Clases**. Concepción, Chile: Universidad de Concepción, Facultad de Ciencias Forestales, Departamento Silvicultura, 2005. 153 p. Disponível em: <http://www2.udec.cl/~fmunoz/Apuntes/Apuntes%20Silvicultura%20plantaciones%20005.pdf>. Acesso em: 05/01/2009.

BONDUELLE, G. M.; IWAKIRI, S.; CHIES, D.; MARTINS, D. Fatores que influenciam no rendimento em laminação de *Pinus spp.* **Floresta e Ambiente**, Rio de Janeiro, v. 12, n. 2, p. 35-41, nov./dez. 2006. Disponível em <http://www.if.ufrj.br/revista/pdf/Vol12%20no2%2035A41.pdf>. Acesso em 08/10/2008.

CEFA/UFPR – Centro de Economia Florestal Aplicada. **Oferta e Demanda de Madeira para Fins Industriais no Estado do Paraná**. Curitiba, Paraná: CEFA/UFPR, 2007. 153p.

CEPAGRI/UNICAMP - Centro de Pesquisas Meteorológicas e Climáticas Aplicadas à Agricultura. **Clima dos Municípios Paulistas – Itapeva**. Disponível em: [http://www.cpa.unicamp.br/outras-informacoes/clima\\_muni\\_259.html](http://www.cpa.unicamp.br/outras-informacoes/clima_muni_259.html)). Acesso em: 15/12/2008.

DAVIS, L. S.; JOHNSON, K.N. **Forest Management**. USA: McGraw-Hill Book Company, 1987. 788p.

DENK, A. Análise competitiva dos clusters industriais. Monografia. 2008. 180 p.

Disponível em

[http://www.biblioteca.sebrae.com.br/bds/BDS.nsf/B62ADDD58B436F7283257402006BD371/\\$File/NT0003756E.pdf](http://www.biblioteca.sebrae.com.br/bds/BDS.nsf/B62ADDD58B436F7283257402006BD371/$File/NT0003756E.pdf). Acesso em 12/10/2009.

DOSSA, D.; CONTO, A. J.de; RODIGHIERI, H.; HOEFLICH, V. A. Aplicativo com análise de rentabilidade para sistemas de produção de florestas cultivadas e de grãos. Colombo – PR: Embrapa Florestas, 2000. 56 p. **Documentos**, 39.

FASSOLA, H.E.E.; VIDELA, D.; FAHLER, J.; KELLER, A.; PACHAS, N.; STEVENS, D.; LORAN, T. **Determinación del diámetro del cilindro con defectos y análisis tridimensional de propiedades internas en trozas podadas de *Pinus caribaea* var. *caribaea* mediante técnicas de disección de corte plano**. In 12<sup>as</sup> Jornadas Técnicas Forestales y Ambientales, 8 a 10 de Junho de 2006 – FCF, UNaM – EEA Montecarlo, INTA, – Eldorado, Misiones. Argentina. 11p. Disponível em:

[http://www.inta.gov.ar/montecarlo/INFO/documentos/forestales/Fassola\\_Det%20CD%20Pinus%20Car.pdf](http://www.inta.gov.ar/montecarlo/INFO/documentos/forestales/Fassola_Det%20CD%20Pinus%20Car.pdf). Acesso em: 05/01/2009.

HOPPE, J. M.; FREDDO, A. R. Efeito da Intensidade de Desrama na Produção de *Pinus elliottii* Engelm, no Município de Piratini, RS. **Ciência Florestal**, Santa Maria, Rio Grande do Sul, v. 13, n. 2, p. 47-56, 2003. Disponível em

<http://www.ufsm.br/cienciaflorestal/artigos/v13n2/A6V13N2.pdf>. Acesso em 10/12/2008.

IAPAR. **Cartas Climáticas do Paraná**. Série de dados até 1998. Disponível em:

<http://www.iapar.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=863> Acesso em : 15/12/2008.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Mapas Interativos. **Mapa de Solos**. Disponível em <http://mapas.ibge.gov.br/solos/viewer.htm>. Acesso em 15/12/2008.

KOSLOWSKI, T. T. **Growth and Development of Trees**. Madison, Wisconsin: University of Wisconsin, 1971. v.II. 514p.

KRAMER, P. J.; KOZLOWSKI, T. T. **Physiology of Trees**. U.S.A.: McGraw-Hill Book Company, Inc., 1960. 642p.

KRAMER, P. J.; KOZLOWSKI, T. T. **Fisiologia das Árvores**. Lisboa, Portugal: Fundação Calouste Gulbenkian, 1972. 745p. Tradução de Paulo Manuel Azevedo Gomes.

LAZARETTI, D. S. **Qualidade da Madeira e Rentabilidade na Produção de *Pinus taeda* L. visando Múltiplos Mercados**. 130 p. Dissertação. Universidade Federal de Santa Maria, Centro de Ciências Rurais, Santa Maria, Rio Grande do Sul, 2007.

LEAL, J. P. E. **Comparación del aprovechamiento y calidad de madera aserrada de *Pinus radiata* D.Don, entre dos tipos de trozas podadas**. Tesis para optar al Título de Ingeniero Forestal. Universidad Austral de Chile, Valdivia, Chile, 2003. Disponível em <http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2003/fife.64c/html/index-frames.html>. Acesso em 17/08/2008.

LIMA, R. T. **Avaliação Econômica de florestas plantadas de *Pinus taeda* na região sul do Brasil**. 187 p. Monografia para Especialização em Gestão Econômica de Negócios. FAE Business School (Faculdade de Administração e Economia),

Curitiba, Paraná, dez. 2006. Não publicado.

MAF - Ministry of Agriculture and Forestry of New Zealand. Forestry Statistics.

**Indicative New Zealand Radiata Pine Log Prices.** Disponível em:

<http://www.maf.govt.nz/forestry/statistics/logprices>. Acesso em 03/05/2009.

MANCINI, J.C.M.de O. **Mercado de madeira *clear*.** Mensagem de trabalho.

Mensagem recebida por: [denisejc@hotmail.com](mailto:denisejc@hotmail.com), em: 30/11/2008.

MENESES, M.; GUZMAN, S. Análisis de la eficiencia de la silvicultura destinada a la obtención de madera libre de nudos em plantaciones de pino radiata em Chile.

**Bosque**, Valdivia, Chile, v.21, n.2, p.85-93, 2000. Disponível em

<http://mingaonline.uach.cl/pdf/bosque/v21n2/art07.pdf>. Acesso em 05/01/2009.

MONTAGNA, R. G.; FERNANDES, P. de S.; ROCHA, F. T.; FLORSHEIM, S. M. B.; COUTO, H. T. Z. Influência da Desrama Artificial sobre o Crescimento e a Densidade Básica da Madeira de *Pinus elliottii* var. *elliottii*. **Série Técnica IPEF**, Piracicaba, São Paulo, v.9, n.27, p.35 – 46, Ago.1993. Disponível em

<http://www.ipef.br/publicacoes/stecnica/nr27/cap03.pdf>. Acesso em 10/12/2008.

OBINO, C. R.; MENEZES, L. F. Manejo de florestas para serraria nas empresas nacionais: algumas experiências de manejo de eucalipto para serraria. In:

SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE UTILIZAÇÃO DA MADEIRA DE EUCALIPTO PARA SERRARIA, 1995, São Paulo. **Anais**. p. 140 a 146. IPT São Paulo SP IPEF.

Disponível em [http://www.ipef.br/publicacoes/seminario\\_serraria/cap14.pdf](http://www.ipef.br/publicacoes/seminario_serraria/cap14.pdf). Acesso em 25/10/2009.

PARK, J. C. Pruned Log Index. **New Zealand Journal of Forestry Science**, Rotorua, New Zealand, v.19, n. 1, p.41-53, 1989.

PEREIRA, J. C. D.; AHRENS, S. Efeito da Desrama sobre a Espessura e a Densidade da Madeira dos Anéis de Crescimento de *Pinus taeda* L. **Bol. Pesq. Fl.**, Colombo, Paraná, n.46, p. 47-56, jan/jun 2003. Disponível em [http://www.cnpf.embrapa.br/publica/boletim/boletarqv/bolet46/pag-47\\_56.pdf](http://www.cnpf.embrapa.br/publica/boletim/boletarqv/bolet46/pag-47_56.pdf). Acesso em 10/12/2008.

PLI: Conceptos básicos y aplicaciones. Curso rápido para supervisores integrales. Apresentação em arquivo PDF, não publicado. (Presentacion PLI.pdf).

POLZL, W. B. **Eficiência Produtiva e Econômica do Segmento Industrial da Madeira Compensada no Estado do Paraná**. 114 p. Dissertação. Universidade Federal do Paraná, Setor de Ciências Agrárias, Curitiba, Paraná, 2002. Disponível em: <http://www.ipef.br/servicos/teses/arquivos/polzl,wb.pdf>. Acesso em 01/12/2008.

REZENDE, J. L. P.; OLIVEIRA, A. D. **Análise econômica e social de projetos florestais**. Viçosa, Minas Gerais: UFV, 2001. 389 p.

RIVERA, H. Ordenamento territorial de áreas florestais utilizando avaliação multicritério apoiada por geoprocessamento, fitossociologia e análise multivariada. 257 p. Dissertação. Universidade Federal do Paraná, Setor de Ciências Agrárias, Curitiba, Paraná, 2007. Disponível em <http://dspace.c3sl.ufpr.br:8080/dspace/bitstream/1884/10395/1/hrivera.pdf>. Acesso em 12/10/2009.

SCHNEIDER, P. R.; FINGER, C. A. G.; HOPPE, J. M. Efeito da Intensidade de Desrama na Produção de *Pinus elliottii* Engelm., implantado em solo pobre, no estado do Rio Grande do Sul. **Ciência Florestal**, Santa Maria, Rio Grande do Sul, v.9, n.1, p. 35-46, 1999. Disponível em <http://www.ufsm.br/cienciaflorestal/artigos/v9n1/art5v9n1.pdf>. Acesso em 10/12/2008.

SCHOELZKE, D. La poda en una plantación de *Pinus elliottii*. **Revista de Ciencias Forestales – Quebracho** n. 10, p.26-38 – Santiago del Estero, Argentina, Dezembro 2003. Disponível em <http://fcf.unse.edu.ar/pdf/Quebracho/q10-03-schoelske.pdf>. Acesso em 27/06/2007.

SCS – SCIENTIFIC CERTIFICATION SYSTEMS. **Avaliação do Manejo das Plantações florestais e da Cadeia de Custódia desde a floresta até a saída do produto do processo de re-certificação de 5 anos da Florestal Vale do Corisco Ltda. no Estado do Paraná - Brasil**. Emeryville,USA, 2006. 53p. Disponível em [http://www.scscertified.com/PDFS/forest\\_pisa\\_port.pdf](http://www.scscertified.com/PDFS/forest_pisa_port.pdf). Acesso em 15/12/2008.

SEITZ, R. A. **Crítérios para a Seleção de um regime de podas de *Pinus taeda* L. no sul do Brasil**. 77p. Tese. Universidade Federal do Paraná, Setor de Ciências Agrárias, Curitiba, Paraná, 2000.

SEITZ, R. A. Manual de Poda de Espécies Arbóreas Florestais. In 1º CURSO EM TREINAMENTO SOBRE PODA EM ESPÉCIES ARBÓREAS FLORESTAIS E DE ARBORIZAÇÃO URBANA, 1996. Piracicaba, São Paulo, Ipef/USP. Curitiba, Paraná, FUPEF, 1995. 56 p. Disponível em [http://www.ipef.br/publicacoes/curso\\_arborizacao\\_urbana/cap08.pdf](http://www.ipef.br/publicacoes/curso_arborizacao_urbana/cap08.pdf). Acesso em 27/06/2007.

SILVA, M. L.; FONTES, A. A. Discussão sobre os critérios de avaliação econômica: valor presente líquido (VPL), valor anual equivalente (VAE) e valor esperado da terra (VET). **Revista Árvore**, Viçosa, Minas Gerais, v. 29, n. 6, p. 931-936, nov./dez. 2005. Disponível em <http://www.scielo.br/pdf/rarv/v29n6/a12v29n6.pdf>. Acesso em 02/02/2009.

SILVA, M. L. da; JACOVINE, L. A. G.; VALVERDE, S. R. **Economia Florestal**. 2ª edição. Viçosa, Minas Gerais: UFV, 2005. 178p.

SILVICONCONSULT. Preço de Madeira de Pinus. **Radar Silviconsult**: Curitiba, Paraná, edição 1, p. 14-15, 11/2008.

SMARTWOOD E IMAFLORA (2009). **Resumo público de certificação FSC Programa Smartwood de Flosul Indústria e Comércio de Madeiras Ltda em Capivari do Sul, Rio Grande do Sul, Brasil**. Piracicaba – SP, 2009. 33 p. Disponível em <http://www.imaflora.org/arquivos/FlosulFMpublicsum09.pdf>. Acesso em 12/10/2009.

STOHR, G. W. D.; EMERENCIANO, D. B.; FABER, J. **Influência da Poda Verde no Incremento em Altura, Diâmetro e Volume de um Povoamento de *Pinus taeda* com 8 Anos de Idade no Sul do Brasil**. Curitiba, Paraná: FUPEF, 1982. Série Técnica n. 10. 57p.

## **ANEXOS**

- I - Coeficientes dos polinômios ajustados para processamento do inventário
- II - Gráficos comparativos do perfil das árvores podadas e não podadas

## Anexo I - Coeficientes dos polinômios ajustados para processamento do inventário

Espécie / Local	Idade (anos)	Número de árvores	dap (cm)			h (m)			bo	Expoentes do polinômio de quinto grau					R <sup>2</sup> ajustado	F	erro
			médio	mínimo	máximo	média	mínima	máxima		1	2	3	4	5			
<i>P. taeda</i> Moquem podado	19	17	38,4	29,3	47,4	21,5	18,9	23,4	1,199564	-4,06418	18,18914	-37,13183	31,52573	-9,72204	0,98516	3.823,92	0,04586
<i>P. elliotii</i> podado	24	20	31,8	25,8	37,9	22,0	20,1	23,2	1,237957	-5,09472	25,15332	-54,48112	51,05341	-17,88731	0,95752	1.529,40	0,07558
<i>P. taeda</i> Moquem não podado	17 a 25	42	29,9	16,5	44,4	21,2	12,2	27,0	1,234857	-4,74690	22,24979	-48,39915	45,48201	-15,82849	0,98061	7.212,44	0,05244
<i>P. taeda</i> Ouro Verde não podado	20 a 25	25	32,4	24,1	47,6	24,9	15,2	29,6	1,212335	-4,67379	21,48911	-45,73959	42,26843	-14,56587	0,98376	5.138,81	0,04667

Equação:

$$\frac{d_i}{dap} = b_0 + b_1 \times \frac{h_i}{h_t} + b_2 \times \left(\frac{h_i}{h_t}\right)^2 + b_3 \times \left(\frac{h_i}{h_t}\right)^3 + b_4 \times \left(\frac{h_i}{h_t}\right)^4 + b_5 \times \left(\frac{h_i}{h_t}\right)^5$$

onde:

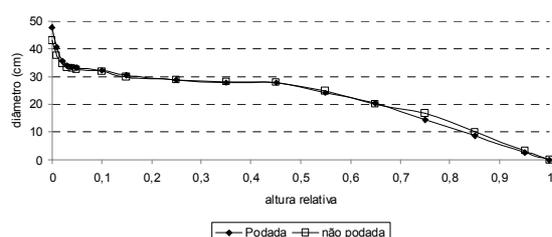
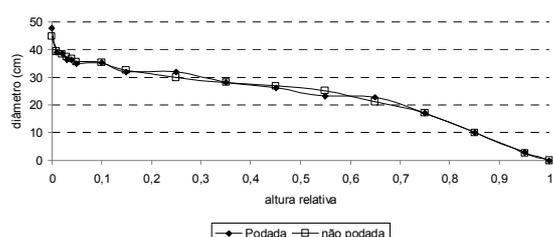
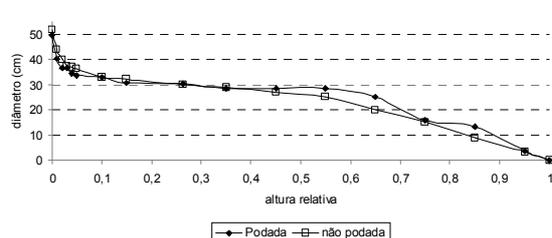
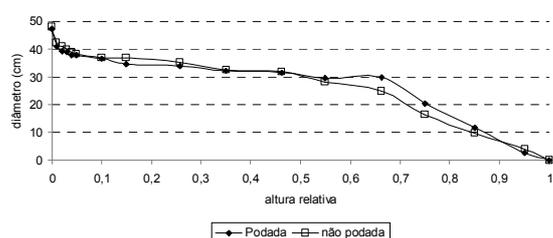
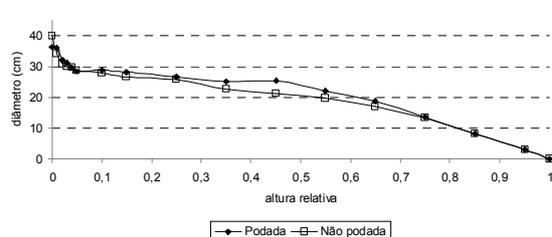
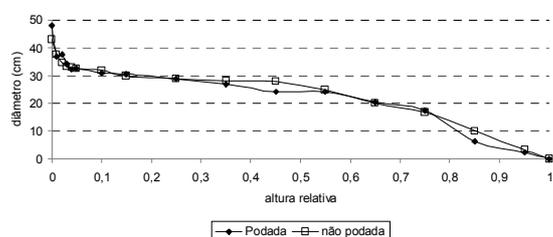
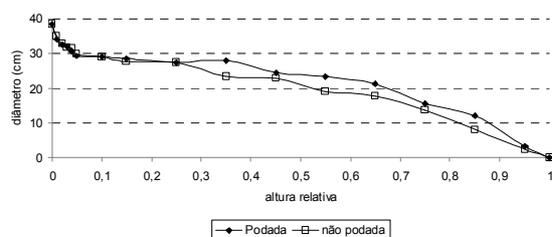
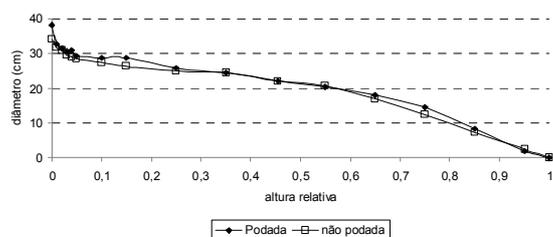
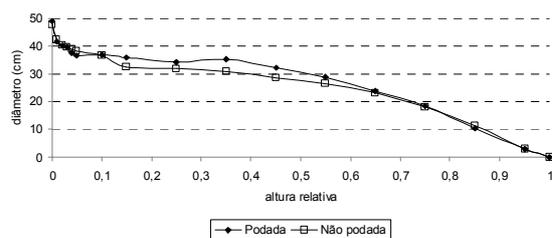
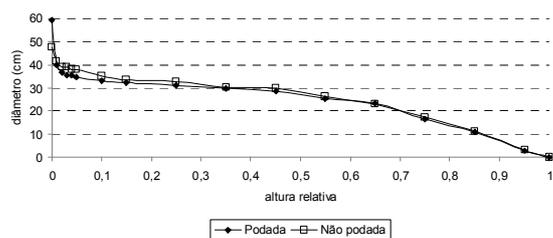
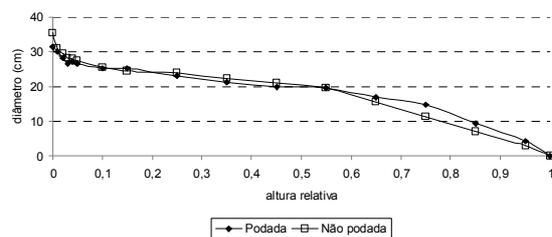
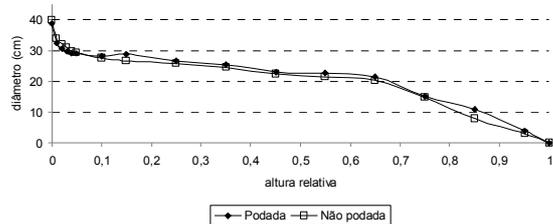
$h_i$  = altura nas seções relativas à altura total de cada árvore cubada

$h_t$  = altura total

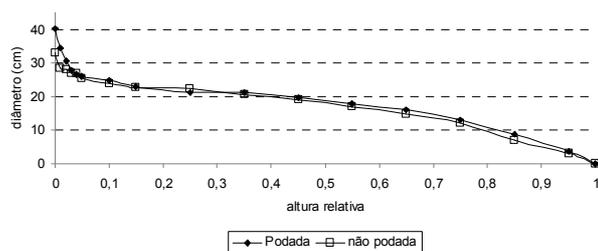
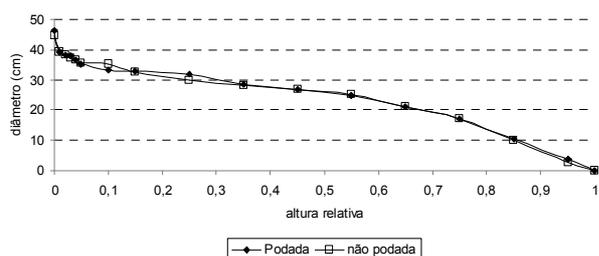
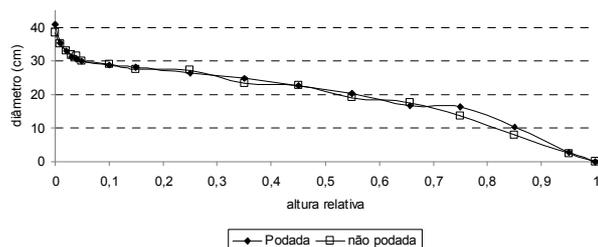
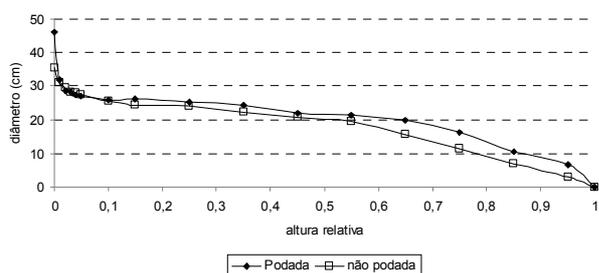
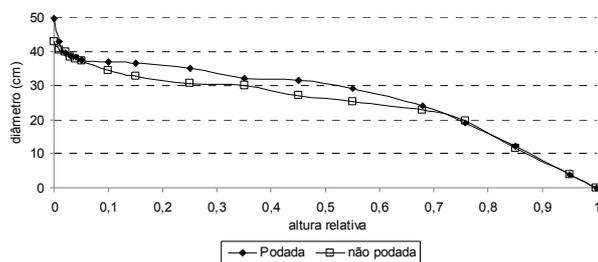
$d_i$  = diâmetro na seção relativa

dap = diâmetro a 1,30m

## Anexo II Gráficos comparativos do perfil das árvores podadas e não podadas *Pinus elliottii*



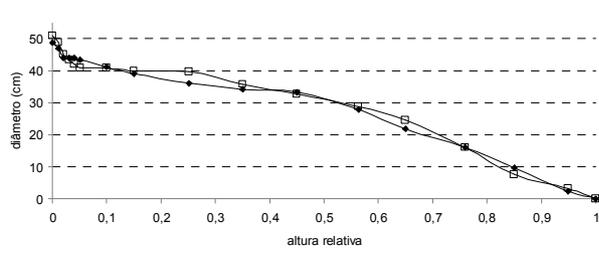
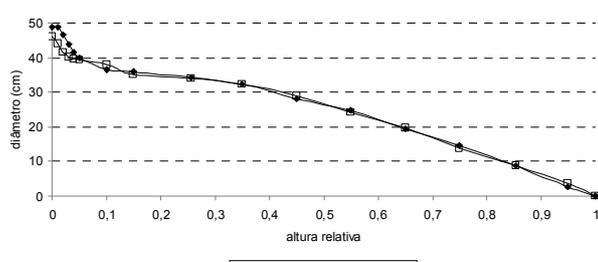
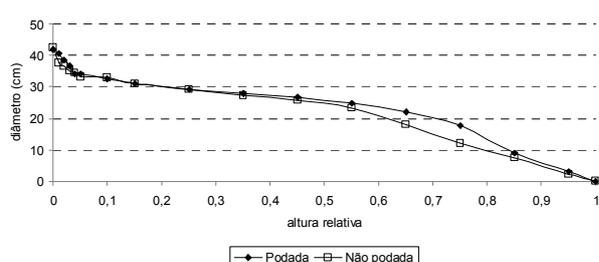
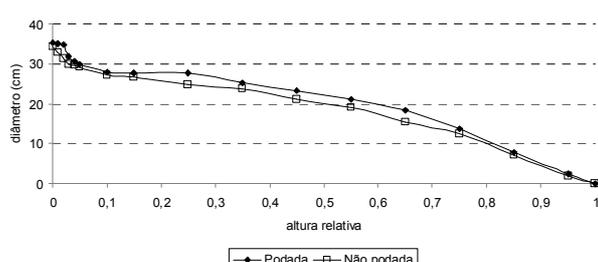
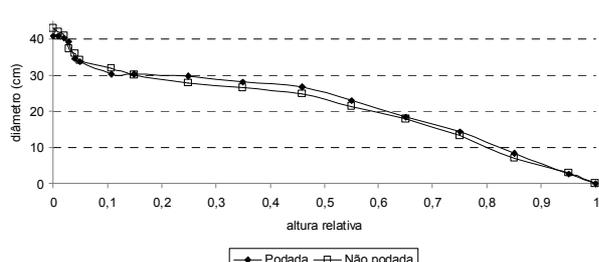
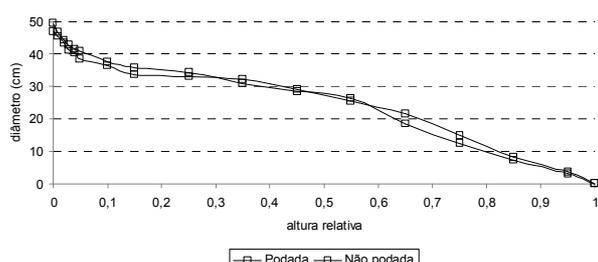
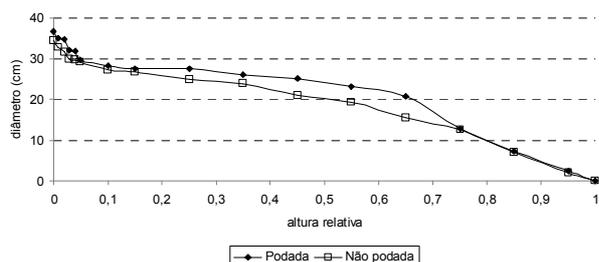
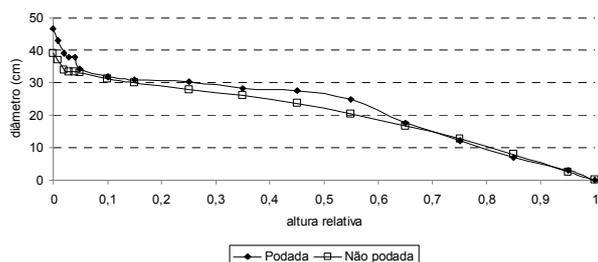
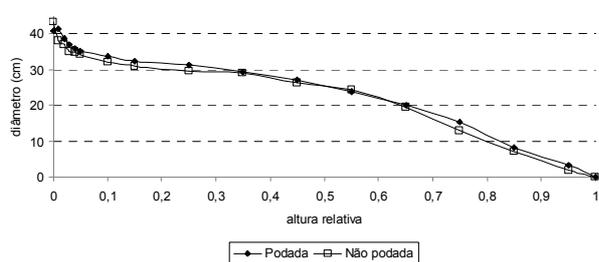
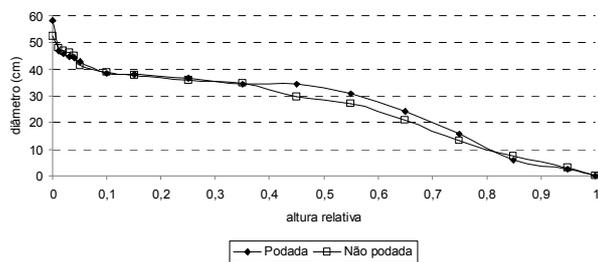
## Anexo II Gráficos comparativos do perfil das árvores podadas e não podadas *Pinus elliottii*



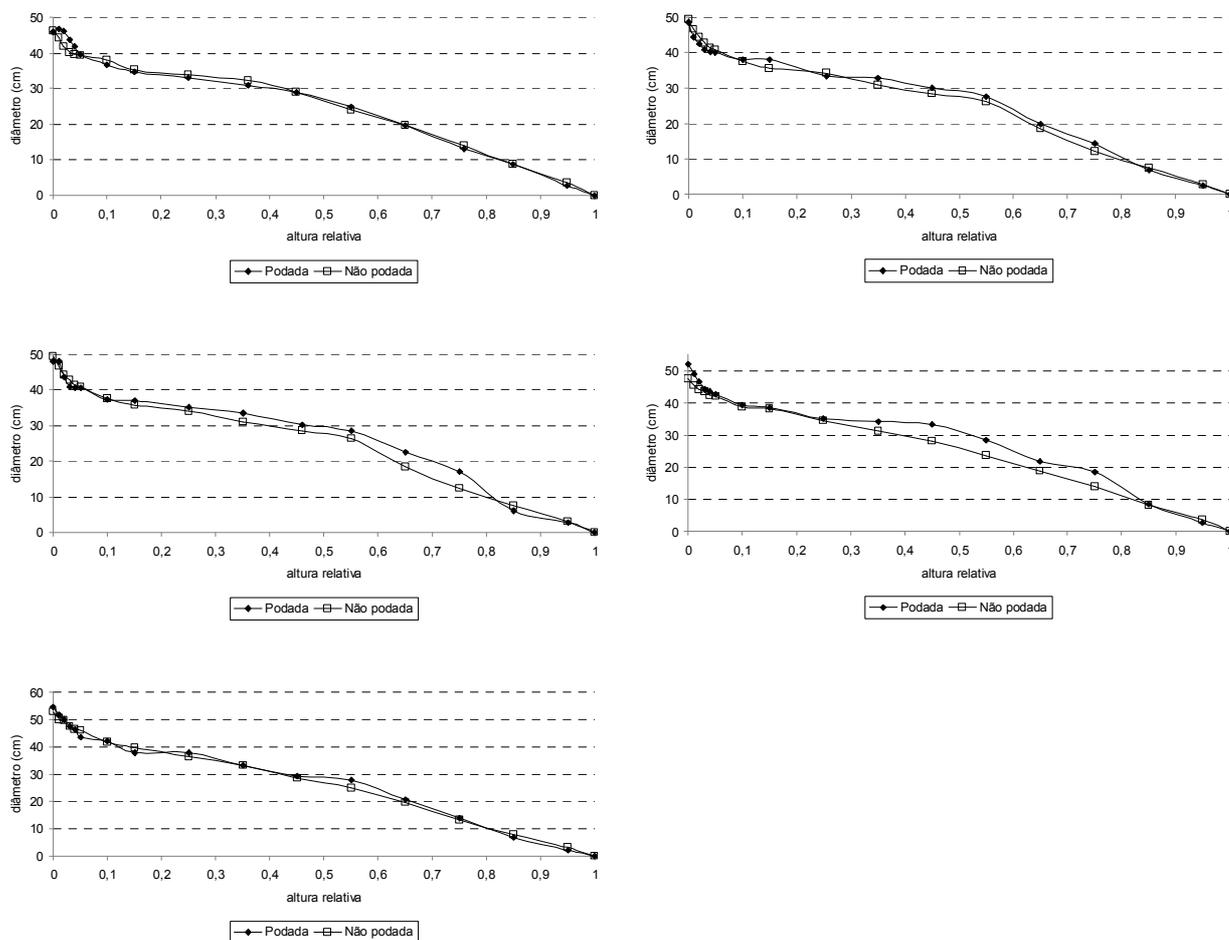
## Diâmetro e altura das árvores podadas em comparação com árvores não podadas *Pinus elliottii*

Árvore	Árvores podadas			Árvores não podadas		
	dap (cm)	h (m)	h/dap	dap (cm)	h (m)	h/dap
1	29,0	22,7	0,78298	29,2	22,9	0,78425
2	26,7	20,6	0,77044	26,6	21,3	0,80075
3	34,4	22,4	0,65159	35,1	22,2	0,63248
4	36,6	22,6	0,61848	37,6	23,6	0,62766
5	28,6	20,1	0,70162	28,5	19,0	0,66667
6	29,3	21,0	0,71710	29,5	21,5	0,72881
7	32,5	22,8	0,70224	32,5	23,2	0,71385
8	28,6	21,7	0,75747	28,6	21,8	0,76224
10	37,9	22,5	0,59400	38,2	22,0	0,57592
12	33,4	21,6	0,64627	35,1	21,9	0,62393
13	35,7	22,8	0,63954	35,5	22,8	0,64225
14	33,4	23,2	0,69414	32,5	23,2	0,71385
15	37,2	23,1	0,62026	36,6	23,9	0,65301
17	27,1	22,0	0,81312	26,6	21,3	0,80075
18	30,6	21,6	0,70686	29,5	21,5	0,72881
19	36,6	23,0	0,62832	35,5	22,8	0,64225
20	25,8	21,0	0,81255	25,1	20,7	0,82470

## Anexo II Gráficos comparativos do perfil das árvores podadas e não podadas *Pinus taeda*



## Anexo II Gráficos comparativos do perfil das árvores podadas e não podadas *Pinus taeda*



### Diâmetro e altura das árvores podadas em comparação com árvores não podadas *Pinus taeda*

Árvore	Árvores podadas			Árvores não podadas		
	dap (cm)	h (m)	h/dap	dap (cm)	h (m)	h/dap
1	40,7	20,0	0,49087	39,5	20,1	0,50886
2	34,7	20,7	0,59661	33,7	19,7	0,58457
3	32,8	20,8	0,63442	32,5	20,8	0,64000
4	29,9	20,8	0,69516	29,6	20,8	0,70270
5	38,5	21,6	0,56003	39,8	22,6	0,56784
7	34,1	22,2	0,65181	34,0	22,7	0,66765
8	29,3	20,6	0,70344	29,6	20,8	0,70270
9	33,4	18,9	0,56549	33,0	18,5	0,56061
10	39,5	22,9	0,58018	38,2	22,1	0,57853
11	42,7	22,8	0,53454	41,1	22,4	0,54501
12	38,5	22,2	0,57639	38,2	22,1	0,57853
13	40,7	22,7	0,55641	39,8	22,6	0,56784
14	39,5	22,2	0,56245	39,8	22,6	0,56784
15	41,7	21,5	0,51656	41,4	21,7	0,52415
16	45,2	22,4	0,49558	45,2	22,5	0,49779