

RUDI ARNO SEITZ

**CRITÉRIOS PARA A SELEÇÃO DE UM REGIME DE PODAS  
DE *Pinus taeda* L. NO SUL DO BRASIL**

Tese apresentada ao Departamento de Ciências Florestais, Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, como requisito parcial do Concurso Público de Provas e Títulos para o provimento de Cargo de Magistério Superior classe Professor Titular.

CURITIBA

2000

## **AGRADECIMENTOS**

Desejo agradecer neste momento ao Prof.Dr.Jürgen Huss, da Universidade Albert-Ludwig, de Freiburg, Alemanha pela cooperação e instalação de um dos experimentos de poda (área I), e principalmente ao Eng.Agr. Emilio Einsfeld Filho, proprietário da Fazenda Guamirim em Campo Belo do Sul (SC), local em que foi instalado o experimento, pelo seu irrestrito apoio e investimento nesta pesquisa, mesmo sabendo que um dia os resultados seriam de domínio público. Ao sr.Valdir Diehl Ribeiro, companheiro de medições, meus sinceros agradecimentos pelo auxílio e gerenciamento responsável dos tratos silviculturais, permitindo a manutenção desta área de pesquisa durante 14 anos sem interferências que prejudicassem os resultados. Aos inumeráveis funcionários das Fazendas Guamirim-Gateados e alunos estagiários, alemães e brasileiros, que atuaram na área, desejo expressar meu sentimento de gratidão, com a certeza de que seu trabalho irá beneficiar um sem número de proprietários rurais, futuros produtores de madeira de alta qualidade.

## SUMÁRIO

<b>LISTA DE FIGURAS</b> .....	iv
<b>LISTA DE GRÁFICOS</b> .....	iv
<b>LISTA DE QUADROS</b> .....	viii
<b>RESUMO</b> .....	xi
<b>ABSTRACT</b> .....	xii
<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	1
<b>2. CONCEITOS MAIS IMPORTANTES</b> .....	4
<b>2.1 DESRAMA NATURAL</b> .....	5
<b>2.2 COMPARTIMENTALIZAÇÃO</b> .....	7
<b>2.3 PODA VERDE E PODA SECA</b> .....	9
<b>2.4 NÓ VIVO E NÓ MORTO</b> .....	9
<b>2.5 NÚCLEO NODOSO</b> .....	11
<b>2.6 A GRÃ DESVIADA</b> .....	13
<b>3. REAÇÕES DAS ÁRVORES PODADAS</b> .....	14
<b>3.1 O CRESCIMENTO DAS ÁRVORES</b> .....	15
<b>3.2 A CARACTERÍSTICA DA COPA DE <i>Pinus taeda</i> E SEU EFEITO     SOBRE O CRESCIMENTO</b> .....	17
<b>3.2.1 Teste de alturas de poda</b> .....	17
<b>3.2.2 Características das árvores antes da poda</b> .....	17
<b>3.3 A NECESSIDADE DA PODA</b> .....	22
<b>3.4 EFEITO DA PODA SOBRE O CRESCIMENTO</b> .....	22
<b>3.4.1 Crescimento em altura e diâmetro</b> .....	24
<b>3.4.2 Avaliação dos tratamentos</b> .....	32
<b>3.5 EFEITOS A LONGO PRAZO</b> .....	33
<b>3.5.1 Experimento de poda deixando distintas proporções de copa</b> .....	33
<b>3.5.2 Interação entre desbaste e poda</b> .....	36
<b>3.5.3 Crescimento em altura</b> .....	39
<b>3.5.4 Crescimento em diâmetro</b> .....	40
<b>3.5.5 Alteração da forma</b> .....	48
<b>3.5.6 Produção de madeira</b> .....	51
<b>3.5.7 Altura do toco no corte final</b> .....	53
<b>4. ANÁLISE ECONÔMICA DA PODA</b> .....	56
<b>4.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS</b> .....	57
<b>4.2 CUSTOS DA PODA</b> .....	58
<b>4.3 REGIMES DE PODAS TESTADOS</b> .....	64
<b>4.4 ANÁLISE ECONÔMICA</b> .....	66
<b>4.5 AVALIAÇÃO DA RENTABILIDADE DOS REGIMES DE PODA</b> .....	70
<b>5. CONCLUSÕES</b> .....	72
<b>6. REFERÊNCIAS</b> .....	75

## LISTA DE FIGURAS

- FIGURA 1 – CORTE LONGITUDINAL DE UMA BROTAÇÃO TERMINAL E LATERAL DE *Quercus robur*, MOSTRANDO A ZONA DE RUPTURA, CARACTERIZADA PELO ADELGAÇAMENTO DOS VASOS E SEU ENVOLVIMENTO COM CÉLULAS PARENQUIMÁTICAS (DE BÖHLMANN, 1970 a)..... 6
- FIGURA 2 – CORTE RADIAL DE UM TRONCO DE *Pinus taeda*, MOSTRANDO O NÓ DA BASE DE UM GALHO QUEBRADO NATURALMENTE..... 11
- FIGURA 3 – PERFIL DO NÚCLEO NODOSO NO INTERIOR DO TRONCO DE UMA ÁRVORE..... 12

## LISTA DE GRÁFICOS

- GRÁFICO 1 - CRESCIMENTO DA ALTURA DE *Pinus taeda*, EM SOLO DE CAMPO, ATÉ OS 10 ANOS DE IDADE, COMPARADO COM A CURVA DE ÍNDICE DE SÍTIO (IS 25), DE SCOLFORO E MACHADO (1988), COM DEFASAGEM DE UM ANO ..... 16
- GRÁFICO 2 - CRESCIMENTO DOS DIÂMETROS DE *Pinus taeda* EM TRÊS ALTURAS, DE ÁRVORES NÃO PODADAS, NA ESTAÇÃO EXPERIMENTAL DO CANGUIRI, EM COMPARAÇÃO COM UMA ÁRVORE NÃO PODADA DE CAMPO BELO DO SUL (ÁRVORE sc), NO MESMO ESPAÇAMENTO E COM A MESMA IDADE..... 16
- GRÁFICO 3 - DISTRIBUIÇÃO DOS DIÂMETROS MÉDIOS QUADRÁTICOS DOS GALHOS EM FUNÇÃO DA ALTURA DO TRONCO DE *Pinus taeda*, AOS 4 ANOS DE IDADE..... 19
- GRÁFICO 4 – DISTRIBUIÇÃO DAS SOMATÓRIAS DAS ÁREAS TRANSVERSAIS DOS GALHOS POR VERTICILO, EM FUNÇÃO DA ALTURA NO TRONCO DE *Pinus taeda*, AOS 4 ANOS DE IDADE..... 20
- GRÁFICO 5 - RELAÇÃO ENTRE O COMPRIMENTO DO MAIOR GALHO E SEU DIÂMETRO, EM *Pinus taeda*, AOS 4 ANOS DE IDADE.  $F = 11,456$ ,  $P = 0.003$  ..... 21

GRÁFICO 6 -	INCREMENTO CORRENTE ANUAL DAS ALTURAS DE <i>Pinus taeda</i> EM FUNÇÃO DE QUATRO TRATAMENTOS DE PODA, AOS 4 ANOS DE IDADE. TRATAMENTOS: 1-TESTEMUNHA, SEM PODA; 2 – PODA ATÉ 2,7 M DE ALTURA; 3 – PODA DOS GALHOS INFERIORES, ATÉ RESTAR UMA COPA DE 3 M DE COMPRIMENTO; 4 – PODA ATÉ A ALTURA EM QUE O TRONCO TEM 5 CM DE DIÂMETRO.....	25
GRÁFICO 7 -	INCREMENTO CORRENTE ANUAL DO DAP DE <i>Pinus taeda</i> EM FUNÇÃO DE QUATRO TRATAMENTOS DE PODA, AOS 4 ANOS DE IDADE. TRATAMENTOS: 1-TESTEMUNHA, SEM PODA; 2 – PODA ATÉ 2,7 M DE ALTURA; 3 – PODA DOS GALHOS INFERIORES, ATÉ RESTAR UMA COPA DE 3 M DE COMPRIMENTO; 4 – PODA ATÉ A ALTURA EM QUE O TRONCO TEM 5 CM DE DIÂMETRO.....	25
GRÁFICO 8 -	EFEITO DO COMPRIMENTO DA COPA REMANESCENTE APÓS A PODA, SOBRE A ALTURA APÓS 12 MESES, DE <i>Pinus taeda</i> , PODADO AOS 4 ANOS DE IDADE .....	28
GRÁFICO 9 -	INCREMENTO CORRENTE ANUAL DO DAP EM FUNÇÃO DO COMPRIMENTO DAS COPAS DE <i>Pinus taeda</i> APÓS A PODA AOS 4 ANOS .....	28
GRÁFICO 10-	RELAÇÃO ENTRE O COMPRIMENTO RELATIVO DE COPA REMANESCENTE APÓS A PODA, E O INCREMENTO CORRENTE ANUAL DO DAP, EM <i>Pinus taeda</i> AOS 4 ANOS ..	29
GRÁFICO 11-	INCREMENTO CORRENTE ANUAL DO DAP EM FUNÇÃO DO NÚMERO DE VERTICILLOS DE GALHOS REMANESCENTES APÓS A PODA DE <i>Pinus taeda</i> , AOS 4 ANOS .....	30
GRÁFICO 12-	INCREMENTO CORRENTE ANUAL DO DAP DE <i>Pinus taeda</i> EM FUNÇÃO DO NÚMERO DE GALHOS REMANESCENTE NA ÁRVORE APÓS OS TRATAMENTOS DE PODA AOS 4 ANOS.....	31
GRÁFICO 13-	INCREMENTO CORRENTE ANUAL DO DAP DE <i>Pinus taeda</i> EM FUNÇÃO DA ÁREA TRANSVERSAL DOS GALHOS REMANESCENTES NA ÁRVORE APÓS OS TRATAMENTOS DE PODA AOS 4 ANOS.....	32
GRÁFICO 14-	ALTURAS DAS ÁRVORES E DAS BASES DAS COPAS VERDES, APÓS A PODA DE <i>Pinus taeda</i> , AOS 4,5 E 6 ANOS DE IDADE. CÓDIGO DA LEGENDA: alt – ALTURAS; bcv – BASE DA COPA VERDE; DEMAIS LETRAS (Aa, Ba, etc.) VER EXPLICAÇÃO NO TEXTO. ÁREA COM DESBASTE .....	36

GRÁFICO 15-	CRESCIMENTO EM ALTURA DE <i>Pinus taeda</i> , EM FUNÇÃO DA PODA E DO DESBASTE DO POVOAMENTO. AaD – SEM PODA, DESBASTADO; AaS – SEM PODA E SEM DESBASTE; DcD – PODA TOTAL, COM DESBASTE; DcS – PODA TOTAL, SEM DESBASTE .....	37
GRÁFICO 16-	CRESCIMENTO EM DIÂMETRO DE <i>Pinus taeda</i> , COM E SEM DESBASTE, COM E SEM DESBASTE. AaD – SEM PODA, DESBASTADO; AaS – SEM PODA, SEM DESBASTE; DcD – PODA TOTAL E DESBASTE; DcS – PODA TOTAL, SEM DESBASTE .....	38
GRÁFICO 17-	CRESCIMENTO EM ALTURA DE <i>Pinus taeda</i> , EM FUNÇÃO DO NÚMERO DE VERTICILLOS REMANESCENTES APÓS A PODA .....	39
GRÁFICO 18-	INCREMENTO EM ALTURA (ICA) DE <i>Pinus taeda</i> EM FUNÇÃO DO COMPRIMENTO DE COPA REMANESCENTE APÓS A PODA, AOS 4, 5 E 6 ANOS DE IDADE .....	41
GRÁFICO 19-	INCREMENTO EM ALTURA (ICA) DE <i>Pinus taeda</i> EM FUNÇÃO DO COMPRIMENTO DE COPA RELATIVO REMANESCENTE APÓS A PODA, AOS 4, 5 E 6 ANOS DE IDADE .....	42
GRÁFICO 20-	INCREMENTO EM DAP (ICA) DE <i>Pinus taeda</i> EM FUNÇÃO DO NÚMERO DE VERTICILLOS REMANESCENTE APÓS A PODA, AOS 4, 5 E 6 ANOS DE IDADE .....	43
GRÁFICO 21-	INCREMENTO EM DAP (ICA) DE <i>Pinus taeda</i> EM FUNÇÃO DO COMPRIMENTO DE COPA REMANESCENTE APÓS A PODA, AOS 4, 5 E 6 ANOS DE IDADE .....	45
GRÁFICO 22-	INCREMENTO EM DAP (ICA) DE <i>Pinus taeda</i> EM FUNÇÃO DO COMPRIMENTO DE COPA RELATIVO REMANESCENTE APÓS A PODA, AOS 4, 5 E 6 ANOS DE IDADE .....	46
GRÁFICO 23-	INCREMENTO DO DAP (ICA) DE <i>Pinus taeda</i> EM FUNÇÃO DA COPA VERDE REMOVIDA NA PODA, AOS 5 E 6 ANOS DE IDADE .....	47
GRÁFICO 24-	CRESCIMENTO DO DIÂMETRO (DAP) DE <i>Pinus taeda</i> DURANTE 14 ANOS APÓS 5 REGIMES DE PODA, EM ÁREA COM DESBASTE PESADO. MÉDIAS DE 5 ÁRVORES.....	49

GRÁFICO 25-	DIFERENÇAS DE DAP (DELTA DAP) EM FUNÇÃO DA IDADE, ENTRE ÁRVORES DE <i>Pinus taeda</i> SUBMETIDAS A 3 REGIMES DIFERENTES DE PODA, EM ÁREA COM DESBASTE PESADO. MÉDIAS DE 5 ÁRVORES .....	49
GRÁFICO 26-	VARIAÇÃO DO AFILAMENTO DO TRONCO DE <i>Pinus taeda</i> , EM FUNÇÃO DO REGIME DE PODAS E DO DAP AOS 18 ANOS DE IDADE. AFILAMENTO: DIMINUIÇÃO DO DIÂMETRO DA TORA, POR METRO LINEAR, ENTRE 1,3 M E 5,5 M DE ALTURA.....	51
GRÁFICO 27-	RELAÇÃO ENTRE O DAP AOS 8 ANOS DE IDADE E O VOLUME DE MADEIRA COM CASCA PRODUZIDO NA BASE DO TRONCO (0 A 5 M) EM FUNÇÃO DE 5 REGIMES DE PODA APLICADOS DOS 4 AOS 6 ANOS DE IDADE EM <i>Pinus taeda</i> .....	54
GRÁFICO 28-	RELAÇÃO DA DISTÂNCIA ENTRE A ALTURA DO CORTE E O DAP (DELTA DAP) EM FUNÇÃO DO DAP DE <i>Pinus taeda</i> , AOS 19 ANOS DE IDADE .....	55

## LISTA DE QUADROS

QUADRO 1 -	QUANTIDADE DE LÂMINAS PRODUZIDAS EM TORAS DE 48 CM DE DIÂMETRO, COM NÚCLEOS NODOSOS DE 16 E 24 CM RESPECTIVAMENTE .....	13
QUADRO 2 -	CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS DE <i>Pinus taeda</i> , AOS 4 ANOS DE IDADE.....	18
QUADRO 3 -	DIÂMETROS DOS MAIORES GALHOS DE <i>Pinus taeda</i> , DE ACORDO COM O ESPAÇAMENTO E ALTURA NO TRONCO, AOS 5 ANOS DE IDADE.....	21
QUADRO 4 -	CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS DAS ÁRVORES DE <i>Pinus taeda</i> APÓS A APLICAÇÃO DE 4 TRATAMENTOS DE ALTURA DE PODA: TEST - TESTEMUNHA SEM PODA; 2,7 – PODA ATÉ 2,7 M DE ALTURA; 3 M - COPA VERDE REMANESCENTE DE 3 M; > 5 CM - PODA DE TODOS OS GALHOS ENQUANTO O TRONCO TIVER MAIS DE 5 CM DE DIÂMETRO.....	23
QUADRO 5 -	MÉDIAS DOS INCREMENTOS EM ALTURA E DIÂMETRO DE <i>Pinus taeda</i> , SUBMETIDOS A QUATRO TRATAMENTOS DE PODA, COM ANÁLISE DE COVARIÂNCIA.....	24
QUADRO 6 -	MATRIZ DE CORRELAÇÕES ENTRE AS VARIÁVEIS DE COPA DE <i>Pinus taeda</i> E O CRESCIMENTO DO DIÂMETRO (DOS 4 AOS 6 ANOS) E DA ALTURA, DOS 4 AOS 5 ANOS DE IDADE. LISTADOS APENAS OS COEFICIENTES DE CORRELAÇÃO SIGNIFICANTES (P < 0.05).....	26
QUADRO 7 -	DESCRIÇÃO DOS TRATAMENTOS DE PODA APLICADOS EM <i>Pinus taeda</i> NA ÁREA I, CAMPO BELO DO SUL (SC).....	34
QUADRO 8 -	ALTURAS DA BASE DA COPA (M), APÓS CADA TRATAMENTO DE PODA, DOS 4 AOS 7 ANOS, DE <i>Pinus taeda</i> .....	35
QUADRO 9 -	COMPARAÇÃO DAS MÉDIAS DO GRAU DE AFILAMENTO DAS TORAS DE <i>Pinus taeda</i> , AOS 18 ANOS, EM FUNÇÃO DOS TRATAMENTOS DE PODA REALIZADOS AOS 4, 5 E 6 ANOS DE IDADE. TESTE DE COMPARAÇÃO MÚLTIPLA DE DUNCAN. F = 2.65, P = 0.000 .....	50
QUADRO 10 -	VOLUME DE MADEIRA DE DUAS TORAS DE 2,5 M DA BASE DAS ÁRVORES DE <i>Pinus taeda</i> , SEGUNDO OS TRATAMENTOS DE PODA A QUE FORAM SUBMETIDOS .....	52

QUADRO 11 - COMPARAÇÃO DAS MÉDIAS DO VOLUME DA BASE DO TRONCO (0,0 A 5,0 M) DE <i>Pinus taeda</i> , AOS 18 ANOS, EM FUNÇÃO DOS TRATAMENTOS DE PODA REALIZADOS AOS 4, 5 E 6 ANOS DE IDADE. TESTE DE COMPARAÇÃO MÚLTIPLA DE DUNCAN. $F = 3.98$ , $P = 0.000$ .....	53
QUADRO 12 - CÁLCULO DO CUSTO DIÁRIO POR OPERÁRIO, DA MÃO-DE-OBRA E FERRAMENTAS PARA A PODA DE <i>Pinus taeda</i> DE 0,0 A 6,0 M DE ALTURA.....	61
QUADRO 13 - RENDIMENTO E CUSTO DA PODA (R\$/Árvore) POR ALTURA DE PODA, EM <i>Pinus taeda</i> .....	62
QUADRO 14 - CUSTO DE PODA POR HECTARE DE ACORDO COM O NÚMERO DE ÁRVORES DE <i>Pinus taeda</i> PODADAS.....	63
QUADRO 15 - REGIMES DE PODA PARA POVOAMENTOS DE <i>Pinus taeda</i> , E CUSTOS, COM VARIAÇÃO DA IDADE DE PODA, NÚMERO DE ÁRVORES PODADAS E RENDIMENTOS DE PODA .....	65
QUADRO 16 - PRODUÇÃO DE MADEIRA DE <i>Pinus taeda</i> , NO QUARTO DESBASTE E AOS 18-19 ANOS, NAS PRIMEIRAS DUAS TORAS PODADAS DE 2,5 M DE COMPRIMENTO E DIÂMETRO NA PONTA FINA > 30 CM, DE ACORDO COM O REGIME DE DESBASTES.....	66
QUADRO 17 - CÁLCULO DA RENDA DA PODA DE <i>Pinus taeda</i> , DAS TORAS DE 0,0 A 2,5 E 2,5 A 5,0 M DE ALTURA, DO 4º DESBASTE E EM PÉ AOS 18-19 ANOS. VALOR DA MADEIRA PODADA: R\$ 85,00/M <sup>3</sup> ; VALOR DA MADEIRA COM NÓS: R\$ 40,00/M <sup>3</sup> .....	68
QUADRO 18 - CÁLCULO DA RENDA DA PODA DE <i>Pinus taeda</i> , DAS TORAS DE 0,0 A 2,5 M DE ALTURA, DO 4º DESBASTE E EM PÉ AOS 18-19 ANOS. VALOR DA MADEIRA PODADA: R\$ 85,00/M <sup>3</sup> ; VALOR DA MADEIRA COM NÓS: R\$ 40,00/M <sup>3</sup> .....	68
QUADRO 19 - VALOR LÍQUIDO PRESENTE (VLP) DA PODA EM CINCO REGIMES DE PODAS DE <i>Pinus taeda</i> , DE 0 A 5 M DE ALTURA, COM TAXAS DE JUROS ANUAIS DE 6 %, ATÉ OS 18-19 ANOS DE IDADE .....	69

QUADRO 20 - VALOR LÍQUIDO PRESENTE (VLP) DA PODA EM CINCO REGIMES DE PODAS DE <i>Pinus taeda</i> , DE 0 A 2,5 M DE ALTURA, COM TAXAS DE JUROS ANUAIS DE 6 %, ATÉ OS 18-19 ANOS DE IDADE .....	70
QUADRO 21 - COMPARAÇÃO DA RELAÇÃO BENEFÍCIO/CUSTO DE CINCO REGIMES DE PODA DE <i>Pinus taeda</i> , EM DUAS ALTURAS DE PODA E COM TAXAS DE JUROS ANUAIS DE 6 E 12 %, AOS 18-19 ANOS DE IDADE .....	71

## RESUMO

Para a produção de madeira de qualidade de *Pinus taeda*, é necessário realizar o corte dos galhos, denominado poda. A poda deve ser feita no momento adequado para que seja possível a produção do maior volume possível de madeira sem nós. Este momento depende do desenvolvimento das árvores jovens. Com o objetivo de avaliar a reação de árvores de *P.taeda* a diferentes regimes de poda, foram instalados dois experimentos, um no município de Campo Belo do Sul (SC) e outro em Pinhais (PR), em povoamentos jovens de *P.taeda*. Nestes experimentos foram testadas diferentes alturas de podas, em épocas distintas. A medição do crescimento em altura e diâmetro das árvores mostrou efeito pequeno sobre o crescimento em altura, e muito grande sobre o crescimento em diâmetro. Como consequência, a produção de volume fica bastante afetada pela poda. As características das copas mais importantes a serem observadas nas podas são a manutenção de uma copa verde de no mínimo 2 a 3 m de comprimento, equivalentes a no mínimo 50 % da altura da árvore, com diâmetro do tronco na base da copa verde de no mínimo 5 a 6 cm, e no mínimo 15 a 20 galhos dispostos em 6 verticilos, com uma somatória de área transversal de 3000 mm<sup>2</sup>. A poda é uma operação que tem custo reduzido, variando de R\$ 0,02 a R\$ 0,15 por segmento podado. Este custo depende principalmente do custo da mão-de-obra e do rendimento da operação em termos de árvores podadas/operário/dia. O custo da poda por hectare depende do número de árvores podadas, com a ressalva de que as árvores não podadas não podem ser concorrentes com as podadas. A poda deve portanto ser realizada em conjunto com um regime de desbastes adequado, visando eliminar as árvores sem qualidade e concorrentes. O custo da poda capitalizado a 6 % ao ano, permite uma relação benefício/custo de até 33,5 aos 19 anos de idade, dependendo do regime de desbastes. Sugere-se um regime de podas para *Pinus taeda* no Sul do Brasil.

Palavras chave: Silvicultura, tratamentos silviculturais, custo da poda, análise econômica, desbastes

## ABSTRACT

For production of high quality *Pinus taeda* lumber it is necessary to prune the trees. Pruning should be done at the right moment, to allow maximum wood production without knots. This moment depend on the growth of the young trees. Two experiments were installed to test reactions of *P.taeda* to different pruning regimes. One in Campo Belo do Sul (SC) and the other in Pinhais (PR). Main treatments were different pruning heights at different ages. Measurement of height and diameter growth showed little influence of pruning on height growth, but very high on diameter growth. As a consequence, volume production is highly influenced by pruning regimes. During pruning, a 2 to 3 m live crown should be maintained, equivalent to at least 50 % of tree height, with a stem diameter at crown base of at least 5 to 6 cm. Live crown should have not less than 6 branch whorls, with 15 to 20 branches, and a sum of branch cross section area of 3000 mm<sup>2</sup>. Pruning is a low cost operation, costing R\$ 0,02 to R\$ 0,15 per tree and pruned section. Costs are influenced basically by wages for workers and their productivity in terms of pruned trees per day. Cost per hectare of planted area depend on stand density and thinning regime. Trees not pruned should be removed from the stand, due to their competition with the pruned trees. Pruning costs capitalized at 6 % annual interest allow a benefit/costs ratio of up to 33,5 at age 19 years, depending on the thinning regime. A pruning regime is suggested for *Pinus taeda* plantations in Southern Brazil.

Key words: silviculture, silvicultural treatments, pruning costs, economic evaluation, thinning

## 1. INTRODUÇÃO

O mercado de madeira para serraria do Sul do Brasil, até o início da década de 1980, estava bem abastecido com madeira do pinheiro brasileiro (*Araucaria angustifolia* (Bert.) O.Kuntze.). De 1970 a 1978, a produção anual de madeira beneficiada desta espécie oscilou entre 2,3 a 3,1 milhões de metros cúbicos (BREPOHL, 1980). Porém a falta de manejo adequado das florestas naturais, impediu a continuidade da produção qualitativa de madeira. A consequência foi a busca de fontes alternativas de matéria prima para a indústria madeireira.

Em 1965, com a Lei 4.771, tornou-se obrigatória a reposição florestal, com plantio de espécies florestais proporcionalmente ao corte. Mas apenas em 1967, com a Lei dos Incentivos Fiscais, esta reposição tornou-se uma realidade. De 1967 a 1985 foram aprovados projetos de reflorestamento abrangendo uma área total de 5,8 milhões de hectares no Brasil, dos quais 1,785 milhões eram referentes a plantios de *Pinus sp.* e 76,9 mil de *Araucaria angustifolia* (RAMOS, 1993). Infelizmente as estatísticas quanto às espécies de *Pinus* plantadas são imprecisas. Segundo MACHADO (1984), a área de projetos de reflorestamento cadastrada no IBDF até 1983 nos estados do Paraná e Santa Catarina, com espécies do gênero *Pinus*, era de 795.815 ha. Destes, 129.120 ha eram plantios de *Pinus elliottii*, 161.025 ha plantados com *Pinus taeda*, e 505.670 ha identificados como plantios de *Pinus sp.* apenas.

Na década de 70, a produção de madeira de *Pinus* passou a ser uma realidade no Estado do Paraná. Substituindo inicialmente a araucária na produção de celulose, tornou-se uma opção para as serrarias após a exaustão das florestas nativas. Segundo RAMOS (1993), em 1975 foram produzidos os primeiros 800 m<sup>3</sup> de madeira serrada de *Pinus*, atingindo em 1984 a marca de um milhão de metros cúbicos serrados. O auge da produção estimada foi alcançado em 1990, com a oferta de 12,4 milhões de metros cúbicos de madeira para serraria e 3,9 milhões de metros cúbicos para laminação.

A madeira em oferta no entanto não foi preparada para a serraria ou laminação, embora já em 1970 BERENHAUSER (1970) alertava para a necessidade de executar a poda, baseado em experiências dos Estados Unidos da América. O defeito mais visível desta madeira é a presença de nós, remanescentes de galhos

que não foram removidos em época oportuna. Estes nós, provocam a descontinuidade das fibras e desvios da grã. A madeira tem diminuída sua resistência a esforços mecânicos ou apresenta dificuldades para um bom acabamento da superfície na indústria moveleira.

Na década de 90, o mercado de madeira de *Pinus* tornou-se exportador, e mais do que nunca, a questão da qualidade tornou-se crucial. Os produtores de madeira que haviam praticado uma silvicultura mais intensiva na fase jovem dos povoamentos, passaram a ser recompensados pelos seus esforços, mostrando que com poucos investimentos, no momento certo, podiam ser obtidos elevados retornos financeiros. Segundo informações obtidas com produtores de madeira de *Pinus* na região de Lages (SC), o metro cúbico da tora podada para lâmina, com diâmetro acima de 30 cm, é negociado atualmente a R\$ 140,00, enquanto toras iguais sem terem sido podadas são vendidas a R\$ 40,00 o metro cúbico.

Segundo divulgado pela imprensa curitibana (Jornal Indústria e Comércio, de 4 de outubro de 2000), em 1999 foram exportados pelo porto de Paranaguá 691 mil metros cúbicos de madeira de *Pinus*, com um valor de US\$ 199 milhões. Os principais produtos são compensados laminados, serrados e aplainados, painéis de fibra, molduras, lâminas faqueadas, portas e janelas. Para a produção destes, apenas nos painéis de fibra pode ser utilizada madeira com nós. Nos demais, a presença de nós acima de um determinado limite, desqualifica o produto.

O fornecimento de toras de *Pinus* sem nós, é portanto um objetivo a ser alcançado pelos produtores de madeira em toras. Mas os nós são oriundos da presença de galhos nas árvores. Galhos estes que sustentam as folhas, ou acículas, necessárias para a assimilação de carbono através da fotossíntese. Não existem portanto toras sem nós. Estes no entanto podem ser restritos em seu tamanho, através do corte dos galhos no momento oportuno. Esta operação, denominada de desrama ou poda, quando executada adequadamente, confina os nós a um núcleo nodoso, dentro da tora, permitindo a formação de madeira livre dos defeitos apontados anteriormente.

A poda ou desrama é uma operação imprescindível para a obtenção de madeira de alta qualidade em rotações curtas. Nas florestas naturais, o crescimento lento das árvores e o tempo disponível até o corte de árvores com grandes diâmetros, permitem a morte dos galhos, sua quebra por agentes exógenos, e a

posterior formação de madeira de alta qualidade. Nas florestas plantadas, com crescimento mais rápido e rotações mais curtas, este processo natural não produz os resultados almejados.

Embora muitas áreas reflorestadas não são identificadas adequadamente, a análise do mercado madeireiro mostra que para o processamento industrial, quer seja para celulose ou serraria, a espécie de *Pinus* mais adequada é o *P.taeda*. E com certeza, foi a espécie mais plantada no Sul do Brasil. Considerando estas áreas, seu processo de reposição iminente e seu potencial para a indústria madeireira, é premente a formulação de um regime de podas para esta espécie florestal, visando a futura oferta de madeira de alta qualidade para serraria e laminação. Este regime de podas deverá contemplar principalmente o momento mais oportuno para realizar a poda, e a altura a ser podada em cada árvore.

## 2. CONCEITOS MAIS IMPORTANTES

Para a discussão e definição de um regime de podas é necessário inicialmente definir alguns conceitos que serão utilizados nessa discussão. Algumas vezes são utilizadas palavras com significado totalmente distinto do originalmente proposto, ou são utilizados conceitos cuja validade é questionável. Neste contexto, as palavras ramo, galho, desramar, desgallar e podar serão utilizados com o seguinte sentido (de acordo com FERREIRA, 1986):

- ramo (do lat. *ramus*): Subdivisão do caule das plantas, com a mesma constituição deste.

Está implícito nesta definição um critério de valor: uma subdivisão em que cada parte tem o mesmo valor. No caso de plantas, isto é muito comum em gramíneas estoloníferas ou em outras famílias, nas quais os meristemas axilares se desenvolvem vigorosamente, dando origem a estruturas muito semelhantes à planta original (p.ex. nas convulvoláceas: as ramas das *Ipomea* sp.; em cipós como *Passiflora* sp. e outras mais). No caso das árvores, esta subdivisão do tronco pode não ter o mesmo valor. Dependendo das espécies, inclusive ser totalmente distinto. No caso da *Araucaria angustifolia*, as estruturas oriundas de gemas meristemáticas das axilas das folhas, normalmente terão crescimento plagiotrópico, não podendo substituir em momento algum o eixo principal. São portanto de valor distinto, não podendo ser consideradas ramos (ver galho);

- galho (do lat. vulg. *galleu*): Ramo; a parte do ramo que fica presa ao caule depois de partido o ramo.

O dicionarista não define claramente a diferença com relação ao ramo. Mas também não menciona a subdivisão característica do ramo. Convencionou-se, portanto denominar de galhos as estruturas lenhosas originadas a partir de gemas meristemáticas axilares em árvores. O eixo principal, mesmo quando originado de gemas meristemáticas axilares, continua sendo chamado de tronco;

- desramar: cortar os ramos a; derramar.

Somente podem ser cortados ramos quando estes existem. Se as estruturas cortadas não são ramos, denominação mais apropriada deverá ser encontrada e utilizada. No Brasil, o termo é utilizado para designar a ação de cortar galhos em árvores.

- desgallar: cortar os galhos de.

Termo utilizado para a ação de cortar galhos, tanto em árvores em pé quanto em árvores derrubadas. Normalmente é uma ação realizada sem muito cuidado (desnecessário quando a árvore já foi cortada e está deitada sobre o solo), não devendo ser confundida com ações que exijam mais precisão nos cortes.

- podar (do lat. *putare*): Cortar ramos de (plantas), aparar (folhas, ramos, etc.)

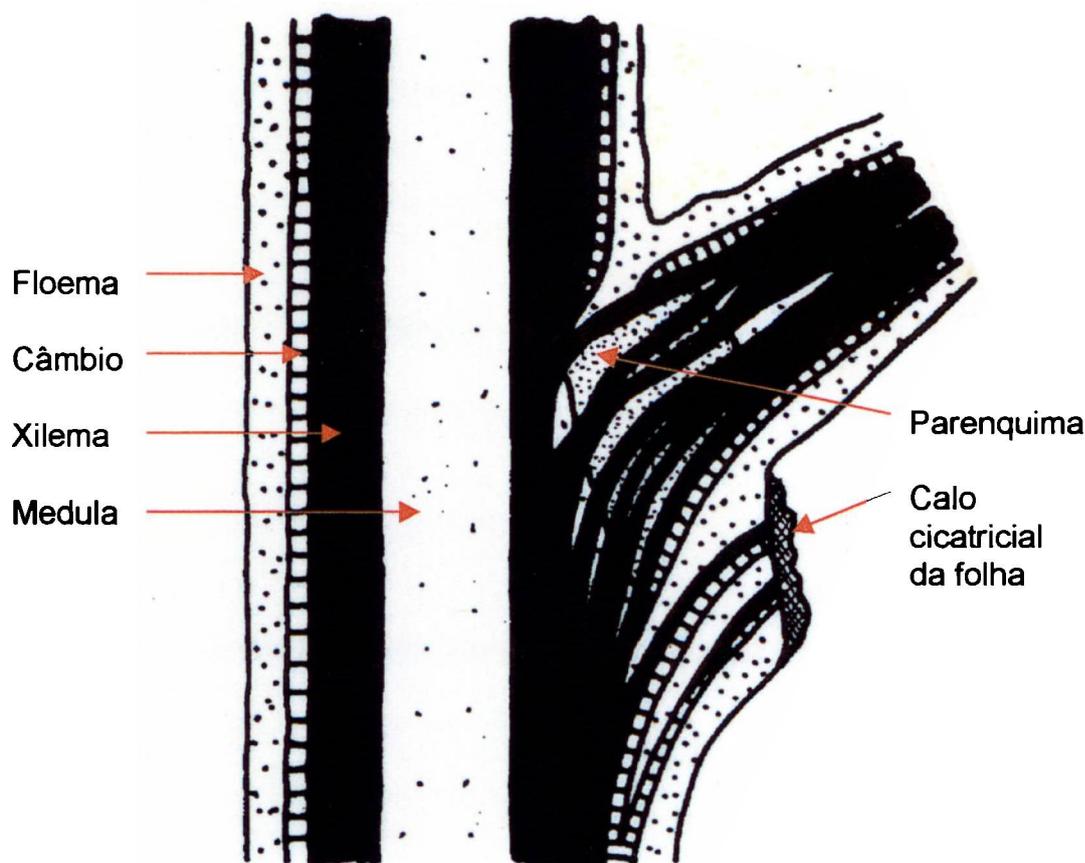
O corte cuidadoso de partes dos vegetais, principalmente galhos, com objetivos bem definidos, exigindo esta ação muitos cuidados de quem a executa. Na fruticultura, a poda das árvores frutíferas influencia, através da retirada adequada de gemas, a produção de frutas; no paisagismo, a retirada adequada de galhos das plantas ornamentais mantém a beleza do cenário; e na silvicultura, o corte dos galhos no ponto adequado, permite a produção de madeira de boa qualidade em árvores saudáveis.

## 2.1 DESRAMA NATURAL

A quebra de galhos secos nas espécies arbóreas é um processo natural, presente em todas as espécies. Dependendo das dimensões dos galhos no momento da sua morte e das características da madeira, esta quebra pode redundar em troncos sem sinais aparentes da presença anterior de galhos, ou em troncos com restos dos galhos aflorando na parte externa da casca. Embora anteriormente tenha sido dado bastante ênfase à incoerência em denominar de desrama o corte de galhos, a expressão desrama natural soa melhor que poda natural, passando portanto a se denominar de **desrama natural** ao processo de eliminação de galhos pelas árvores, após estes terem cumprido suas funções. Na desrama natural podem ser distinguidos dois processos distintos: a quebra de galhos jovens devido a estruturas anatômicas próprias para este objetivo (zonas de ruptura), e a quebra dos galhos por deterioração.

A quebra de galhos em função de estruturas anatômicas apropriadas foi estudado por BÖHLMANN (1970 a, 1970 b e 1970 c) em *Quercus robur*, *Pinus sylvestris* e outras espécies. Em *Quercus robur* é possível observar, na inserção dos galhos no tronco, a redução do diâmetro dos vasos e seu envolvimento por células parenquimáticas (Fig. 1). Se por algum motivo qualquer este galho recém formado não sobreviver o primeiro ano, quebrará facilmente neste ponto. Caso no entanto um segundo período vegetativo permitir a continuidade do crescimento, esta zona de ruptura é anulada pela formação de lenho normalmente sobre esta zona de ruptura.

FIGURA 1 – CORTE LONGITUDINAL DE UMA BROTAÇÃO TERMINAL E LATERAL DE *Quercus robur*, MOSTRANDO A ZONA DE RUPTURA, CARACTERIZADA PELO ADELGAÇAMENTO DOS VASOS E SEU ENVOLVIMENTO COM CÉLULAS PARENQUIMÁTICAS.



FONTE: BÖHLMANN, 1970 C

Nas pináceas não existe esta zona de ruptura. Durante o período vegetativo da formação dos galhos, existe um sistema de vasos condutores ativo entre a gema apical do tronco e a gema apical do galho. No decorrer do segundo período vegetativo este sistema é interrompido, com a formação de uma zona de perturbação na axila dos galhos, em que os traqueóides são desviados parte para o tronco principal, parte para o galho. Esta zona, embora de resistência menor, não é uma zona de ruptura em caso de morte do galho.

Uma zona de ruptura que facilita a quebra dos galhos somente foi observada em *Quercus* e *Populus*, e tão somente em galhos jovens e com pouco crescimento.

O processo genérico de eliminação de galhos nas árvores é a combinação da biodegradação do lenho e o efeito de agentes físicos, como vento e chuva, sobre galhos que perderam sua resistência. Normalmente os galhos perdem vitalidade devido à redução da assimilação nas folhas ou acículas. Como não há uma via direta de transporte de assimilados dos galhos da parte superior da copa para os galhos da parte inferior, estes devem gerar seus próprios carboidratos. Como isso não ocorre, o galho pára de crescer e morre. Inicia então o processo de decomposição da casca e do lenho por insetos e fungos. Os fungos são os mais importantes agentes de deterioração, avançando o micélio pelos traqueóides e rompendo paredes celulares.

Quando os galhos são delgados, o processo de deterioração é rápido, e a quebra ocorre em pouco tempo. Não há uma rejeição do galho. Muitas espécies possuem mecanismos de defesa na madeira, a compartimentalização de lesões, para evitar que os fungos atinjam o lenho do tronco. Dependendo da espécie arbórea, este mecanismo é tão eficiente, que evita inclusive a deterioração dos galhos. Estes permanecem então fixos no tronco, sendo incorporados gradativamente ao lenho. O mesmo pode acontecer com galhos de maiores diâmetros.

A análise de povoamentos mais velhos (mais de 100 anos) de *Pinus taeda*, regenerados naturalmente, mostra troncos sem galhos, mesmo não tendo sido podados. Isto é devido à desrama natural, que para ser eficiente precisa:

- altas densidades na fase jovem, para evitar que os galhos atinjam diâmetros grandes;
- crescimento lento em diâmetro para dar tempo à degradação dos galhos e sua quebra;
- diâmetros do tronco grandes para permitir a adequada oclusão dos tocos dos galhos quebrados.

## 2.2 COMPARTIMENTALIZAÇÃO

A compartimentalização é um processo de suma importância para a poda, por ser este o mecanismo natural de proteção da árvore contra a invasão dos fungos

que estão degradando a madeira do galho. O processo pode ser dividido em quatro etapas (EBERT, 1989):

Reação 1 – As células vizinhas à lesão alteram seu metabolismo, iniciando a produção de taninos e polifenóis, que dificultam o avanço dos fungos. As células que geraram estes componentes químicos morrem intoxicadas, criando uma barreira antibiótica.

Reação 2 – Os vasos e traqueóides lesionados são obstruídos com tilos, resinas, cristais, etc., inicialmente para prevenir embolias que possam eventualmente interromper o fluxo da seiva no interior do tronco, posteriormente para evitar a entrada de fungos por esta via.

Reação 3 – Na área da lesão aumenta a atividade celular, com formação do calo de cicatrização. São produzidas mais células parenquimáticas de pequeno tamanho. As células que entram em contato com a superfície infectada continuam a produzir polifenóis para criar a barreira de defesa.

Reação 4 – As células parenquimáticas se multiplicam sobre a lesão (ou toco), a partir das bordas laterais. Com isso, a árvore procura restabelecer sua estrutura para a boa condução das linhas de força atuantes no tronco (MATTHECK, 1992).

No caso de galhos, a compartimentalização depende da atividade metabólica do galho. Com a redução da atividade metabólica, as células da base do galho iniciam o processo de compartimentalização (v.AUFSESS, 1975). Para isso, as células devem estar vivas. Células mortas das partes mais velhas dos galhos ou já estão protegidas, ou não tem mais chance de serem protegidas. Em muitas espécies arbóreas, essa é a causa de avanço de fungos para o lenho do tronco. Em *Pinus taeda* a base do galho é impregnada de resina, que igualmente impede o avanço dos fungos.

Para a poda, a compartimentalização é de suma importância, visto que o corte de galhos normalmente não causa problemas para a árvore. O mesmo já não vale para lesões de casca. Como na base do galho teremos o contato entre o lenho do galho (protegido) e o lenho do tronco (desprotegido), é fundamental que o corte seja feito através do lenho do galho, sem lesionar o lenho do tronco.

### 2.3 PODA VERDE E PODA SECA

A retirada de galhos mortos, secos – poda seca - não interfere no metabolismo da árvore diretamente. Indiretamente talvez, quando muitos galhos secos nas partes inferiores da árvore auxiliam no sombreamento do solo e na interceptação de água da chuva. Nestes casos, a retirada de galhos secos aumentaria a temperatura do solo, com benefícios para os micro-organismos, e a maior quantidade de água disponível poderia favorecer o crescimento das árvores. Estas alterações são no entanto muito pequenas, e pouco efetivas em sítios mais ricos. Em nenhum momento a poda seca provoca uma redução de crescimento na árvore. E quanto ao aspecto fitossanitário, os galhos secos já estão contaminados, dependendo da barreira de compartimentalização na base do galho se haverá ou não risco de deterioração do tronco.

Quando são cortados galhos verdes, a assim chamada poda verde, ocorrerá uma redução da massa foliar, que dependendo da sua magnitude, terá como consequência uma redução do crescimento da árvore. Esta poda também é de maior risco em se considerando a infecção por fungos. Em dois estudos distintos, CHOU e MacKENZIE (1988) estudando a infecção de *Pinus radiata* por *Diplodia pinea* e UOTILA (1990) de *Pinus sylvestris* por *Phacidium coniferarum*, foi constatada uma proteção deficiente dos galhos verdes podados, principalmente quando mais jovens. Em ambos os casos, as lesões de casca foram sempre zonas de alta contaminação.

### 2.4 NÓ VIVO E NÓ MORTO

A mudança de orientação dos traqueóides, quando passam do tronco para o galho, na inserção deste no tronco, delimitam o nó, que é basicamente a porção basal do galho. Enquanto o galho estiver participando ativamente do processo de

assimilação fotossintética realizado pela árvore, tanto o galho quanto o tronco apresentam atividade cambial, aumentando por conseguinte em diâmetro. A junção entre o galho e a árvore é firme. Os nós gerados nesta fase são denominados de nós vivos, verdes ou firmes (Fig.2).

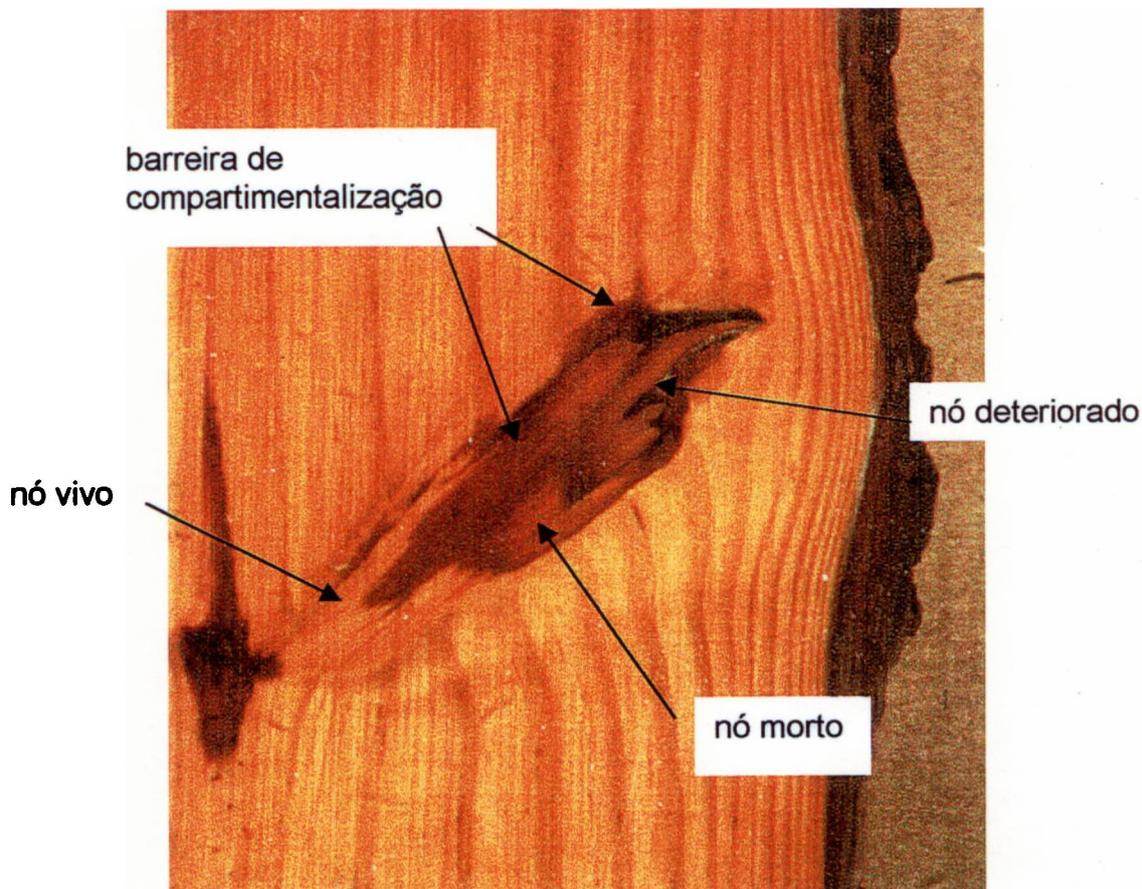
Quando cessa a atividade fotossintética do galho, também a atividade cambial do galho é reduzida ou até paralizada. Como a parte superior da copa continua assimilando, a atividade cambial do tronco também continua, crescendo este em diâmetro. Os traqueóides agora não mais acompanham o galho, e sim, contornam-no. O lenho do tronco começa a envolver o galho, sem ter ligação com este. Neste momento também é estabelecida a barreira de compartimentalização dentro do galho, de cor normalmente mais escura. Esta porção do galho passa a ser denominada de nó morto, preto ou solto.

Quando após a quebra do galho morto ocorre a total oclusão do toco de galho remanescente, normalmente ainda fica um espaço oco na extremidade do toco do galho quebrado, com a madeira totalmente deteriorada. Esta porção do galho é denominada de nó cariado ou deteriorado.

Os nós vivos são considerados defeitos na madeira serrada quando seu número, diâmetro ou área excede a um mínimo estipulado para a categoria de qualidade. No caso de *Pinus taeda*, estes nós contem resina, que quando aquecida (p.ex: em um processo de colagem) se expande, provocando bolhas no produto. Para trabalhos de acabamento da madeira, também causam transtornos. E embora fixos ao restante da madeira, são um ponto de ruptura quando excedem a determinadas proporções da peça.

Os nós mortos também são considerados defeitos, com o agravante de não terem uma boa ligação com o restante da madeira. Dependendo das dimensões, diminuem sensivelmente a resistência das peças.

FIGURA 2 – CORTE RADIAL DE UM TRONCO DE *Pinus taeda*, MOSTRANDO O NÓ DA BASE DE UM GALHO QUEBRADO NATURALMENTE.

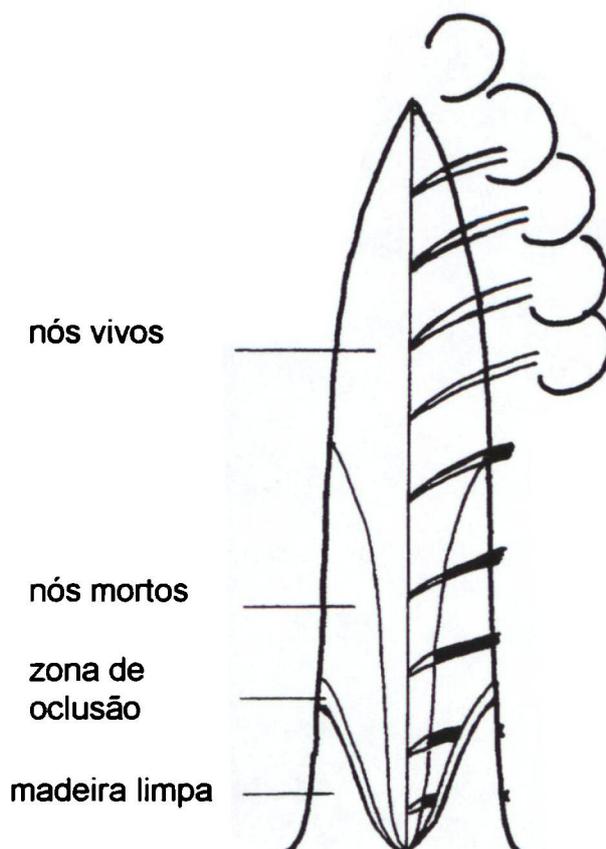


FONTE: Autor

## 2.5 NÚCLEO NODOSO

A porção central do tronco que contém os nós vivos e mortos é denominada de núcleo nodoso. Sua forma normalmente é de um cone invertido (Figura 3), com menor diâmetro na base do tronco e maior diâmetro na copa. Suas dimensões dependem no ambiente natural do espaço de crescimento disponível para a árvore. Quanto mais espaço, maiores os galhos e o crescimento do tronco (em diâmetro), mais tempo para a morte dos galhos e sua deterioração, mais tempo para a oclusão do toco quebrado.

**FIGURA 3 – PERFIL DO NÚCLEO NODOSO NO INTERIOR DO TRONCO DE UMA ÁRVORE.**



FONTE: Autor

Através da poda procurar-se-á restringir o volume do núcleo nodoso ao mínimo possível, sem comprometer demasiadamente as taxas de crescimento das árvores. O diâmetro máximo do núcleo nodoso depende do processamento futuro da madeira. Em estudos realizados no Japão, FUJIMORI (1975) recomenda um diâmetro máximo do núcleo nodoso em *Cryptomeria japonica* de 7,5 cm, quando se deseja um bloco de 10,5 x 10,5 cm em que não apareçam nós nas laterais. Neste caso, a tora deverá ter no mínimo 15 cm de diâmetro na ponta fina para permitir a obtenção deste vigote.

Quando a madeira é laminada, deve ser diferenciado entre lâminas faqueadas e lâminas desenroladas. Nas lâminas desenroladas, o diâmetro máximo do núcleo nodoso, em função das características dos equipamentos utilizados, é de 8 cm. Nas faqueadeiras, devido à técnica de corte diferente, não há um limite máximo para o núcleo nodoso. Depende no entanto das dimensões deste e do diâmetro da tora, o

aproveitamento da tora como madeira laminada. KNIGGE e SCHULZ (1966, pg.231) fazem a análise comparativa, em uma tora de 4 m de comprimento com um diâmetro de 48 cm, para obter lâminas de 0,8 mm de espessura, com núcleos nodosos de 16 e 24 cm de diâmetro (Quadro 1). Concluem que para ser economicamente interessante, o núcleo nodoso deve ter no máximo 1/3 do diâmetro final da tora.

QUADRO 1 – QUANTIDADE DE LÂMINAS PRODUZIDAS EM TORAS DE 48 CM DE DIÂMETRO, COM NÚCLEOS NODOSOS DE 16 E 24 CM RESPECTIVAMENTE .

Produto	Núcleo nodoso de 16 cm		Núcleo nodoso de 24 cm	
	Largura média das lâminas (cm)	Quantidade de lâminas (m2)	Largura média das lâminas (cm)	Quantidade de lâminas (m2)
Lâminas tangenciais	38	250	34	150
Lâminas radiais	17	70	12	70
Total		320		220

FONTE: KNIGGE; SCHULZ (1966)

## 2.6 A GRÃ DESVIADA

Na porção do tronco onde não tem nós, os traqueóides estão normalmente dispostos longitudinalmente, paralelas ao eixo do tronco. Quando encontram um obstáculo, como um galho, são desviados para contornar este obstáculo. Dependendo do plano de desdobro da madeira, este desvio da grã causa defeitos consideráveis na madeira (grã rasgada), impedindo principalmente um bom acabamento. Mesmo com a poda, o processo de oclusão do corte demora um ou mais anos, provocando também na zona de oclusão o desvio da grã.

O tempo de oclusão do galho cortado depende das dimensões do galho (diâmetro) e da taxa de crescimento da árvore. No caso de *Pinus taeda*, galhos finos (1 a 2 cm de diâmetro), podados no momento adequado, em povoamentos que são desbastados, são recobertos com lenho em 1 ou dois anos. Quando no entanto as árvores estão sob pressão de concorrentes, com taxas de crescimento radial reduzido, a oclusão pode levar vários anos.

### 3. REAÇÕES DAS ÁRVORES PODADAS

Para definir um regime de podas é necessário saber como as árvores reagem à supressão de galhos. Para tal, já foram estabelecidos vários experimentos, que no entanto em sua grande maioria não tiveram o acompanhamento a longo prazo necessário para uma conclusão clara. Muitas vezes estes experimentos foram estabelecidos com o princípio do tratamento de parcelas com muitas árvores, avaliando-se valores médios de produção, tais como altura média, diâmetro médio, área basal e volume produzido pelo coletivo de árvores. Relato mais recente deste tipo de experimento é o trabalho de SCHNEIDER, FINGER e HOPPE (1999) com *Pinus elliottii* no Rio Grande do Sul.

Para a compreensão dos efeitos da poda sobre as árvores são necessários estudos que individualizem as árvores, submetidas aos tratamentos preconizados. Para tanto, uma série de variáveis devem ser medidas em cada árvore. No mínimo devem ser medidas a altura da árvore, a altura da base da copa verde (BCV) e o diâmetro à altura do peito (DAP) (STÖHR, EMERENCIANO e FABER, 1982). A base da copa verde normalmente é definida pela altura de inserção no tronco, dos galhos verdes mais inferiores, em verticilo completo. Outras variáveis são úteis, como diâmetros a alturas maiores, diâmetros de galhos, etc.

Os dados utilizados a seguir, para avaliar a reação de *Pinus taeda* a diferentes proporções de remoção de copa verde, foram obtidos em duas áreas experimentais, localizadas uma (área I) no município de Campo Belo do Sul (SC) e outra (área II) na Estação Experimental do Canguiri, da UFPR, em Pinhais (PR). A área de Santa Catarina está situada no planalto de Lages, a 950 m de altitude (27° 55' S e 50° 50' W), enquanto a área de Pinhais está a 900 m de altitude (25° 25' S e 49° 08' W). Os solos das duas áreas são cambissolos, derivados do basalto em Campo Belo do Sul e de granitos em Pinhais. A vegetação anterior ao plantio do *Pinus taeda* era de campo nativo, nas duas áreas.

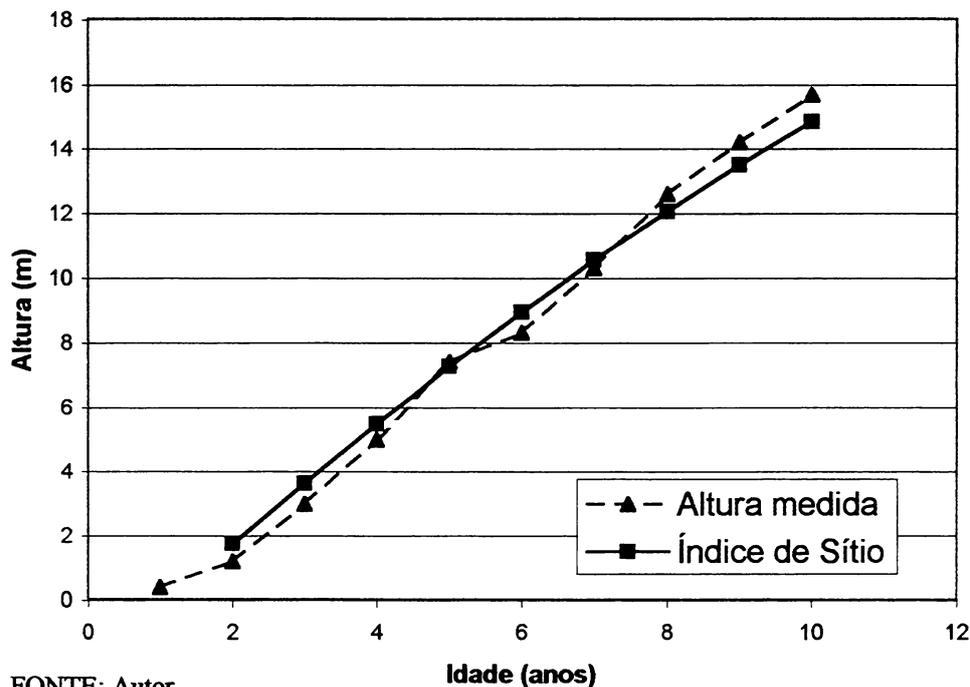
### 3.1 O CRESCIMENTO DAS ÁRVORES

Como a poda deve ser executada na fase jovem da árvore, quando os diâmetros ainda são pequenos, é importante analisar o crescimento em altura e diâmetro das árvores, nesta fase, para fundamentar as decisões. O crescimento em altura depende das características do sítio. As curvas de índice de sítio nem sempre representam adequadamente o crescimento inicial, visto que normalmente são embasadas em análises de tronco. Comparando-se os dados do gráfico 1 (valores médios de medições anuais) com as curvas de índice de sítio propostas por SCOLFORO e MACHADO (1988), nota-se uma defasagem em um ano. Com o ajuste, ou seja, à idade das curvas de índice de sítio deve ser somado um ano, o crescimento em altura observado se ajusta muito bem à curva de índice de sítio 25.

O crescimento em diâmetro depende do espaçamento, sendo que as árvores dominantes (que deverão ser podadas), normalmente sofrem menos as conseqüências de espaços mais reduzidos, principalmente na fase jovem. O crescimento das árvores dominantes deve ser considerado na análise de tratamentos de poda.

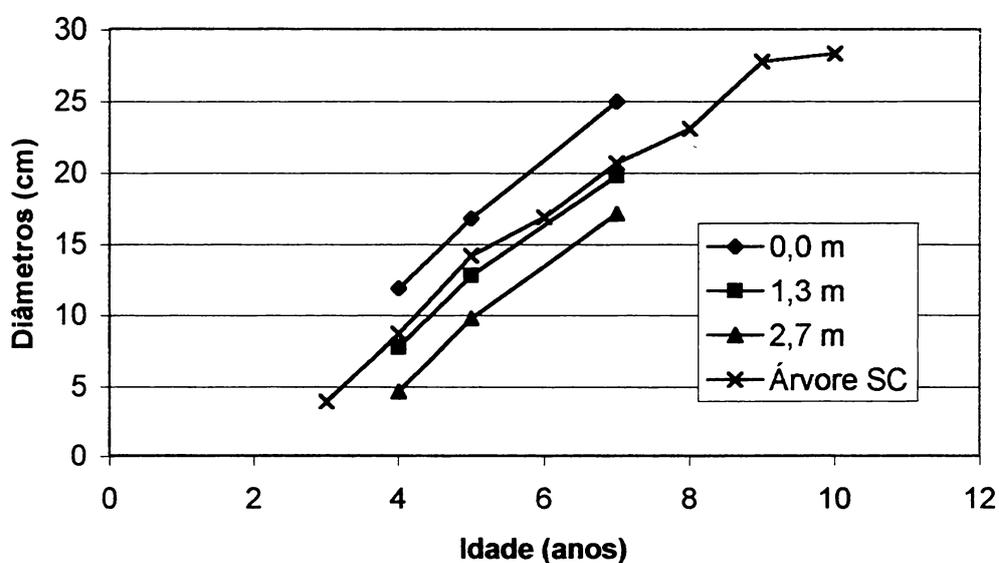
Importante para a poda é conhecer as taxas de crescimento em diferentes alturas do tronco, pois estas definirão as dimensões do núcleo nodoso. Neste contexto, para a primeira poda até 2,7 m de altura, é importante o diâmetro da base do tronco, e para a segunda poda, que começará a 2,7 m de altura, o diâmetro nesta altura definirá o diâmetro máximo do núcleo nodoso da segunda tora. No exemplo do gráfico 2, se for estipulado um diâmetro máximo do núcleo nodoso de 10 cm, a primeira poda deverá ser realizada entre o terceiro e quarto ano de idade, e a segunda poda aos 5 anos de idade .

GRÁFICO 1 – CRESCIMENTO DA ALTURA DE *Pinus taeda*, EM SOLO DE CAMPO, ATÉ OS 10 ANOS DE IDADE, COMPARADO COM A CURVA DE ÍNDICE DE SÍTIO (IS 25), DE SCOLFORO E MACHADO (1988), COM DEFASAGEM DE UM ANO.



FONTE: Autor

GRÁFICO 2 - CRESCIMENTO DOS DIÂMETROS DE *Pinus taeda* EM TRÊS ALTURAS, DE ÁRVORES NÃO PODADAS, NA ESTAÇÃO EXPERIMENTAL DO CANGUIRI, EM COMPARAÇÃO COM UMA ÁRVORE NÃO PODADA DE CAMPO BELO DO SUL (ÁRVORE SC), NO MESMO ESPAÇAMENTO E COM A MESMA IDADE.



FONTE: Pesquisa de campo

## 3.2 A CARACTERÍSTICA DA COPA DE *Pinus taeda* E SEU EFEITO SOBRE O CRESCIMENTO

Estudos preliminares mostraram que ocorre uma grande variação na resposta à poda dos galhos de *Pinus taeda*, dependendo das características das copas. Para determinar quais destas características são mais importantes, foi instalado um teste de alturas de poda, na Est.Exp. do Canguiri, com quatro tratamentos, e coleta intensiva de dados.

### 3.2.1 Teste de alturas de poda

Este teste foi instalado na área II, com o objetivo de avaliar o efeito de três tipos de definições para a altura de poda, aos 4 anos de idade, de *Pinus taeda*. Os tratamentos (definições) aplicados foram: sem poda, poda até 2,7 m de altura, poda deixando uma copa verde de 3 m de comprimento, e poda até um diâmetro do tronco de 5 cm. Cada tratamento foi aplicado em 6 árvores. Neste experimento foram quantificados e mensurados os diâmetros de todos os galhos das árvores e sua posição antes da poda. A reação das árvores foi medida um e três anos após a poda. O objetivo principal era avaliar a reação das árvores com vistas a uma segunda poda, e determinar que critérios eram mais úteis para definir a altura da primeira poda.

### 3.2.2 Características das árvores antes da poda

Embora as alturas das árvores fossem relativamente homogêneas, as árvores variaram bastante com relação aos diâmetros e aos galhos das copas (Quadro 2).

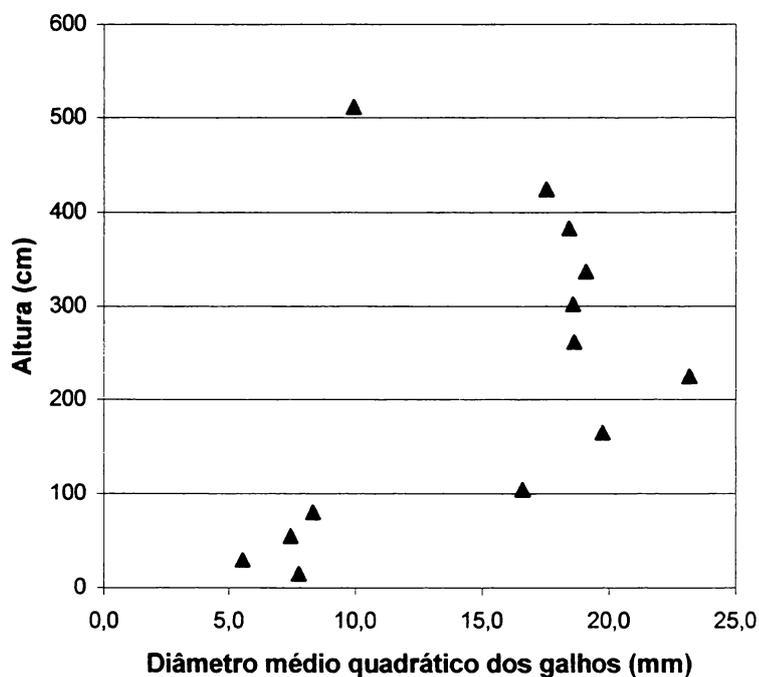
QUADRO 2 - CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS DE *Pinus taeda*, AOS 4 ANOS DE IDADE.

Variável	Valor médio	Valor mínimo	Valor máximo
Altura (m)	5,02	4,28	5,95
DAP (cm)	7,6	5,6	10,0
D <sub>2,7</sub> (cm)	4,7	2,7	6,8
Número de verticilos	12,3	7	16
Número de galhos	46,9	22	64
Diâmetro do maior galho (mm)	23,6	15	39
Comprimento do maior galho (cm)	167,0	124	210
Somatória da área transversal dos galhos (mm <sup>2</sup> )	7379,2	3971	10108

FONTE: Pesquisa de campo

Para a poda e a reação das árvores, é conveniente também conhecer a distribuição dos galhos ao longo do tronco. Interessa saber as dimensões dos galhos e sua importância para a estrutura da copa, expressa pela somatória da área transversal. LABYAK e SCHUMACHER (1954) analisaram a contribuição dos galhos para o crescimento do tronco de *Pinus taeda*, concluindo que galhos finos no quarto inferior da copa não contribuem para o crescimento do tronco, e que o galho que mais contribui para o crescimento está localizado a 15 % do topo da árvore. As árvores desse estudo eram mais altas do que as do presente caso. A representação gráfica dos diâmetros médios quadráticos dos galhos (Gráfico 3) mostra que até aproximadamente um metro de altura, os galhos das árvores são finos (até 10 mm). A partir desta altura passam a ter diâmetros maiores, que vão se reduzindo gradativamente até o topo da árvore.

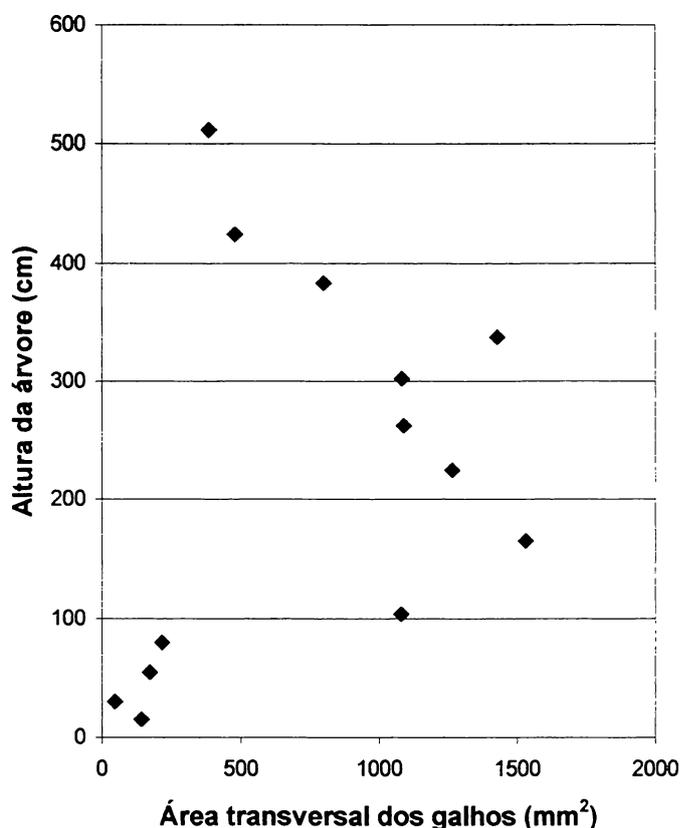
GRÁFICO 3 - DISTRIBUIÇÃO DOS DIÂMETROS MÉDIOS QUADRÁTICOS DOS GALHOS EM FUNÇÃO DA ALTURA DO TRONCO DE *Pinus taeda*, AOS 4 ANOS DE IDADE.



FONTE: Pesquisa de campo

A distribuição da massa de assimilação pode ser representada pela variável área transversal dos galhos. Como os galhos de *Pinus taeda* estão dispostos em verticilos (do ponto de vista da morfologia vegetal são pseudo-verticilos, porém vulgarmente denominados simplesmente de verticilos), a somatória das áreas transversais dos galhos de cada verticilo pode ser utilizada como expressão do volume de copa nas diferentes alturas (Gráfico 4).

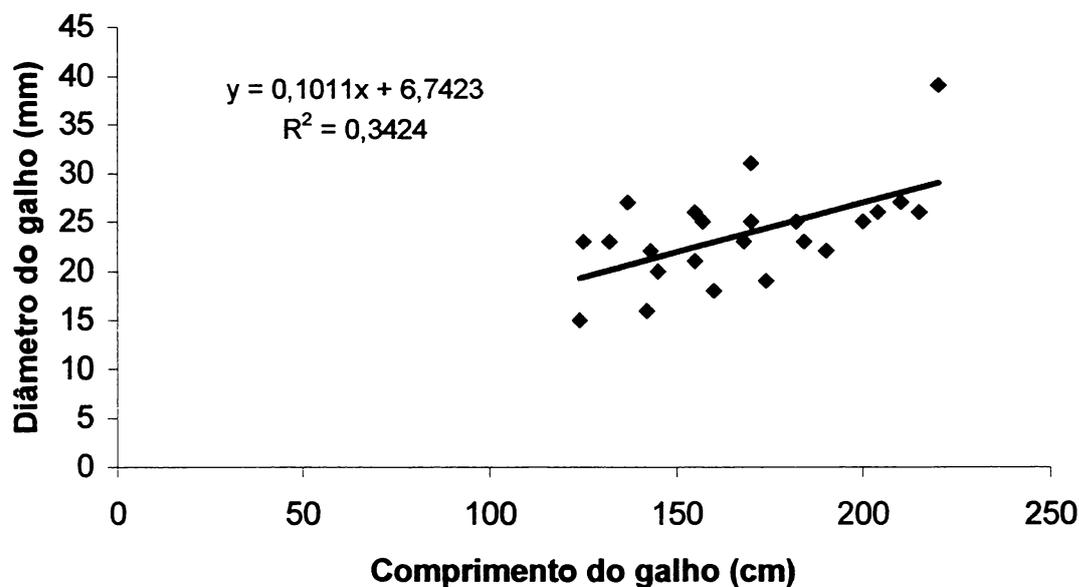
GRÁFICO 4 - DISTRIBUIÇÃO DAS SOMATÓRIAS DAS ÁREAS TRANSVERSAIS DOS GALHOS POR VERTICILO, EM FUNÇÃO DA ALTURA DO TRONCO DE *Pinus taeda*, AOS 4 ANOS DE IDADE.



FONTE: Pesquisa de campo

O crescimento dos galhos depende do espaçamento. O diâmetro dos galhos está diretamente relacionado com o seu comprimento. A medição destas duas variáveis nos maiores galhos de cada árvore do experimento, mostra uma correlação, que embora baixa, é significativa (Gráfico 5). Em áreas de regeneração natural, com densidades elevadas (acima de 50.000 plantas/ha), pode se observar galhos finos e curtos, com vida também curta. Nos povoamentos plantados, com densidades baixas (< 2000 plantas/ha), o espaçamento mais amplo permite o desenvolvimento de galhos maiores. Assim, aos 5 anos de idade, em um teste de espaçamento, o galho mais comprido na copa de *Pinus taeda* era de 1,50, 1,68 e 1,86 cm em densidades de 2.500, 1.250 e 625 plantas/ha respectivamente. Os diâmetros dos galhos também tiveram uma nítida correlação com a densidade de plantio (Quadro 3).

**GRÁFICO 5 - RELAÇÃO ENTRE O COMPRIMENTO DO MAIOR GALHO E SEU DIÂMETRO, EM *Pinus taeda*, AOS 4 ANOS DE IDADE.**  
 $F = 11,456$ ,  $P = 0.003$



FONTE: Pesquisa de campo

**QUADRO 3 – DIÂMETROS DOS MAIORES GALHOS DE *Pinus taeda*, DE ACORDO COM O ESPAÇAMENTO, AOS 5 ANOS DE IDADE.**

Altura no tronco	625 árv/ha	1250 árv/ha	2500 árv/ha
0 – 1,5 m	3,3	2,4	2,1
1,5 – 2,3 m	3,6	3,0	2,3

FONTE: Pesquisa de campo

Para a poda estas relações são muito importantes, pois a remoção de galhos, além de afetar o crescimento da árvore, exige trabalho e investimentos, que serão proporcionais às dimensões dos galhos removidos. Em estudo realizado na Nova Zelândia, BALNEAVES (1970) demonstra que o esforço necessário para cortar galhos de quatro espécies de coníferas aumenta proporcionalmente à área transversal dos galhos.

Em muitos trabalhos (p.ex. van LAAR, 1986) é feita a referência ao trabalho de MITSCHERLICH e GADOW (1968), mencionando o efeito positivo sobre o crescimento, da supressão dos galhos inferiores da copa. A análise desse trabalho mostra no entanto, que este efeito foi observado apenas em poucos experimentos,

realizados por outros autores, sem uma descrição adequada da metodologia de trabalho. Após os estudos de BÖHLMANN (1970), demonstrando que não há circulação de seiva entre a parte superior do tronco e o galho após o segundo ano de vida do galho, a hipótese de que os galhos inferiores são consumidores de energia acumulada na árvore, deve ser revista.

### 3.3 A NECESSIDADE DA PODA

Como já foi discutido até aqui, as árvores da espécie *Pinus taeda* produzem galhos, mais finos na base que em alturas maiores, e que mesmo mortos permanecem inseridos nos troncos, pois não há nesta espécie um mecanismo para sua abscisão. Estes galhos secos serão gradualmente decompostos, e finalmente quebram. Mas neste intervalo de tempo, uma parte significativa foi incorporada ao lenho, desqualificando a madeira para determinados usos (p.ex. lâminas decorativas, etc.).

A poda dos galhos é portanto imprescindível quando se deseja madeira de alta qualidade. Além da melhoria da qualidade da madeira, a poda dos galhos inferiores em *Pinus taeda* ainda atende a outros objetivos (BANKS e PREVÔST, 1976; SHEPHERD, 1961):

- facilitar o acesso aos povoamentos por ocasião da seleção das árvores para desbaste;
- reduzir o risco de incêndios nos anos iniciais.

Na Região Sul do Brasil foram registrados muitos casos de anelamento (descascamento em todo o perímetro do tronco) de árvores jovens por roedores. A medida profilática mais eficiente para evitar este anelamento é a poda dos galhos inferiores (normalmente até 1 m de altura). Nas áreas em que há risco de anelamento, esta poda de limpeza da base da árvore é altamente recomendável.

### 3.4 EFEITO DA PODA SOBRE O CRESCIMENTO

A poda dos galhos secos (poda seca) não interfere com o crescimento das árvores, por eliminar galhos inativos. Devido aos espaçamentos adotados nos plantios no Sul do Brasil, os galhos mais baixos (até 50 - 60 cm de altura), morrem

cedo (aos 3 a 4 anos). Os demais, embora os mais inferiores não continuem crescendo em diâmetro, permanecem vivos por vários anos, devendo portanto ser eliminados ainda verdes.

As árvores do experimento anteriormente descrito, após a aplicação dos tratamentos diferenciais, apresentaram as condições descritas no quadro 4. As três formas de definir a altura da poda resultaram em tratamentos muito similares.

QUADRO 4 - CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS DAS ÁRVORES DE *Pinus taeda* APÓS A APLICAÇÃO DE 4 TRATAMENTOS DE ALTURA DE PODA: TEST - TESTEMUNHA SEM PODA; 2,7 - PODA ATÉ 2,7 M DE ALTURA; 3 M - COPA VERDE REMANESCENTE DE 3 M; > 5 CM - PODA DE TODOS OS GALHOS ENQUANTO O TRONCO TIVER MAIS DE 5 CM DE DIÂMETRO.

Variáveis	Tratamentos			
	Test	2,7	3 m	> 5 cm
Altura (m)	4,85	4,87	5,38	4,98
Base da copa verde (m) <sup>1</sup>	0,16	2,96	2,58	2,62
Comprimento da copa (m)	4,69	1,92	2,80	2,36
Copa remanescente (%)	96,6	38,6	52,1	47,7
Número de verticilos	13,0	12,7	12,2	11,3
Número de verticilos remanescentes	13,0	3,8	5,0	4,7
Número de galhos	50,0	46,2	43,7	46,7
Galhos remanescentes	50,0	14,2	21,0	20,7
Galhos remanescentes (%)	100,0	30,1	45,8	46,6
Área transversal dos galhos (mm <sup>2</sup> )	7542	7012	6690	8272
Área transversal remanescente (mm <sup>2</sup> )	7542	1692	2972	2960
Área transversal remanescente (%)	100,0	21,9	44,8	41,1

FONTE: Pesquisa de campo

NOTA: <sup>1</sup>) a base da copa verde foi medida na altura da inserção no tronco dos galhos verdes mais inferiores

A observação atenta do quadro 4 mostra que os tratamentos 3 m de copa e poda até 5 cm praticamente são equivalentes, resultando o tratamento 3 m de copa nas maiores copas dos três tratamentos, quando desconsiderada a testemunha. A poda das árvores até a altura fixa de 2,7 m resultou neste momento, nas menores copas remanescentes.

### 3.4.1 Crescimento em altura e diâmetro

Embora os tratamentos de poda tivessem efeitos distintos sobre a redução das copas, os resultados obtidos após um ano de crescimento em altura não mostraram variações significativas (Gráfico 6 e 7 e quadro 5). Apenas o incremento do DAP logo no primeiro ano após a poda foi significativamente maior nas árvores testemunhas. No período de três anos subsequente à poda, o diâmetro medido a 2,7 m de altura também foi maior nas árvores testemunhas (com copa). Os tratamentos sem poda e com poda até o diâmetro de 5 cm, tiveram maior incremento do DAP neste período, quando comparados com os outros dois. Porém no conjunto, a variação é muito grande, sem diferença ( $p = 0,068$ ).

QUADRO 5 - MÉDIAS DOS INCREMENTOS EM ALTURA E DIÂMETRO de *Pinus taeda*, SUBMETIDOS A QUATRO TRATAMENTOS DE PODA, COM ANÁLISE DE COVARIÂNCIA.

Variável	Tratamentos				F	p
	Test	2,7	3,0 m	> 5 cm		
ICA altura (m)	1,95	1,40	1,78	1,58	1,90	0.164
ICA DAP 1995-96 (cm)	5,0 a	2,7 b	3,6 b	3,7 b	6,14	0.004
ICA D <sub>2,7</sub> 1995-96 (cm)	5,1	4,2	4,6	4,5	1,11	0,366
IP DAP 1995-98 (cm)	12,0 a	8,11 b	8,82 b	9,52 a	2,88	0,068
IP D <sub>2,7</sub> 1995-98 (cm)	12,4 a	9,6 b	9,4 b	10,2 b	4,05	0,025

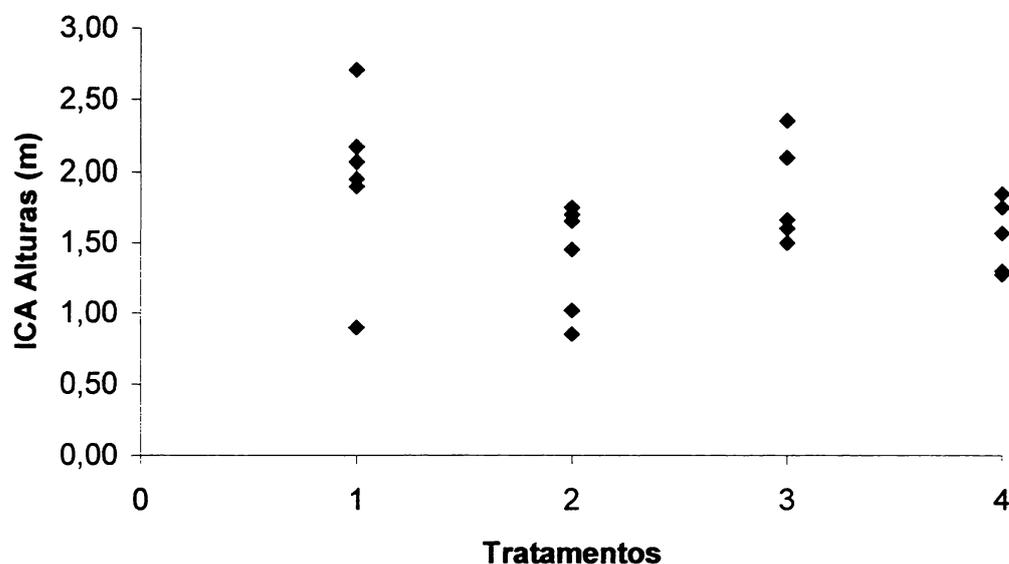
FONTE: Pesquisa de campo

NOTA: CA = Incremento Corrente Anual

IP = Incremento Periódico

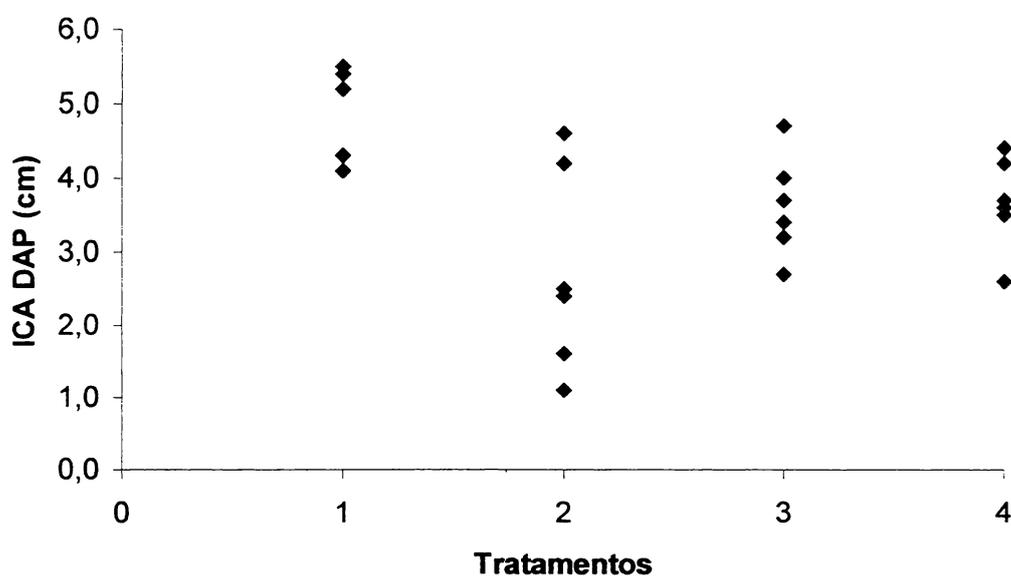
Médias seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente, com uma probabilidade  $p = 0.05$ , no teste de Duncan

**GRÁFICO 6 - INCREMENTO CORRENTE ANUAL DAS ALTURAS DE *Pinus taeda* EM FUNÇÃO DE QUATRO TRATAMENTOS DE PODA, AOS 4 ANOS DE IDADE. TRATAMENTOS: 1 - TESTEMUNHA, SEM PODA; 2 - PODA ATÉ 2,7 M DE ALTURA; 3 - PODA DOS GALHOS INFERIORES, ATÉ RESTAR UMA COPA DE 3 M DE COMPRIMENTO; 4 - PODA ATÉ A ALTURA EM QUE O TRONCO TEM 5 CM DE DIÂMETRO.**



FONTE. Autor

**GRÁFICO 7 - INCREMENTO CORRENTE ANUAL DO DAP DE *Pinus taeda* EM FUNÇÃO DE QUATRO TRATAMENTOS DE PODA, AOS 4 ANOS DE IDADE. TRATAMENTOS: 1 - TESTEMUNHA, SEM PODA; 2 - PODA ATÉ 2,7 M DE ALTURA; 3 - PODA DOS GALHOS INFERIORES, ATÉ RESTAR UMA COPA DE 3 M DE COMPRIMENTO; 4 - PODA ATÉ A ALTURA EM QUE O TRONCO TEM 5 CM DE DIÂMETRO.**



Fonte: Autor

Na busca da melhor compreensão da grande variação da resposta observada em alguns tratamentos, foi feita uma análise de correlação entre as variáveis mensuradas (Quadro 6). Observa-se que ocorrem correlações significativas entre o DAP de 1995, o incremento corrente anual (ICA) do DAP e uma série de variáveis da copa das árvores.

**QUADRO 6 - MATRIZ DE CORRELAÇÕES ENTRE AS VARIÁVEIS DE COPA DE *Pinus taeda* E O CRESCIMENTO DO DIÂMETRO (DOS 4 AOS 6 ANOS) E DA ALTURA, DOS 4 AOS 5 ANOS DE IDADE. LISTADOS APENAS OS COEFICIENTES DE CORRELAÇÃO SIGNIFICANTES (P < 0.05).**

Variáveis	DAP 1995	DAP 1996	Altura 1996	ICA DAP	DAP 1998	IP 95-98 DAP
Altura 1995	.65	.60	.79		0.44	
Base da copa em 1995				-0.62	-0.45	-0.56
Comprimento de copa 95		0.68	0.45	0.80	0.65	0.67
% copa 95		0.54		0.73	0.57	0.64
Número de verticilos		0.56		0.75	0.64	0.72
Número de galhos remanescentes		0.66		0.81	0.67	0.71
% galhos remanescentes		0.55		0.74	0.57	0.64
Área transversal dos galhos total	0.80	0.61			0.60	
Área transversal remanescente	0.53	0.78		0.83	0.79	0.77
% área transversal remanescente		0.57		0.79	0.59	0.67
Diâmetro do maior galho	0.47					
DAP 1995		0.87	0.54	0.49	0.74	0.49
DAP 1996			0.66	0.86	0.94	0.80
Altura 1996				0.60	0.55	0.46
ICA altura				0.52		

FONTE: Pesquisa de campo

NOTA: ICA DAP = Incremento corrente anual do DAP (1995-96)

IP 95-98 = Incremento periódico do DAP (1995-98)

ICA altura = Incremento corrente anual da altura (1995-96)

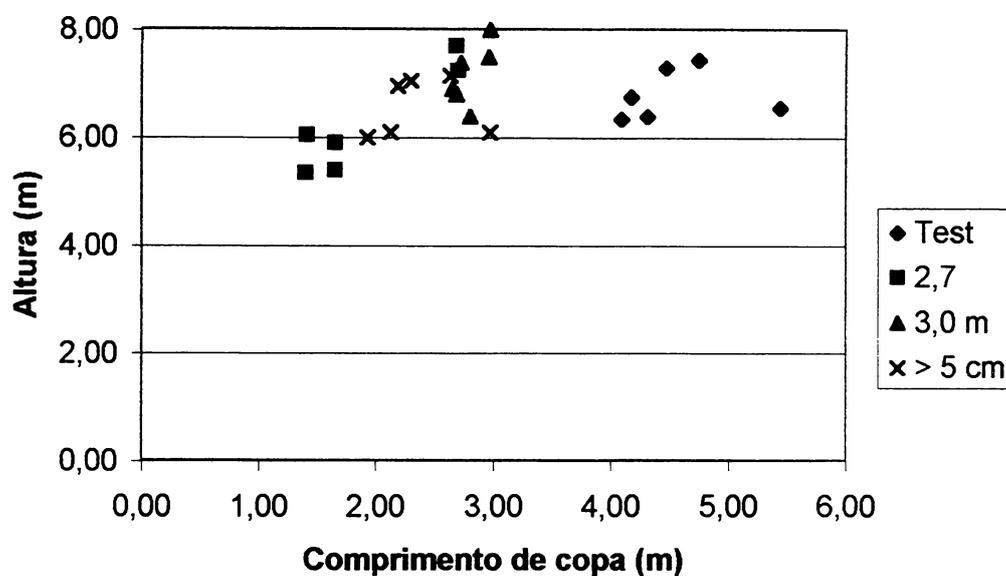
Observa-se no quadro 6, que a altura em 1996 está bem correlacionada com a altura das árvores no ano anterior, e razoavelmente com o comprimento da copa remanescente após a poda (Gráfico 8). Isto indica um efeito reduzido da poda sobre o crescimento em altura. O incremento em altura não teve correlação significativa com nenhuma variável da copa, nos níveis de redução praticados neste teste, embora essa redução fosse bastante considerável.

O incremento corrente anual do DAP tem boas correlações com as variáveis de copa comprimento, número de verticilos, número de galhos remanescentes, e área transversal dos galhos remanescentes (Gráficos 9, 10, 11, 12 e 13). A transformação dos valores absolutos em valores relativos, diminui sempre o grau de correlação, é no entanto bastante elucidativo em muitos casos, devido à resposta não ser linear. Na seqüência serão discutidas estas quatro variáveis mais importantes.

### **Comprimento de copa**

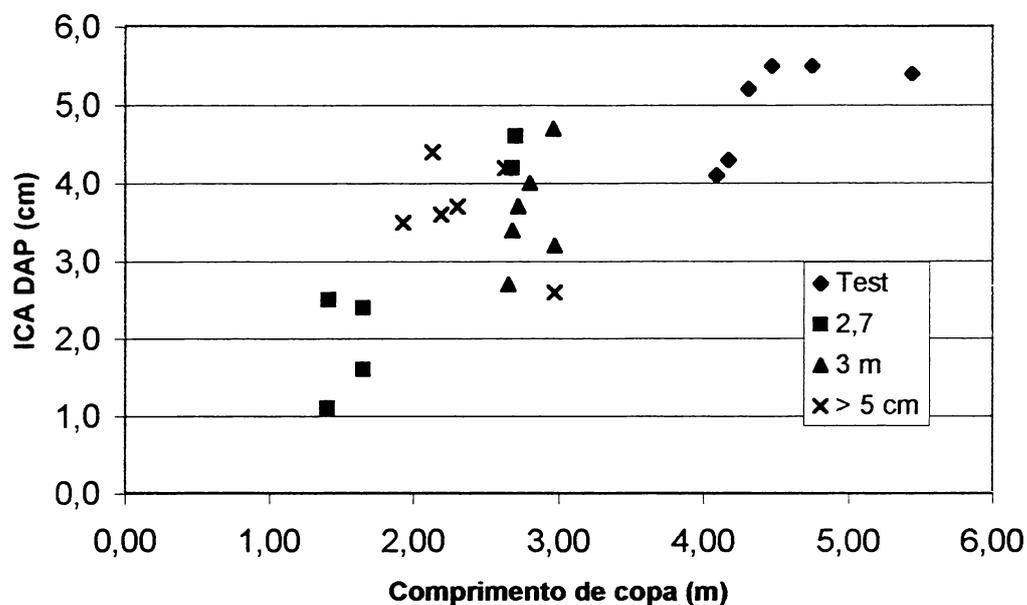
Embora exista uma tendência bem clara, mostrando que com a redução da copa também há uma redução no incremento em diâmetro, devem existir outros fatores que influenciam o crescimento (Gráfico 9). Uma copa de 3 m de comprimento tanto pode estar relacionada a um ICA do DAP de 3 cm quanto de 4,8 cm. Ou um incremento de 4 cm pode ser obtido com copas de 2 m quanto de 4 m.

GRÁFICO 8 - EFEITO DO COMPRIMENTO DA COPA REMANESCENTE APÓS A PODA, SOBRE A ALTURA APÓS 12 MESES, DE *Pinus taeda*, PODADO AOS 4 ANOS DE IDADE.



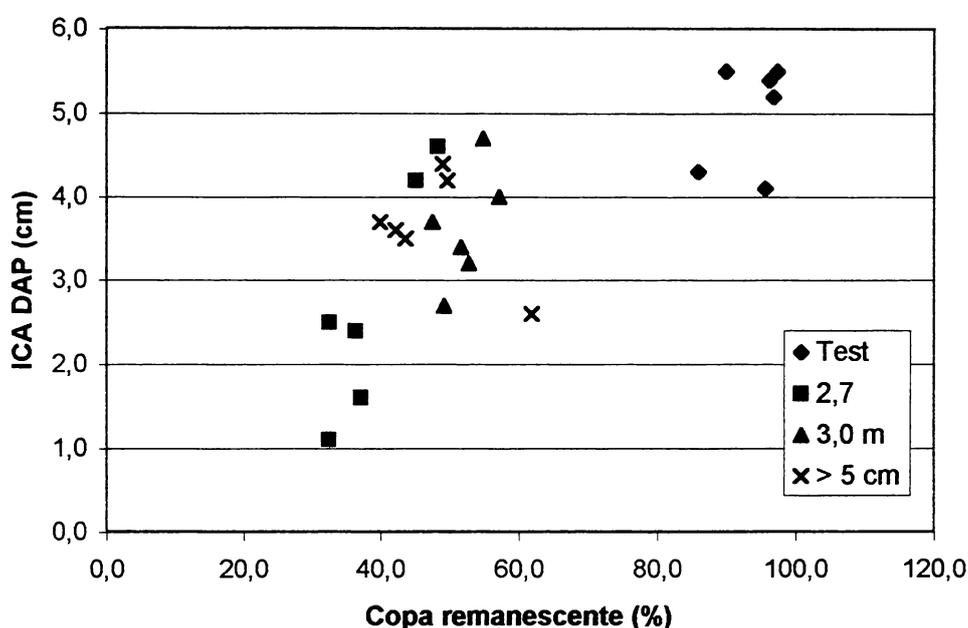
Fonte: Autor

GRÁFICO 9 - INCREMENTO CORRENTE ANUAL DO DAP EM FUNÇÃO DO COMPRIMENTO DAS COPAS DE *Pinus taeda* APÓS A PODA AOS 4 ANOS.



Fonte: Autor

GRÁFICO 10 - RELAÇÃO ENTRE O COMPRIMENTO RELATIVO DE COPA REMANESCENTE APÓS A PODA, E O INCREMENTO CORRENTE ANUAL DO DAP, EM *Pinus taeda* AOS 4 ANOS.



FONTE: Pesquisa de campo

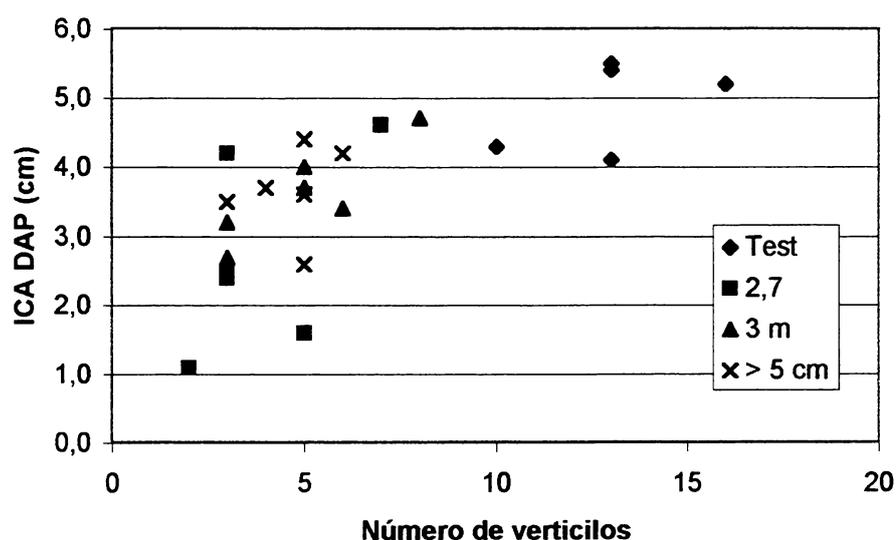
A transformação dos comprimentos de copa remanescente em valores relativos, mostra que, embora continue a haver uma grande variação na resposta, a tendência é mais clara. Árvores com 50 % ou mais de copa, praticamente não apresentam redução de crescimento. O tratamento de poda até 2,7 m de altura teve o maior número de árvores com copas excessivamente reduzidas, com reflexos sobre o incremento do DAP. No entanto duas árvores deste tratamento mantiveram quase 50 % de copa, e conseqüentemente seu incremento não diferiu dos demais tratamentos.

### Número de verticilos

Em trabalhos de pesquisa com outras espécies de *Pinus*, que produzem um verticilo anualmente como no caso de *Pinus sylvestris*, a definição da copa remanescente pode ser feita pela contagem dos verticilos (HENMAN, 1963). A

contagem de verticilos nestas espécies é fácil, servindo inclusive para determinar a idade das árvores. No *Pinus taeda* a formação de verticilos é irregular, com vários verticilos sendo formados por ano. A aplicação dos tratamentos resultou em árvores com copas de distintos números de verticilos. A comparação destes números com o incremento corrente anual do DAP, mostra uma interessante tendência (Gráfico 11).

**GRÁFICO 11 - INCREMENTO CORRENTE ANUAL DO DAP EM FUNÇÃO DO NÚMERO DE VERTICILLOS DE GALHOS REMANESCENTES APÓS A PODA DE *Pinus taeda*, AOS 4 ANOS.**



FONTE: Pesquisa de campo

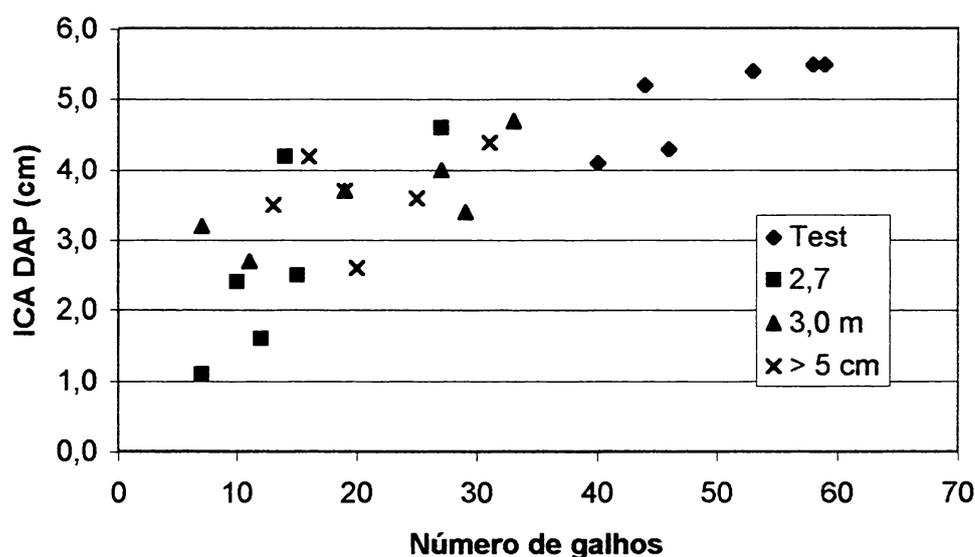
Genericamente, as árvores com menos do que 6 verticilos de galhos na copa tiveram uma redução no incremento corrente anual do DAP. Mas mesmo assim, árvores com apenas 3 verticilos remanescentes, tiveram incrementos de até 4 cm no DAP, igual ao de árvores com 13 verticilos.

### Número de galhos

O número total de galhos remanescentes, como expressão de volume de copa, poderia ser um indicativo das causas de respostas conflitantes com relação a outras variáveis. Esta variável já mostra uma linearidade mais acentuada, embora ainda existam respostas diferenciadas para o mesmo número de galhos (Gráfico 12).

Não se nota um ponto que possa ser tomado como limite mínimo do número de galhos na copa para um incremento estável. Quanto mais galhos, maior o incremento.

GRÁFICO 12 - INCREMENTO CORRENTE ANUAL DO DAP DE *Pinus taeda* EM FUNÇÃO DO NÚMERO DE GALHOS REMANESCENTE NA ÁRVORE APÓS OS TRATAMENTOS DE PODA AOS 4 ANOS.

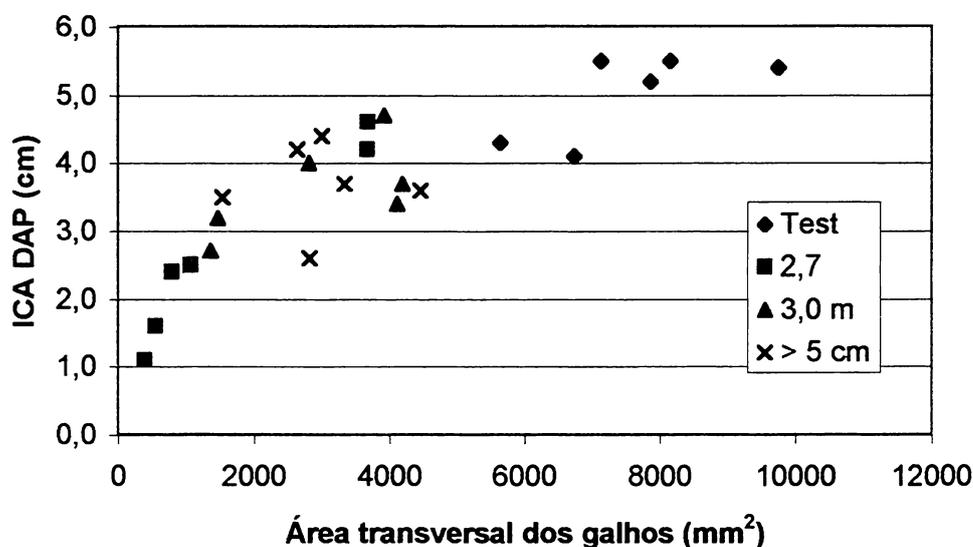


FONTE: Pesquisa de campo

### Área transversal dos galhos

A variável que teve maior correlação com o incremento do DAP foi a somatória das áreas transversais dos galhos remanescentes. Esta variável representa bem a biomassa dos galhos, responsável pela produção de assimilados que permitirão o crescimento e multiplicação das células cambiais. A distribuição dos pontos não é linear, porém a amplitude de variação do incremento do DAP com relação aos valores da área transversal é a menor até aqui observada (Gráfico 13). Mas também nesta variável, os incrementos em área transversal até aproximadamente 3000 mm<sup>2</sup> geram grandes incrementos do DAP. Os incrementos de 3000 até 10000 mm<sup>2</sup> de área transversal dos galhos tem efeitos menores sobre o crescimento em diâmetro.

**GRÁFICO 13 - INCREMENTO CORRENTE ANUAL DO DAP DE *Pinus taeda* EM FUNÇÃO DA ÁREA TRANSVERSAL DOS GALHOS REMANESCENTES NA ÁRVORE APÓS OS TRATAMENTOS DE PODA AOS 4 ANOS.**



FONTE: Pesquisa de campo

### 3.4.2 Avaliação dos tratamentos

Considerando os resultados desta pesquisa, pode se concluir que não há um tratamento melhor que outro do ponto de vista de produção de madeira. O que fará diferença, é a operacionalidade do tratamento, associado com a altura da árvore no momento da poda. A poda até 2,7 m de altura, neste experimento teve os piores resultados, indistintamente qual a variável avaliada. Mas como é uma altura fixa, quando aplicada em árvores um pouco mais altas, resultará em remoção menor de copa, e será equivalente aos outros dois tratamentos, que preservam uma copa de comprimento mais constante.

O tratamento de preservar 3 m de copa foi estabelecido apenas com objetivos de pesquisa. Sua operacionalidade em escala florestal não é boa. Embora esta seja uma das recomendações adotadas na Nova Zelândia na poda de *Pinus radiata* (KOEHLER, 1984), na prática está sujeita a avaliações muito subjetivas. A sua substituição por um diâmetro do tronco de referência é uma alternativa interessante. No caso presente, o diâmetro testado de 5 cm

teve resultados muito semelhantes ao do tratamento com comprimento de copa fixo de 3 m. Aumentando-se o diâmetro de referência para 6 cm, as copas remanescentes serão ligeiramente mais compridas que os 3 m testados.

Para que não ocorram grandes perdas no incremento (incrementos mínimos de 4 a 5 cm) do DAP, em função da poda dos galhos até 2,7 m de altura, a árvore deverá ter um DAP de 7 cm no mínimo, com uma copa remanescente de 2,7 m, equivalentes a 50 % da altura. Esta copa deverá ter um mínimo de 6 verticilos, com um total de 15 a 20 galhos, que juntos deverão somar uma área transversal de no mínimo 3.000 mm<sup>2</sup>.

### 3.5 EFEITOS A LONGO PRAZO

#### 3.5.1 Experimento de poda deixando distintas proporções da copa

##### Experimento I

Para analisar o efeito da poda sobre o crescimento do *Pinus taeda*, foi instalado um experimento na área I, constituído de 12 tratamentos aplicados a cinco árvores cada um. Este experimento ainda tinha dois tratamentos superiores (com desbaste e sem desbaste) aplicados em 2 x 60 árvores (12 x 5 árvores). No total, foi monitorado o crescimento de 120 árvores. Os diferentes regimes de poda estão descritos no quadro 7.

Este conjunto de tratamentos foi aplicado em duas áreas, uma com desbaste e a outra sem desbaste. O *Pinus taeda* foi plantado em 1982, no espaçamento 2,5 x 1,6 m (2.500 pl/ha). Na época da aplicação dos tratamentos de poda, aos 4 anos de idade, havia ainda espaço nas entre linhas, com a vegetação de campo ainda viva, tocando-se os galhos nas linhas. Na área desbastada foram selecionadas árvores dominantes, aproximadamente a cada 5 m na linha, em linhas alternadas. No momento da instalação do experimento foi retirada a árvore mais concorrente em um lado da árvore, na linha. No ano seguinte foi retirada a árvore do outro lado, e dois anos após o primeiro tratamento todas as árvores da linha sem tratamento foram

retiradas, restando na área apenas as árvores do teste de poda. Nesta área foi feita uma poda em todas as árvores até 6 m de altura aos 8 anos de idade. Todas as podas foram realizadas com serras de poda.

**QUADRO 7 – DESCRIÇÃO DOS TRATAMENTOS DE PODA APLICADOS EM *Pinus taeda* NA ÁREA I, CAMPO BELO DO SUL (SC).**

Código	4 anos	5 anos	6 anos
Aa	Sem poda	Sem poda	Sem poda
Ab	Sem poda	Poda até 6 verticilos	Sem poda
Ac	Sem poda	Poda até 6 verticilos	Poda até 6 verticilos
Ba	Poda até 4 verticilos	Sem poda	Sem poda
Bb	Poda até 4 verticilos	Sem poda	Poda até 6 verticilos
Bc	Poda até 4 verticilos	Poda até 4 verticilos	Poda até 4 verticilos
Ca	Poda até 2 verticilos	Sem poda	Sem poda
Cb	Poda até 2 verticilos	Sem poda	Poda até 4 verticilos
Cc	Poda até 2 verticilos	Poda até 2 verticilos	Poda até 2 verticilos
Da	Poda de todos verticilos	Sem poda	Sem poda
Db	Poda de todos verticilos	Sem poda	Poda até 2 verticilos
Dc	Poda de todos verticilos	Poda de todos verticilos	Poda de todos verticilos

FONTE: Autor

Na área sem desbaste as árvores do tratamento foram distribuídas da mesma forma que na área anterior, não sendo no entanto realizado qualquer retirada de árvores, nem a poda aos 8 anos foi realizada.

Em cada árvore foram medidas as alturas totais, da base da copa verde após a poda, e o DAP, durante os primeiros 4 anos de observação. Depois disso, apenas o DAP continuou sendo medido. Aos 18 anos, portanto 14 anos após a instalação do experimento, ainda foram medidos os diâmetros na base do tronco e a 5,5 m de altura. No momento da primeira poda, as árvores tinham uma altura média de 4,7 m e um DAP de 9 cm. As alturas médias de poda em cada tratamento estão relacionadas no quadro 8.

QUADRO 8 – ALTURAS DA BASE DA COPA (M), APÓS CADA TRATAMENTO DE PODA, DOS 4 AOS 7 ANOS, DE *Pinus taeda*.

Tratamento	4 anos	5 anos	6 anos	7 anos
Aa	0,00	0,00	0,00	2,38
Ab	0,00	3,51	3,51	3,51
Ac	0,00	3,05	4,31	4,31
Ba	2,79	2,79	2,79	2,79
Bb	2,36	2,36	4,26	4,26
Bc	2,95	4,71	6,02	6,02
Ca	3,56	3,56	3,56	3,56
Cb	3,58	3,58	5,92	5,92
Cc	3,91	5,61	6,61	6,61
Da	4,64	4,64	4,64	4,64
Db	4,61	4,61	6,35	6,35
Dc	4,57	5,16	6,04	6,04

FONTE: Pesquisa de campo

Estes tratamentos geraram uma variação muito grande das copas remanescentes após as podas. Nas análises subsequentes serão utilizados basicamente todos os dados. Apenas para efeito de ilustração, serão apresentados com mais detalhes 5 tratamentos, dos quais dois tem semelhança com as práticas atualmente adotadas.

A evolução das alturas e alturas da base da copa médias por tratamento podem ser visualizadas no gráfico 14. Os tratamentos representam:

Aa – árvores sem poda;

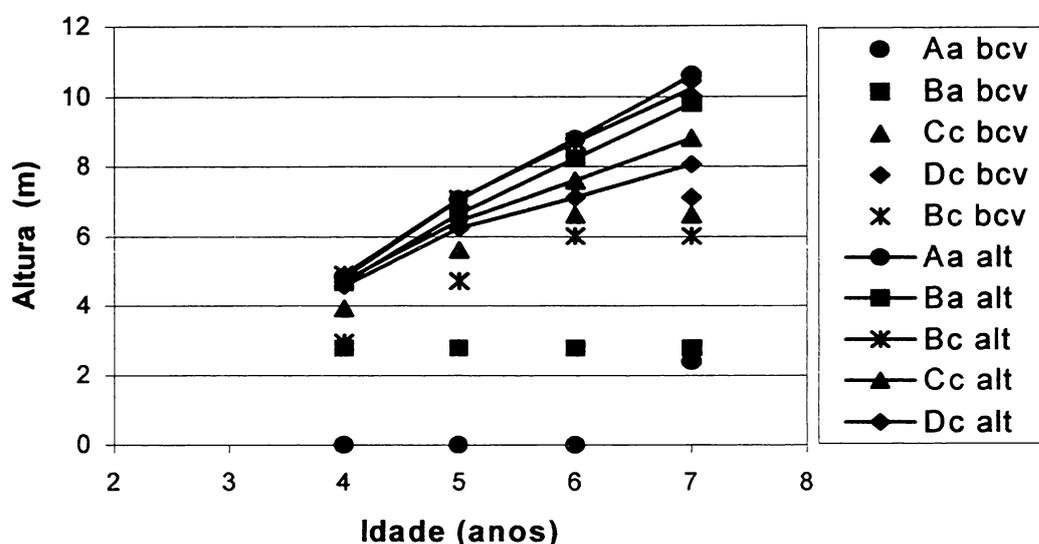
Ba – árvores com uma poda apenas, em média até 2,8 m de altura;

Bc – árvores podadas anualmente, até 6 m de altura;

Cc – árvores podadas anualmente, porém com alturas de poda maior;

Dc – árvores com remoção total dos galhos nas três podas.

**GRÁFICO 14 – ALTURAS DAS ÁRVORES E DAS BASES DAS COPAS VERDES, APÓS A PODA DE *Pinus taeda*, AOS 4, 5 E 6 ANOS DE IDADE. CÓDIGO DA LEGENDA: ALT – ALTURAS, BCV – BASE DA COPA VERDE. DEMAIS LETRAS (Aa, Ba, ETC) VER EXPLICAÇÃO NO TEXTO. ÁREA COM DESBASTE.**



FONTE: Pesquisa de campo

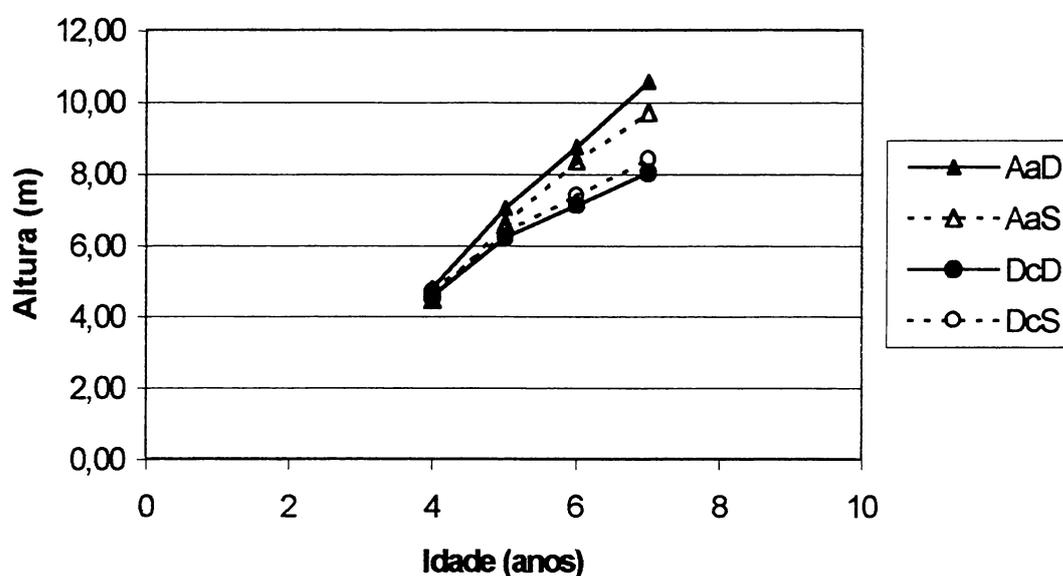
Os tratamentos Aa, Cc e Dc são considerados extremos, e tem como finalidade avaliar os limites possíveis do crescimento das árvores, com toda a copa ou sem copa. Os tratamentos Ba e Bc podem ser utilizados para produzir uma e duas toras de 2,5 m com madeira sem nós, respectivamente.

### 3.5.2 Interação entre desbaste e poda

O desbaste dos povoamentos visa dar mais espaço para o crescimento das árvores remanescentes, uma vez que quando os galhos das árvores ocupam todo o espaço, restringem o desenvolvimento das copas. Os galhos inferiores são sombreados e perdem capacidade de assimilação. Com isto, as copas são mantidas naturalmente com determinadas dimensões, dependentes do espaçamento entre as plantas. A poda, ao reduzir a copa, tem efeito semelhante. O objetivo da comparação entre árvores podadas crescendo em densidades baixas ou elevadas é isolar o efeito da competição sobre o crescimento.

A análise das respostas das árvores, submetidas a tratamentos iguais de redução da copa, porém crescendo livres ou em competição, mostra uma clara desvantagem das árvores excessivamente podadas (Gráfico 15). Comparando-se a altura das árvores, aquelas que estavam com a copa intacta, tiveram uma redução insignificante do crescimento em altura em função do aumento da densidade do povoamento. Nas árvores extremamente podadas, com retirada reiterada de todos os galhos, observa-se uma redução no crescimento em altura, atingindo uma diferença de 2,5 m após 3 anos, com relação à árvores não podadas.

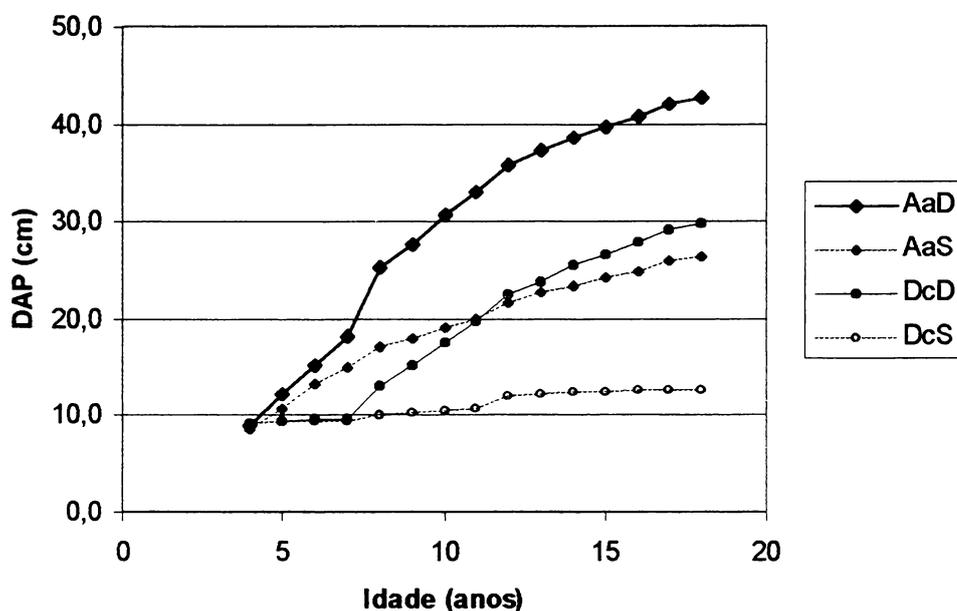
GRÁFICO 15 – CRESCIMENTO EM ALTURA DE *Pinus taeda*, EM FUNÇÃO DA PODA E DO DESBASTE DO POVOAMENTO. AaD – SEM PODA, DESBASTADO; AaS – SEM PODA E SEM DESBASTE; DcD – PODA TOTAL, COM DESBASTE; DcS – PODA TOTAL, SEM DESBASTE.



FONTE: Pesquisa de campo

Diferente da altura, o desbaste e a poda tem nítido efeito sobre o crescimento em diâmetro. As árvores não podadas tem crescimento máximo quando livres de competição. Nas áreas não desbastadas, a presença das árvores vizinhas sem poda causa uma acentuada redução no crescimento em diâmetro (Gráfico 16).

GRÁFICO 16 – CRESCIMENTO EM DIÂMETRO DE *Pinus taeda*, COM E SEM PODA, COM E SEM DESBASTE. AaD – SEM PODA, DESBASTADO; AaS – SEM PODA, SEM DESBASTE; DcD – PODA TOTAL E DESBASTE; DcS – PODA TOTAL, SEM DESBASTE.



FONTE: Pesquisa de campo

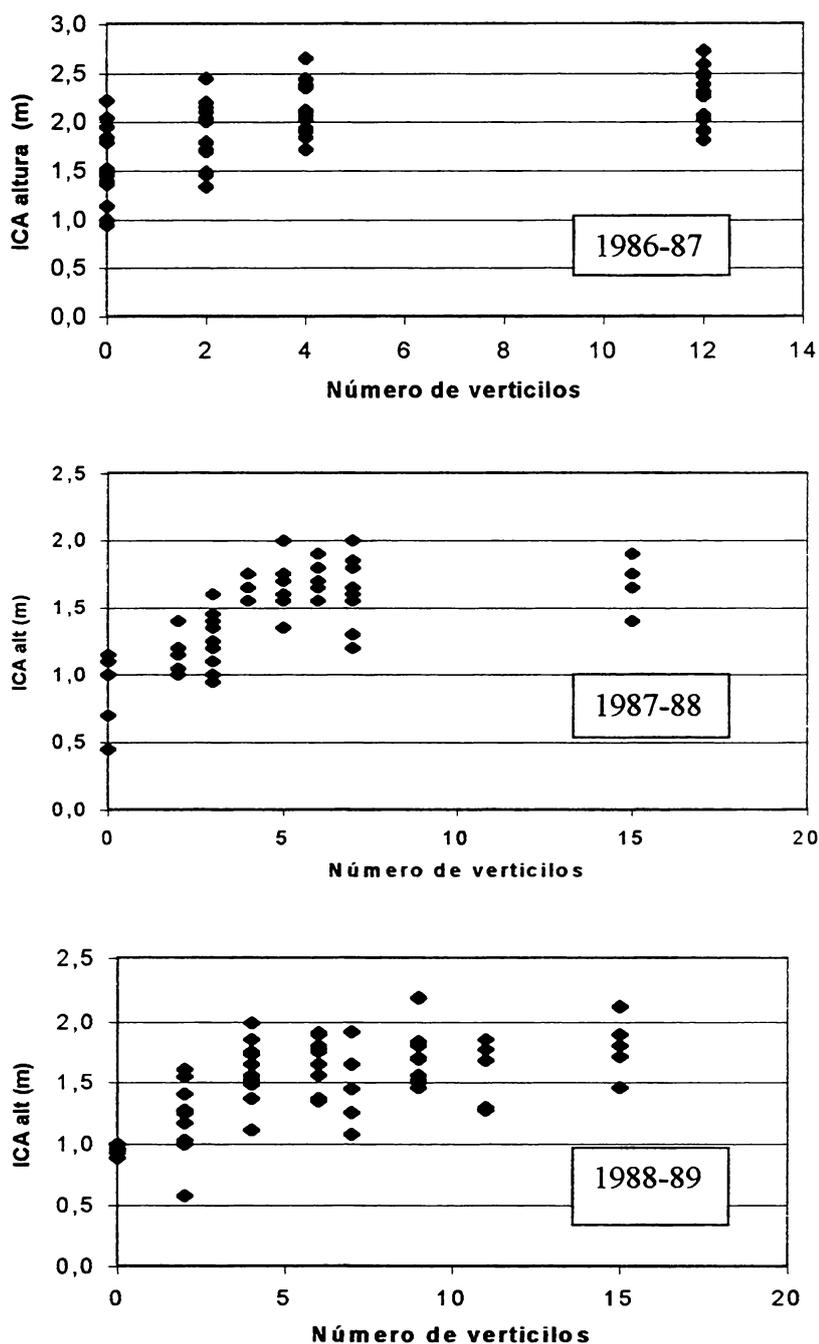
Além da redução do crescimento, as árvores da área desbastada, mesmo com desbastes posteriores, não se recuperaram mais, ocorreu a morte de algumas árvores nesta área. As árvores mais prejudicadas com a poda (principalmente o tratamento Dc), sofreram ataques de vespa-da-madeira (*Sirex noctilio*), provocando sua morte. O acréscimo em diâmetro observado dos 11 aos 12 anos no gráfico 16 é devido à nova base de cálculo da média, em função da mortalidade, não sendo um real incremento.

Considerando as grandes perdas de crescimento que as árvores tiveram na área não desbastada, esta não será utilizada para a análise dos efeitos da poda sobre o crescimento a longo prazo.

### 3.5.3 Crescimento em altura

Como foi visto no outro experimento, o crescimento em altura é relativamente pouco afetado pela poda. Existem no entanto limites de redução de copa que não devem ser ultrapassados. Na seqüência serão avaliadas três variáveis: número de verticilos remanescentes, comprimento de copa absoluto

GRÁFICO 17 – CRESCIMENTO EM ALTURA DE *Pinus taeda*, EM FUNÇÃO DO NÚMERO DE VERTICIOS REMANESCENTES APÓS A PODA.



e relativo, nos três anos após a poda. Confirma-se neste experimento, que para não ocorrer redução no crescimento em altura das árvores devem ser mantidos 4 a 6 verticilos de galhos (Gráfico 17). Um número maior de verticilos não interfere no crescimento em altura, dos 4 aos 7 anos.

#### Comprimento de copa

Com relação ao comprimento de copa, nos três anos houve uma reação similar ao observado no experimento da área II (Est.Exp.do Canguiri). O crescimento em altura é nitidamente reduzido quando a copa tem um comprimento menor que 2m (Gráfico 18).

#### Comprimento de copa relativo

Se o valor absoluto do comprimento de copa permanece constante, o valor relativo deve diminuir, a medida que a árvore aumenta a altura. Isto é claramente visível no gráfico 19. Na fase jovem (4-5 anos), a árvore tem perdas de incremento em altura quando a copa é menor que 40 %. Dois anos mais tarde (6-7 anos), o incremento da altura decresce apenas com copas inferiores a 20 % da altura.

#### 3.5.4 Crescimento em diâmetro

O crescimento em diâmetro apresenta maior sensibilidade ao decréscimo da copa. Qualquer das variáveis analisada, mostra limites bem maiores antes de uma eventual estabilização. Com relação ao número de verticilos remanescentes, uma variável de fácil quantificação pelos operários em operações de poda, aos 4 anos um número de 4 verticilos remanescentes aparenta ser suficiente. Em árvores 2 anos mais velhas, o incremento em diâmetro somente se estabilizou com 8 verticilos de galhos (Gráfico 20).

GRÁFICO 18 - INCREMENTO EM ALTURA (ICA) DE *Pinus taeda* EM FUNÇÃO DO COMPRIMENTO DE COPA REMANESCENTE APÓS A PODA, AOS 4, 5 E 6 ANOS DE IDADE.

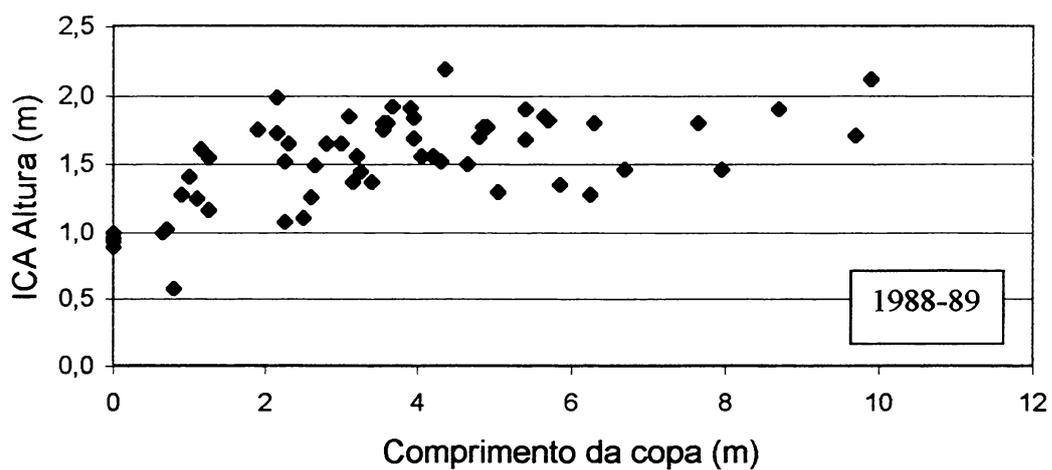
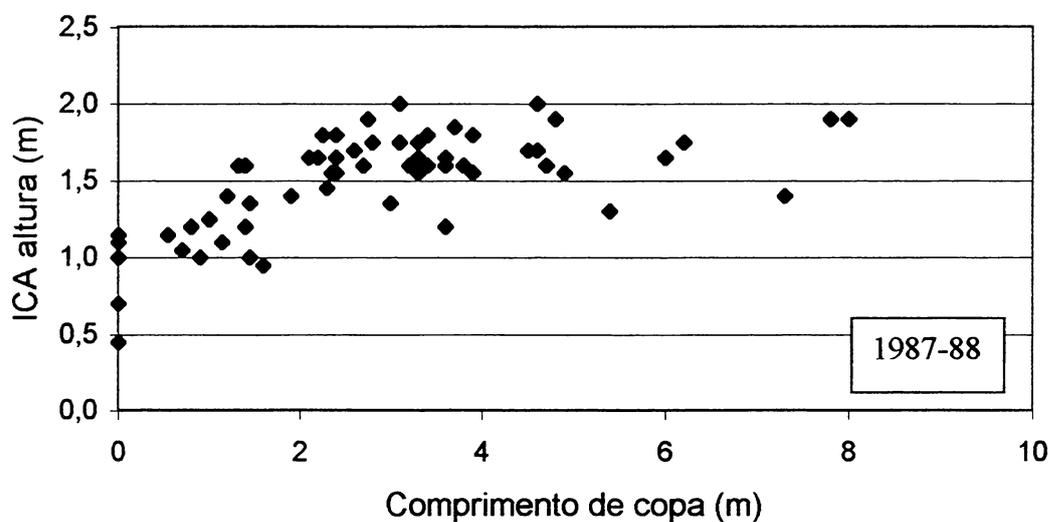
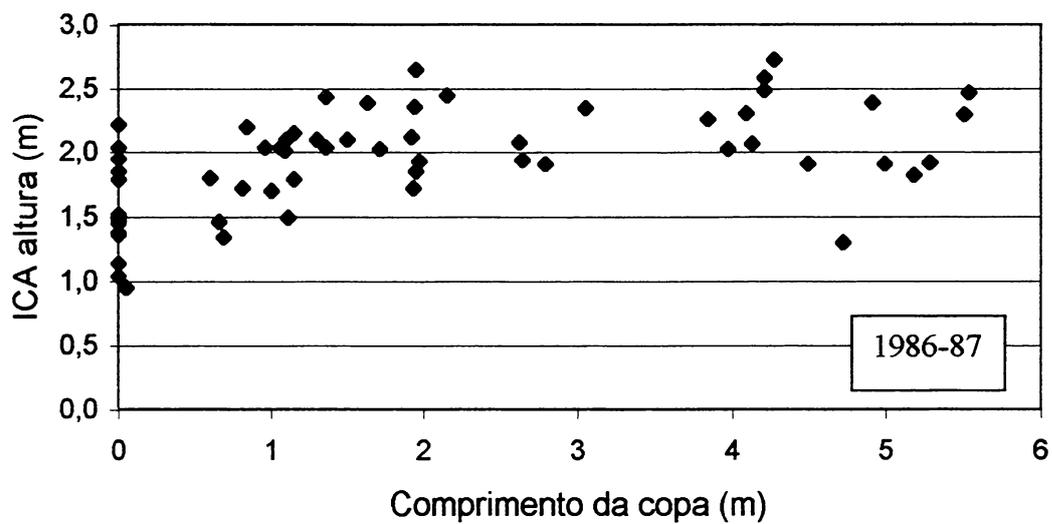


GRÁFICO 19 – INCREMENTO EM ALTURA (ICA) DE *Pinus taeda* EM FUNÇÃO DO COMPRIMENTO DE COPA RELATIVO (%), REMANESCENTE APÓS A PODA, AOS 4,5, E 6 ANOS DE IDADE.

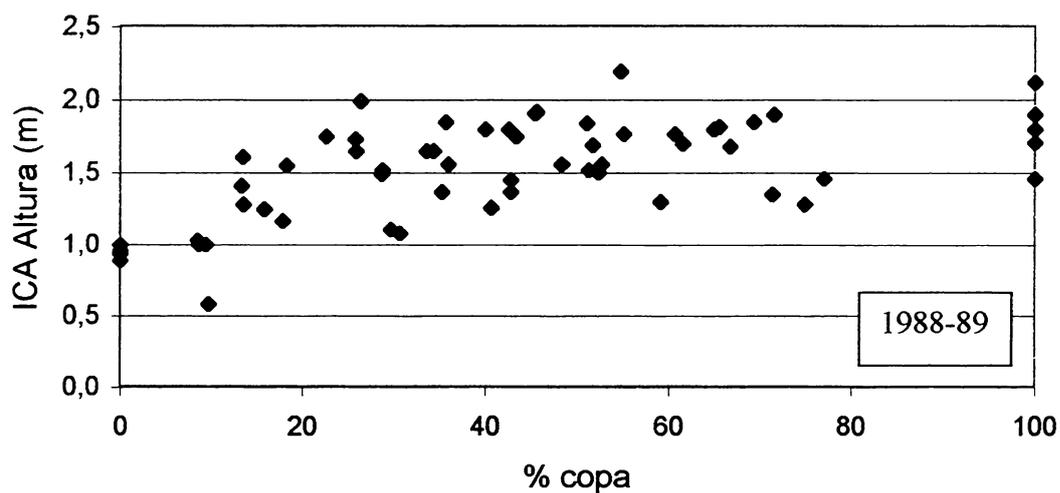
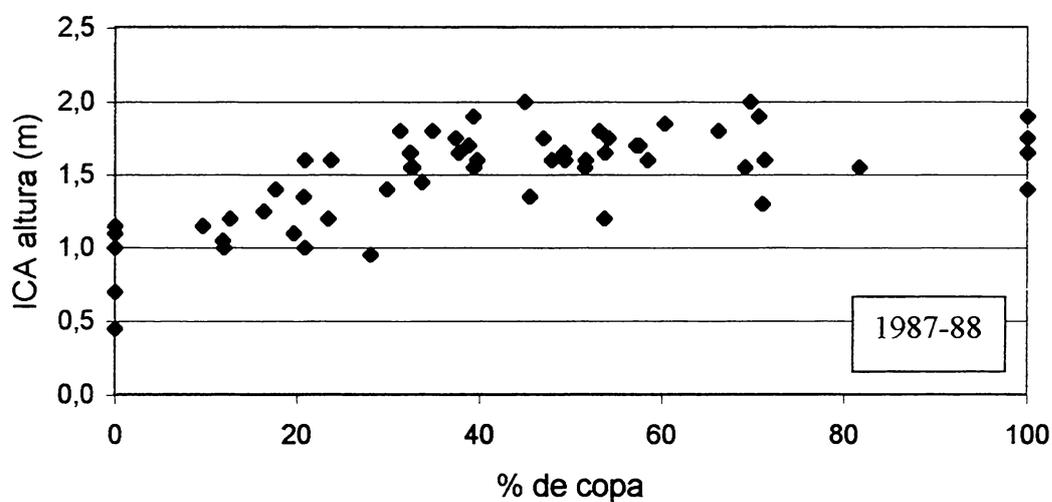
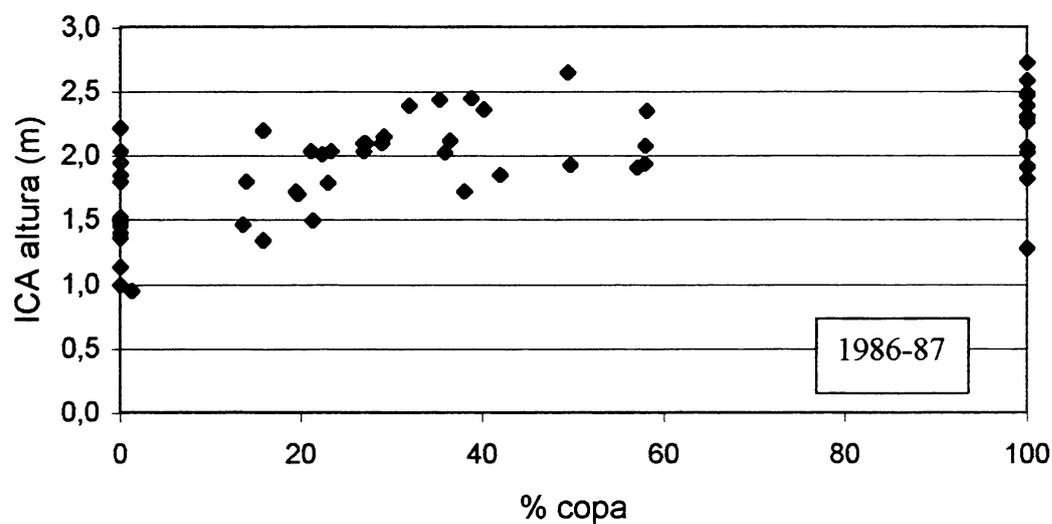
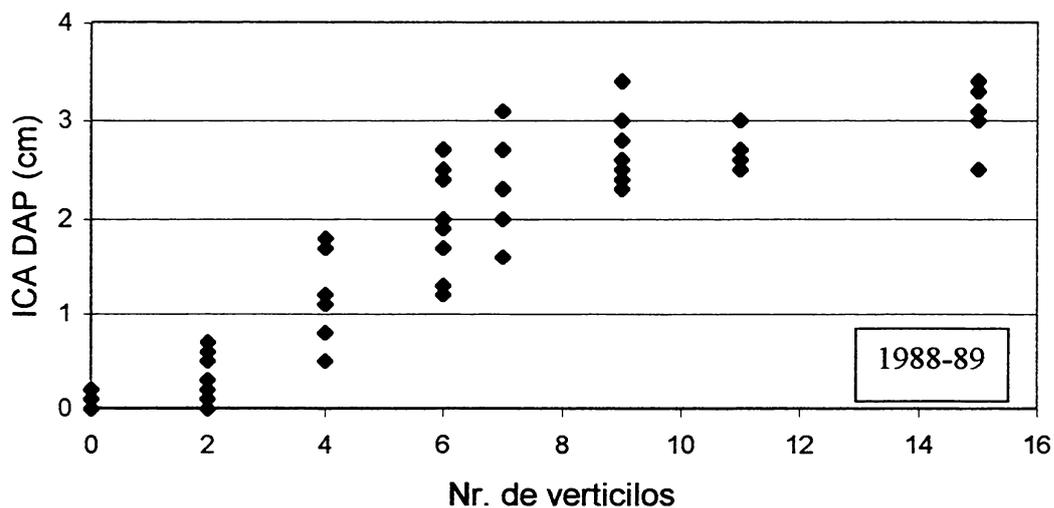
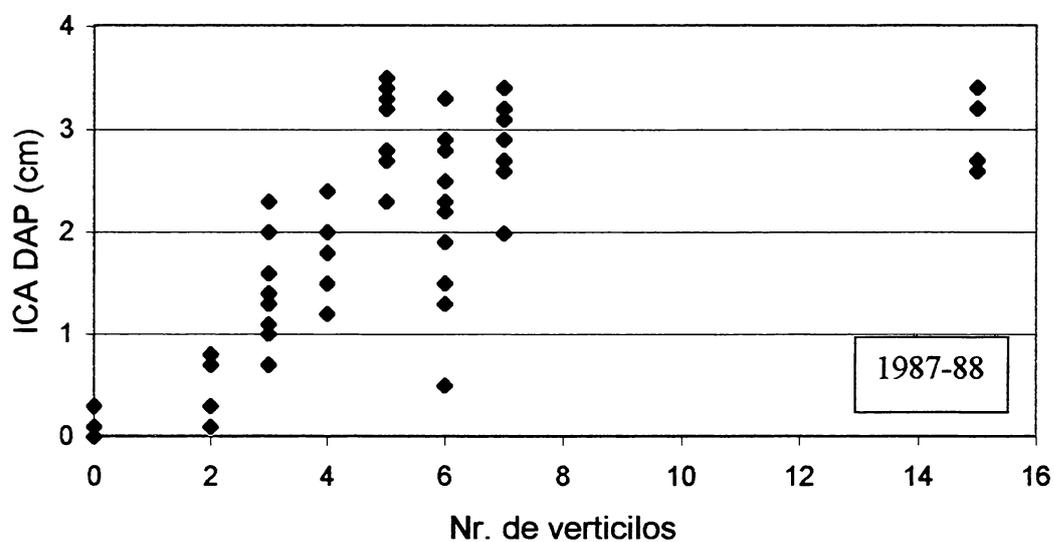
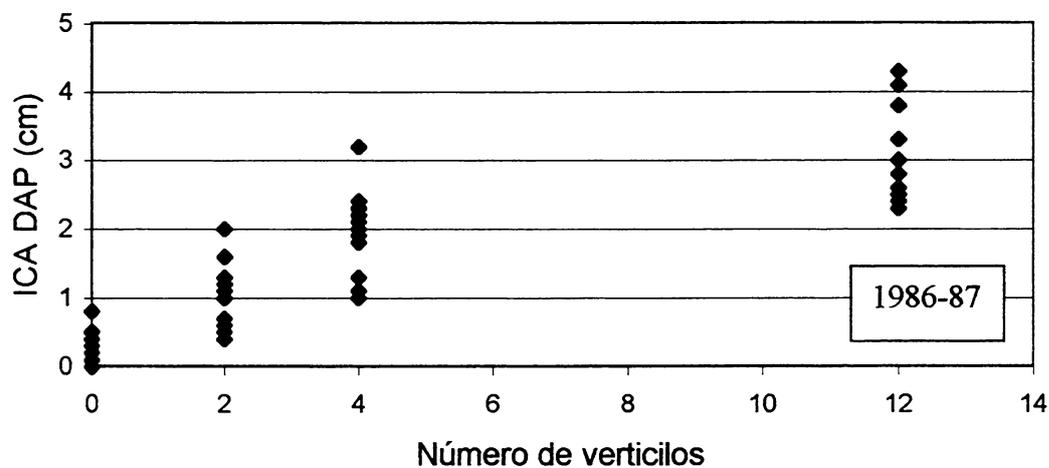


GRÁFICO 20 - INCREMENTO EM DAP (ICA) DE *Pinus taeda* EM FUNÇÃO DO NÚMERO DE VERTICILOS REMANESCENTE APÓS A PODA, AOS 4, 5 E 6 ANOS DE IDADE.



### Comprimento de copa

O comprimento de copa em que estabiliza o incremento em diâmetro vai aumentando com a idade da árvore . Aos 4 anos, não há uma clara estabilização, estando esta próxima dos 4 m. Aos 5 anos este limite é bem claro, passando para 5 m aos 6 anos (Gráfico 21). Interessante notar que nos 3 períodos, o incremento do DAP médio para estes comprimentos de copa variáveis, foi de 3 cm aproximadamente.

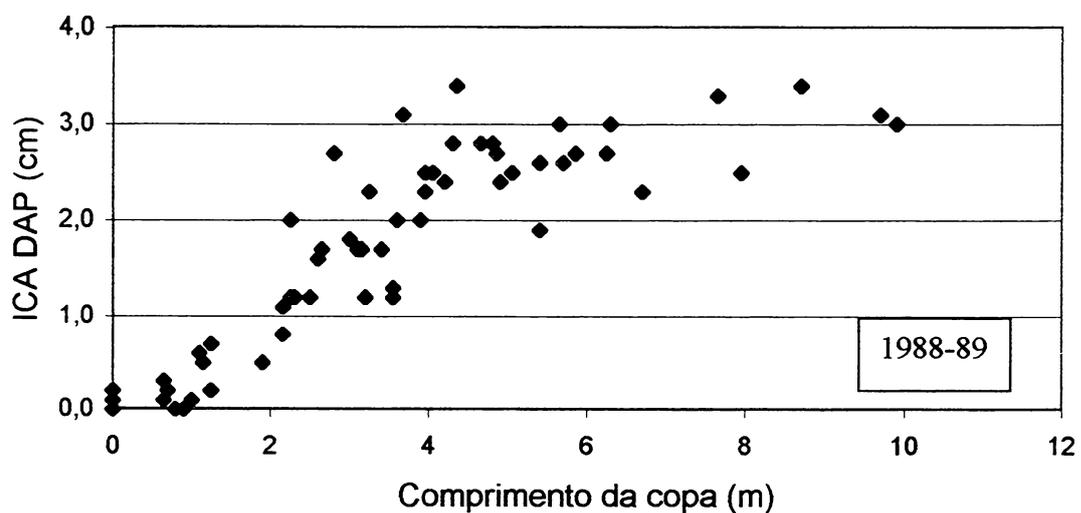
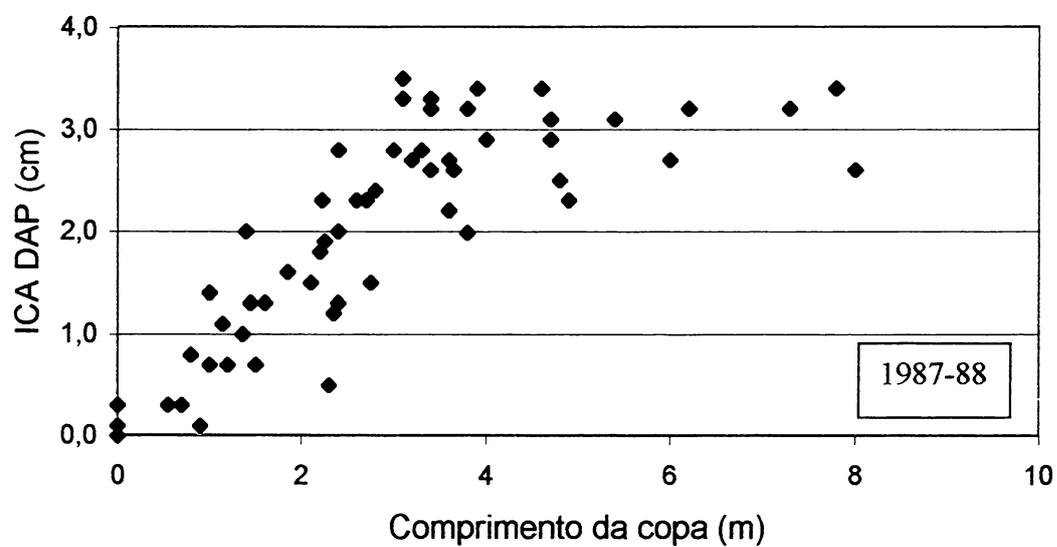
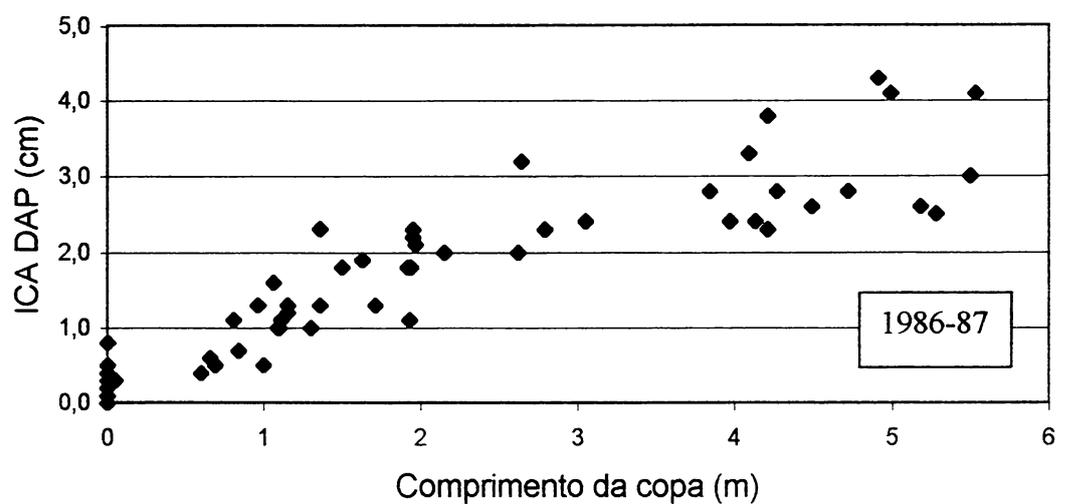
### Comprimento de copa relativo

O comprimento de copa relativo (% de copa remanescente) neste caso é mais constante. Diferente do incremento em altura, embora após a primeira poda não haja uma estabilização do incremento com copas menores que 100 %, na idade de 5 e 6 anos ocorre uma clara estabilização do incremento em diâmetro com 50 % de copa remanescente. Mais copa não melhora o crescimento em diâmetro (Gráfico 22).

### Proporção de copa removida

Na prática é muito comum ouvir expressões como “até 25 % de remoção da copa viva não reduz crescimento”. Inclusive alguns trabalhos usam esta variável para descrever o peso da poda. Ao se calcular a proporção de copa verde removida, sem levar em conta a altura da árvore, os resultados são bem diferentes. Na primeira poda, como a copa verde alcançava o solo, não há diferença entre as variáveis. Porém ao se avaliar a segunda poda utilizando esta variável, os resultados são surpreendentes (Gráfico 23). Como algumas árvores resultaram com copas muito curtas após a primeira poda, nenhuma remoção de galhos teve como consequência incrementos do DAP que variaram de 0,7 a 3,5 cm. Árvores com remoção de mais de 40 % da copa ainda tinham incrementos de até 3,2 cm.

GRÁFICO 21 - INCREMENTO EM DAP (ICA) DE *Pinus taeda* EM FUNÇÃO DO COMPRIMENTO DE COPA REMANESCENTE APÓS A PODA, AOS 4, 5 E 6 ANOS DE IDADE.



FONTE: Pesquisa de campo

GRÁFICO 22 - INCREMENTO EM DAP (ICA) DE *Pinus taeda* EM FUNÇÃO DO COMPRIMENTO DE COPA RELATIVO REMANESCENTE APÓS A PODA, AOS 4, 5 E 6 ANOS DE IDADE.

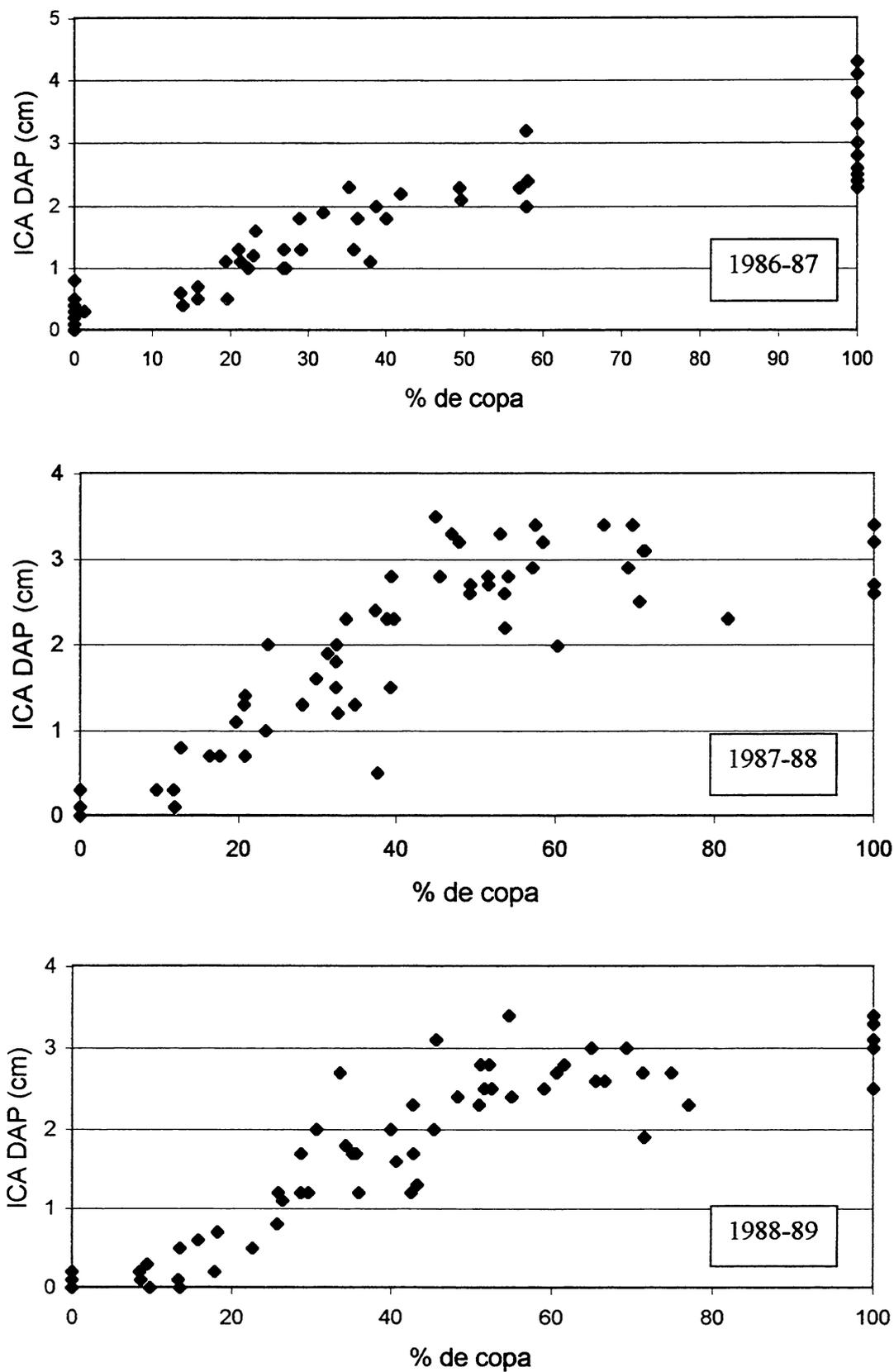
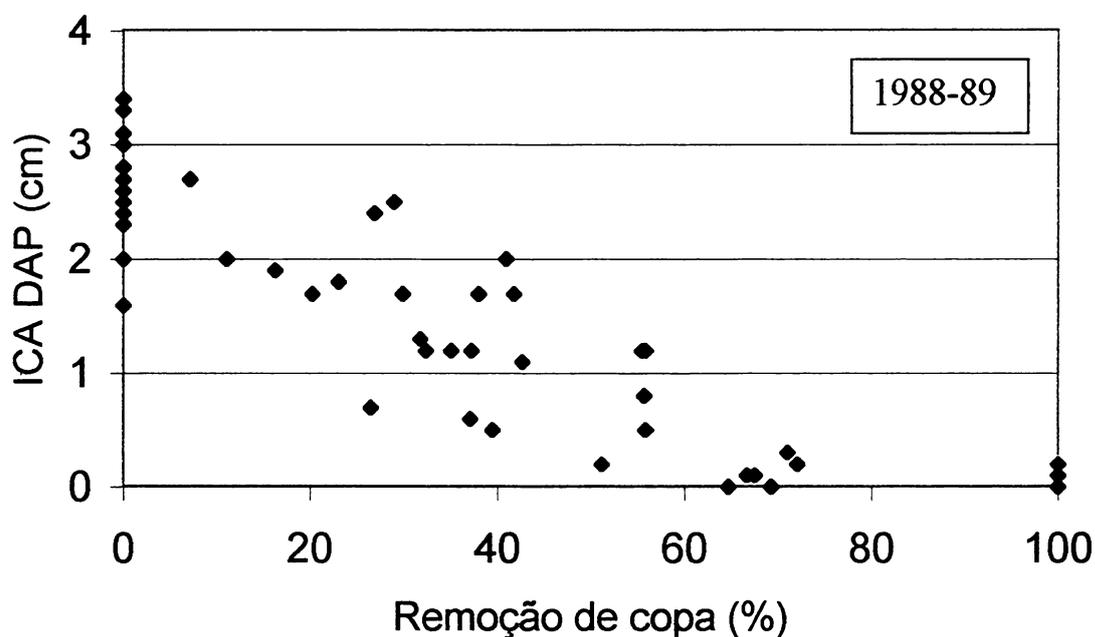
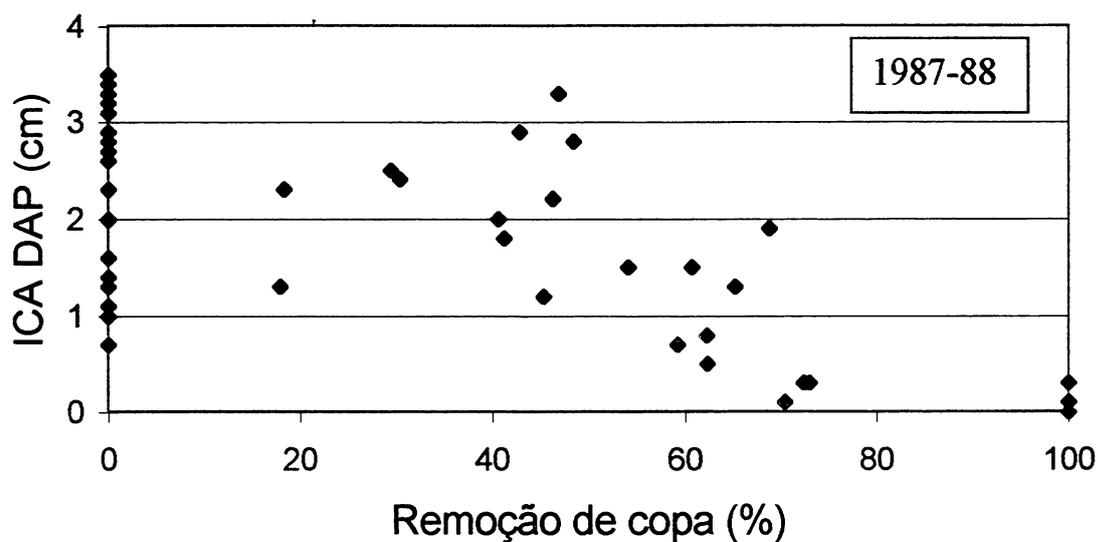


GRÁFICO 23 - INCREMENTO DO DAP (ICA) DE *Pinus taeda* EM FUNÇÃO DA PROPORÇÃO DE COPA VERDE REMOVIDA NA PODA, AOS 5 E 6 ANOS DE IDADE.



FONTE: Pesquisa de campo

Na terceira poda, a relação entre remoção de copa verde e incremento é mais clara, decrescendo na tendência geral com qualquer remoção. Deve se ter em mente, que com copas já curtas, qualquer remoção significa proporcionalmente muito. Esta variável com toda certeza não deve ser usada para avaliar os efeitos da poda.

## Persistência das diferenças

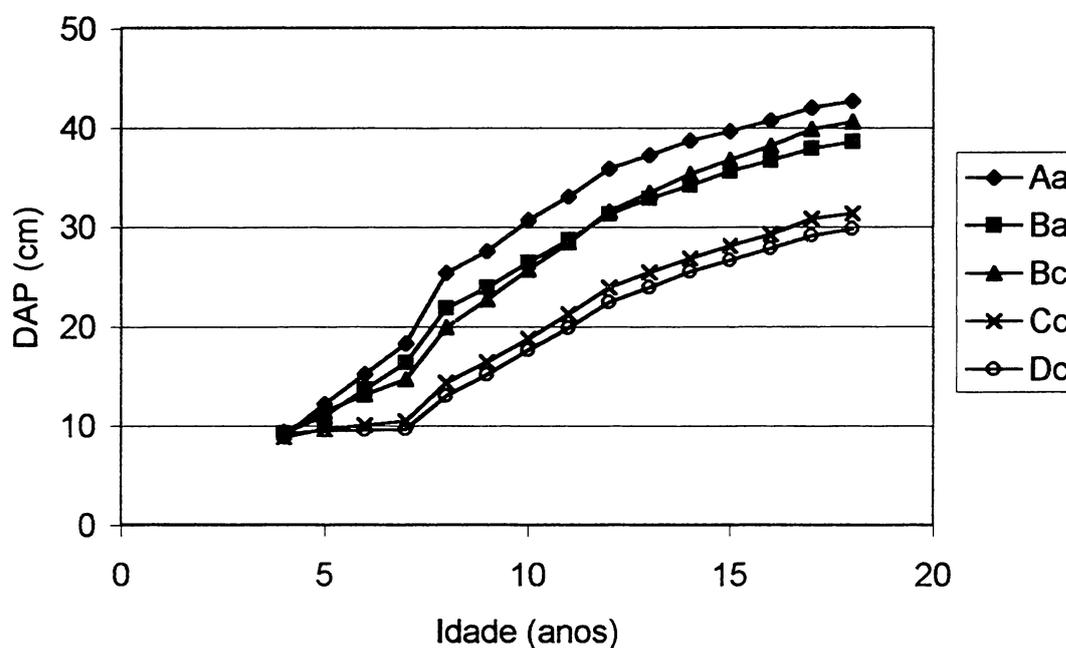
O crescimento em diâmetro é nitidamente afetado pelos tratamentos de poda. Mas uma vez atingida a altura de poda desejada, a dúvida existia sobre a eventual recuperação das árvores, quando todas tivessem a mesma copa. Após todas as árvores do experimento terem sido podadas a 6 m de altura aos 8 anos, o crescimento em diâmetro foi acompanhado por mais 10 anos (Gráfico 24). A diferença entre os diâmetros, que vinha crescendo desde o início das podas, parou de crescer após a poda até os 6 m. E desde então vem se mantendo constante (Gráfico 25).

Comparando-se alguns tratamentos, verifica-se que a diferença entre as árvores totalmente podadas (tratamento Dc) e as que não foram podadas (tratamento Aa), atingiu em média 12,8 cm (12,4 a 13,4). A diferença entre as árvores que somente tiveram a poda baixa (tratamento Ba) e as árvores não podadas (Aa), estabilizou-se em 8,8 cm (9,0 a 8,7). Esta não recuperação dos diâmetros terá um reflexo bastante grande sobre a produção de madeira. O tratamento Ba, em comparação com as árvores podadas três vezes com retirada total dos galhos, a diferença média foi inicialmente de 3,6 cm, estabilizando-se entre 4,6 e 4,1 cm. A diferença entre os tratamentos Ba e Bc é quase nula, porém com relação ao tratamento Aa (sem poda) a diferença do tratamento Bc (três podas escalonadas) vem diminuindo.

### 3.5.5 Alteração do fator de forma

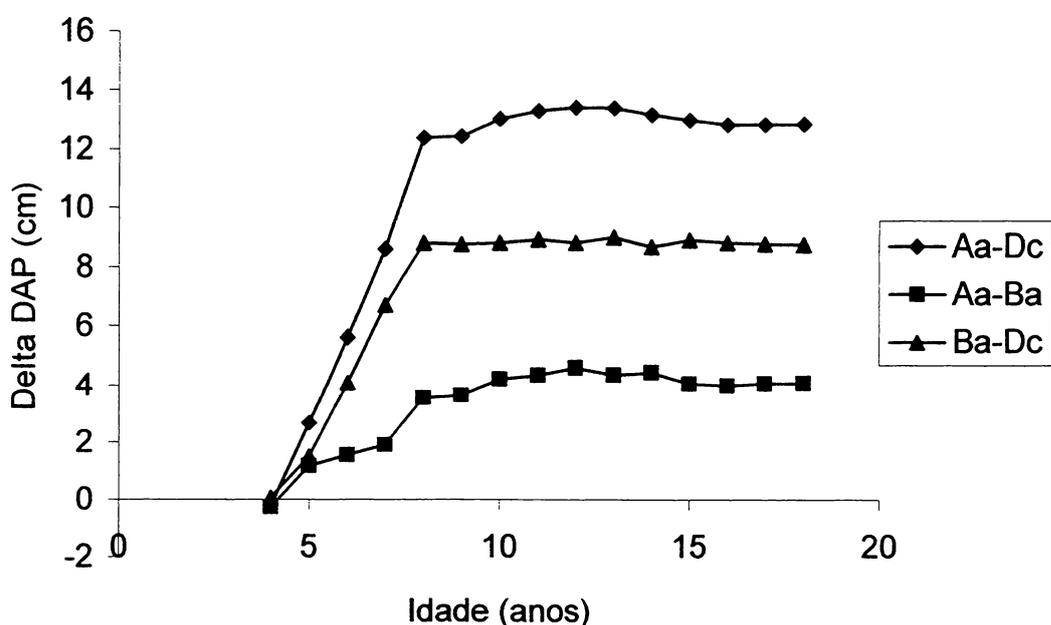
Característica sempre mencionada com relação ao efeito da poda é a melhoria da forma do tronco, com troncos mais cilíndricos nas árvores podadas, com menor afilamento (a diminuição do diâmetro por metro linear de tronco). Ao se mensurar o incremento em diâmetro na base da copa logo após a poda, este será quase sempre maior neste ponto que em alturas mais baixas. Isto não significa no entanto que os diâmetros sejam maiores. O afilamento interessa no corte da madeira principalmente. Analisou-se portanto o afilamento dos troncos no segmento de 1,3 a 5,5 m de altura, aos 18 anos (Quadro 9).

GRÁFICO 24 - CRESCIMENTO DO DIÂMETRO (DAP) DE *Pinus taeda* DURANTE 14 APÓS 5 REGIMES DE PODA, EM ÁREA COM DESBASTE PESADO. MÉDIAS DE 5 ÁRVORES.



FONTE: Pesquisa de campo

GRÁFICO 25 - DIFERENÇAS DE DAP (DELTA DAP) EM FUNÇÃO DA IDADE, ENTRE ÁRVORES DE *Pinus taeda* SUBMETIDAS A 3 REGIMES DIFERENTES DE PODA, EM ÁREA COM DESBASTE PESADO. MÉDIAS DE 5 ÁRVORES.



FONTE: Pesquisa de campo

QUADRO 9 – COMPARAÇÃO DAS MÉDIAS DO GRAU DE AFILAMENTO DAS TORAS DE *Pinus taeda*, AOS 18 ANOS, EM FUNÇÃO DOS TRATAMENTOS DE PODA REALIZADOS AOS 4, 5 E 6 ANOS DE IDADE. TESTE DE COMPARAÇÃO MÚLTIPLA DE DUNCAN. F = 2.65, P = 0.000

Tratamento	Afilamento (cm/m)	Tratamentos											
		Aa	Ab	Ac	Ba	Bb	Bc	Ca	Cb	Cc	Da	Db	Dc
Aa	1,74									**		*	
Ab	1,43												
Ac	1,85									**		*	*
Ba	1,31												
Bb	1,85									**		*	*
Bc	1,57												
Ca	1,56												
Cb	1,83									**		*	*
Cc	1,03												
Da	1,30												
Db	1,14												
Dc	1,17												

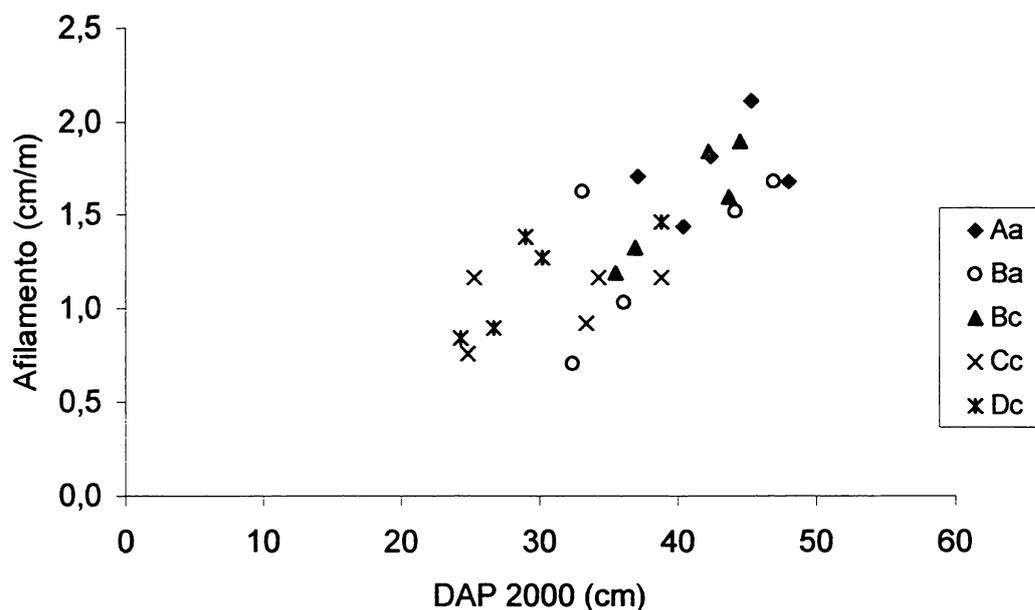
FONTE: Autor

NOTA: \*  $p < 0.05$ ; \*\*  $p < 0.01$

Os tratamentos de poda afetaram o afilamento. As diferenças significativas das médias são devidas ao tratamento Cc ( poda durante 3 anos deixando apenas 2 verticilos) e os tratamentos Db e Dc (também podas bastante extremas). As árvores dos tratamentos mais pesados tiveram formas melhores, porém sem muita consistência, quando comparados com alguns tratamentos mais leves (Ba e Ab), em que as médias do afilamento são semelhantes ao tratamento Da (uma poda inicial com remoção de todos os galhos e posteriormente sem podas).

Como pode ser visto no gráfico 26, o afilamento está relacionado com o diâmetro das árvores e a poda. As podas mais drásticas tem diâmetro mais reduzido, e afilamento menor. As podas menos drásticas ou mais tardias tem maior afilamento, porém os diâmetros também são mais elevados.

**GRÁFICO 26 - VARIAÇÃO DO AFILAMENTO DO TRONCO DE *Pinus taeda*, EM FUNÇÃO DO REGIME DE PODAS E DO DAP AOS 18 ANOS DE IDADE. AFILAMENTO: DIMINUIÇÃO DO DIÂMETRO DA TORA, POR METRO LINEAR, ENTRE 1,3 M E 5,5 M DE ALTURA.**



FONTE: Pesquisa de campo

### 3.5.6 Produção de madeira

Como já visto no item 3.5.4, após cessadas as podas, os incrementos em diâmetro foram iguais para todas as árvores, mantendo-se as diferenças entre os diâmetros constantes. Isto tem um reflexo considerável sobre a produção de madeira na parte inferior do tronco da árvore. Na média, as árvores do tratamento sem poda até os 8 anos tinham um volume de madeira nas duas toras do pé de 0,666 m<sup>3</sup>. Algumas árvores neste tratamento chegaram a mais de 0,800 m<sup>3</sup>. As árvores submetidas a podas severas produziram no mesmo período apenas 0,340 m<sup>3</sup> (Quadro 10).

**QUADRO 10 - VOLUME DE MADEIRA DE DUAS TORAS DE 2,5 M DA BASE DAS ÁRVORES DE *Pinus taeda*, SEGUNDO OS TRATAMENTOS DE PODA A QUE FORAM SUBMETIDOS.**

Tratamento	Tora de 0,0 a 2,5 m		Tora de 2,5 a 5,0 m		Tora total 0,0 a 5,0 m (m <sup>3</sup> )
	Ø 2,5 m (cm)	Volume (m <sup>3</sup> )	Ø 5,0 m (cm)	Volume (m <sup>3</sup> )	
Aa	40,1	0,375	36,2	0,289	0,664
Ab	37,7	0,346	34,8	0,260	0,606
Ac	40,9	0,346	36,6	0,298	0,695
Ba	36,2	0,315	33,2	0,246	0,561
Bb	39,8	0,373	35,5	0,283	0,656
Bc	38,1	0,345	34,8	0,263	0,608
Ca	38,2	0,348	34,9	0,265	0,613
Cb	38,7	0,346	34,4	0,260	0,606
Cc	29,3	0,216	27,5	0,164	0,380
Da	34,9	0,298	32,4	0,227	0,525
Db	28,2	0,196	25,9	0,147	0,343
Dc	27,9	0,196	25,5	0,144	0,340

FONTE: Pesquisa de campo

Embora o afilamento das toras em alguns tratamentos tenha sido melhor, as árvores nos tratamentos com podas mais leves atingiram diâmetros maiores, produzindo mais volume de madeira. A análise estatística dos tratamentos com relação ao volume de madeira produzido no segmento de tronco até 5,5 m de altura (duas toras de 2,5 m), mostrou resultados similares ao da análise do afilamento (Quadro 11). Os tratamentos Cc, Db e Dc destacam-se como menos produtivos

O volume de madeira produzido aos 18 anos está razoavelmente correlacionado com o diâmetro do tronco aos 10 anos (Gráfico 27). Ou seja, quanto maior o diâmetro na fase jovem, maior o volume no corte. A análise dos dados nos mostra no entanto que mesmo árvores severamente podadas, que aos 8 anos tinham apenas 15 cm de DAP, recuperaram as copas e produziram 0,6 m<sup>3</sup> de madeira, semelhante à produção de árvores sem poda que tinham 26 cm de DAP aos 8 anos.

QUADRO 11 – COMPARAÇÃO DAS MÉDIAS DO VOLUME DA BASE DO TRONCO (0,0 A 5,0M) DE *Pinus taeda*, AOS 18 ANOS, EM FUNÇÃO DOS TRATAMENTOS DE PODA REALIZADOS AOS 4, 5 E 6 ANOS DE IDADE. TESTE DE COMPARAÇÃO MÚLTIPLA DE DUNCAN. F = 3.98, P = 0.000

Tratamento	Volume (m <sup>3</sup> )	Tratamentos											
		Aa	Ab	Ac	Ba	Bb	Bc	Ca	Cb	Cc	Da	Db	Dc
Aa	0,664	-								**		**	**
Ab	0,606		-							*		*	*
Ac	0,695			-						**		**	**
Ba	0,561				-							*	*
Bb	0,656					-				**		**	**
Bc	0,608						-			*		*	*
Ca	0,613							-		*		**	**
Cb	0,616								-	*		**	**
Cc	0,379									-			
Da	0,525										-		
Db	0,342											-	
Dc	0,340												-

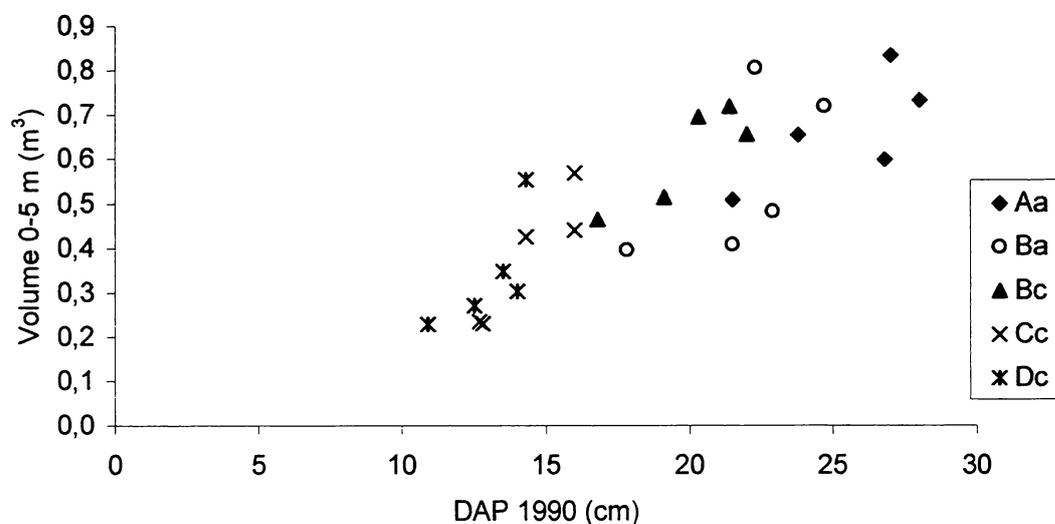
FONTE: Autor

Nota: \* p < 0.05; \*\* p < 0.01

### 3.5.7 A altura do toco no corte final

Fator relevante para a poda foi observado durante as medições dos diâmetros das árvores nos 14 anos de observação. É amplamente conhecido que no corte das árvores a altura do corte não é rente ao solo, e dependendo da habilidade do motosserrista este toco é maior ou menor. Para efeitos de análises de árvores cortadas, a altura deste toco é levada em consideração, medindo-se o mesmo no momento do corte.

**GRÁFICO 27 - RELAÇÃO ENTRE O DAP AOS 8 ANOS DE IDADE E O VOLUME DE MADEIRA COM CASCA PRODUZIDO NA BASE DO TRONCO (0 A 5 M) EM FUNÇÃO DE 5 REGIMES DE PODA APLICADOS DOS 4 AOS 6 ANOS DE IDADE EM *Pinus taeda*.**



FONTE: Pesquisa de campo

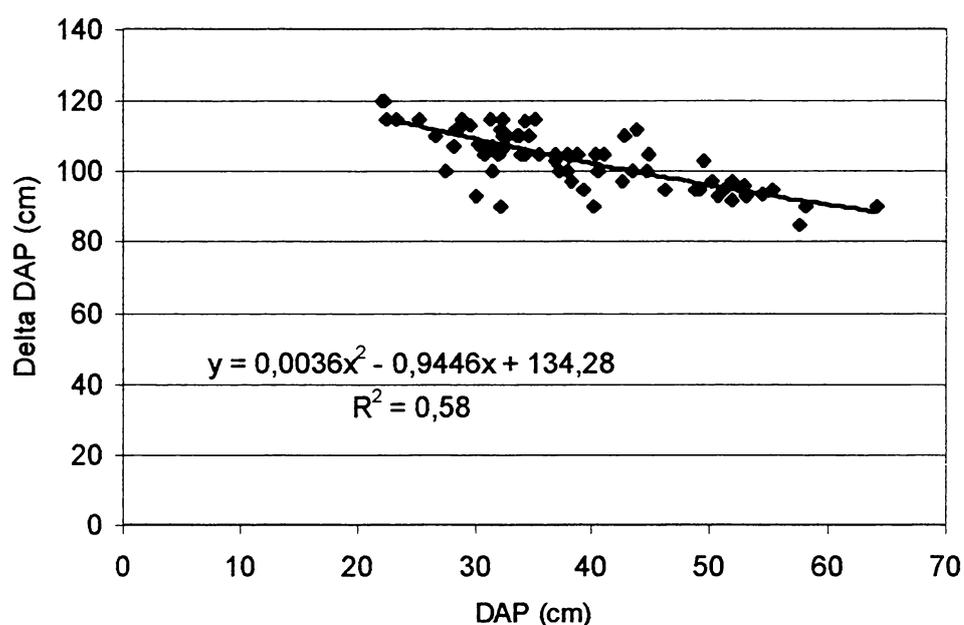
Para a medição dos DAP's das árvores deste experimento, e sua posterior remedição, este foi marcado aos 4 anos (1ª medição) de forma a ser reconhecido futuramente (um pequeno corte na casca, com serrote). A medida que o tempo foi passando, a altura original do DAP de 1,3 m foi diminuindo, quando este era medido com relação ao solo no pé da árvore. Assim sendo, o toco deixado no corte final é bem maior do que a medição no momento do corte, quando for considerado o nível inicial do solo. Este nível inicial é a referência para a poda executada nas idades mais jovens.

A altura da poda na idade jovem deve ser de acordo com o comprimento das toras no corte final. Alguns centímetros podados a menos podem invalidar totalmente o trabalho, deixando por exemplo um verticilo de galhos (e nós) na extremidade superior da tora.

Com o objetivo de avaliar a alteração da altura de corte em relação ao DAP, foram realizadas medições aos 19 anos de idade, da distancia entre o DAP e a suposta altura de corte (Delta DAP), avaliada por pessoa prática em corte de

árvores, em outra parcela experimental de desbastes de *Pinus taeda*, na área I. Os resultados destas medições mostram que com o aumento do DAP também aumenta a altura de corte (Gráfico 28). Em árvores com 60 cm de DAP, esta altura de corte está a aproximadamente 40 cm acima do nível original. Ou seja, se queremos uma tora com 2,5 m sem nós, a árvore deverá ser podada até no mínimo 2,9 m de altura aos 4-5 anos de idade.

GRÁFICO 28 – RELAÇÃO DA DISTÂNCIA ENTRE A ALTURA DO CORTE E O DAP (DELTA DAP) EM FUNÇÃO DO DAP DE *Pinus taeda*, AOS 19 ANOS DE IDADE.



FONTE: Pesquisa de campo

#### 4. ANÁLISE ECONÔMICA DA PODA

Do ponto de vista econômico, a poda deve ser considerada um investimento, que terá retorno basicamente no final da rotação. A prática tem mostrado que dependendo do regime de desbastes, já nos últimos desbastes antes do corte final é possível colher madeira com as características qualitativas exigidas pelas indústrias laminadoras e serrarias que exportam madeira. Estas oferecem um bônus em termos de preço, pela madeira podada, antecipando assim o retorno financeiro da poda.

Quando a poda é executada com objetivos profiláticos, reduzindo o risco de perdas por incêndios ou pelos danos dos roedores, ou mesmo para facilitar o acesso às árvores do povoamento, os custos devem ser vistos como custos de produção, sem uma perspectiva de retorno do capital investido através da venda de madeira de melhor qualidade.

Estes objetivos podem ser alcançados concomitantemente com uma poda que vise aumentar a qualidade da madeira, e assim, no corte final haverá retorno para o investimento.

Algumas reflexões são importantes antes de adotar a poda como rotina (EVANS, 1986):

- os custos da poda tendem a aumentar no futuro, devido a uma melhor remuneração dos trabalhadores florestais;
- a madeira de boa qualidade, sem nós, extraída de florestas nativas está cada vez mais escassa;
- como investimento, a poda tem excepcional valor, pois é uma atividade simples, pode ser executada por pessoas com pouco treinamento, não exige alta tecnologia e dentro de determinados limites de tempo, pode ser considerada como muito flexível quanto à sua aplicação;
- é uma atividade que continuará no futuro exigindo mão-de-obra, podendo portanto ser uma ótima fonte de geração de empregos.

## 4.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS

A decisão de podar e sua execução adequada, por si só não garantem a qualidade da madeira e o retorno financeiro. Quando esta tarefa é realizada com o propósito de gerar madeira de alta qualidade, outras ações silviculturais são importantes para garantir o sucesso. O manejo da densidade no povoamento podado é de fundamental importância. Manter taxas de crescimento adequadas nas árvores podadas exige desbastes seletivos principalmente. Como foi demonstrado anteriormente, podar árvores seletivamente sem desbaste provocará perdas de crescimento irreversíveis.

Os desbastes também devem objetivar um desenvolvimento regular da copa remanescente nas árvores podadas, evitando-se a todo custo a formação de copas excêntricas, pois essas gerarão troncos excêntricos. A perda de qualidade é irreversível, pois o núcleo nodoso não centralizado diminuirá consideravelmente o rendimento de madeira sem nós.

O mesmo vale para troncos tortuosos no momento da poda. Embora a tortuosidade do tronco possa ser compensada durante o crescimento em diâmetro futuro, o núcleo nodoso permanecerá torto, sendo seu diâmetro maior que os diâmetros medidos no momento da poda.

A análise econômica da poda envolve aspectos referentes aos custos e à rentabilidade da operação. Os custos estão relacionados com a operação em si, e com as características das árvores a podar:

- ângulo de inserção do galho: quanto mais próximo de 90°, mais rápido será o corte;
- diâmetros dos galhos: galhos mais grossos exigem mais esforço para o corte;
- número de galhos;
- a ferramenta de poda: os rendimentos de diferentes serras de poda ou sistemas operacionais (serra como cabo longo x serra de mão e escada) são distintos (EGGERT, 1989);
- as condições do terreno: declividade elevada, afloramentos rochosos e vegetação densa baixam o rendimento;
- acesso ao povoamento: distância e qualidade das estradas.

Na análise da rentabilidade, são considerados os fatores que afetam o crescimento das árvores, para garantir a futura colheita:

- qualidade do sítio: em sítios melhores o corte será mais cedo, devido a taxas de crescimento mais altas. As árvores podadas precisam atingir diâmetros grandes;
- vitalidade e qualidade das árvores: árvores pouco vitais com risco de morte prematura (ou crescimento mais lento) ou árvores que apresentem defeitos, como bifurcações significam um alto risco para este investimento. Galhos grandes, em ângulos muito fechados aumentam o tempo de oclusão após a poda, com muito desvio da grã;
- rotação: associada à taxa de crescimento, quanto mais curta a rotação, menor o custo de capitalização;
- riscos de danos aos povoamentos por agentes bióticos e abióticos: a vespa-da-madeira (*Sirex noctilio*) pode eventualmente provocar a morte de árvores podadas. Podem também ocorrer danos por ventos fortes e incêndios florestais;
- manejo adequado do povoamento.

## 4.2 CUSTOS DA PODA

Os custos da operação de poda obviamente são bastante variáveis, com variações regionais do custo da mão-de-obra, e variações locais devidas às condições de trabalho e ferramentas utilizadas. No cálculo de custo que será realizado, serão utilizados valores médios da região Sul do Brasil, com as ferramentas julgadas mais apropriadas para a operação.

Os elementos de custo são:

- mão-de-obra
- transporte ao povoamento
- equipamento e ferramentas
- administração

Para o cálculo de cada item foi adotada a seguinte metodologia:

Mão-de-obra:

$$\begin{aligned} & \text{salário mensal} \\ & + \text{encargos sociais} \\ & \text{custo mensal} \\ & \div \text{dias de trabalho mensais} \\ & = \text{custo diário da mão-de-obra} \end{aligned}$$

Transporte:

$$\begin{aligned} & \text{custo do km rodado} \\ & \times \text{deslocamento diário (km)} \\ & \text{custo diário do transporte} \\ & \div \text{número de operários transportados} \\ & = \text{custo diário de transporte} \end{aligned}$$

Equipamentos:

$$\begin{aligned} & \text{custo da serra de poda manual} \\ & + \text{custo da serra de poda com haste} \\ & + \text{custa das escadas} \\ & + \text{custo dos EPI's} \\ & \text{custo do equipamento} \\ & \div \text{dias de uso} \\ & = \text{custo diário do equipamento} \end{aligned}$$

Administração:

o custo de administração foi estimado em 15 % dos custos calculados. Existem duas formas de cálculo do custo de administração: o custo intrínscico da administração de determinada tarefa, ou um custo geral fixo por hectare da propriedade. No custo intrínscico, deve ser calculada a fração dos custos gerais de administração da empresa, correspondentes à atividade. Fragmentar p.ex. o custo de cálculo da folha de pagamento ou de uma secretária exige um trabalho criterioso. O custo geral tem cálculo mais simples, porém áreas florestais serão oneradas, mesmo não ocorrendo atividades, enquanto as atividades que demandam administração tem um custo diminuído. Na prática tem se notado que as empresas adotam custos de administração fixos, proporcionais aos custos das atividades.

Para os cálculos do custo diário serão considerados:

- encargos sociais: 100 % sobre o valor do salário (férias, 13<sup>o</sup>., previdência social, alimentação, etc.). Embora o trabalhador rural tenha cálculo diferente dos encargos sociais, na maioria dos casos, os trabalhadores florestais são funcionários de empresas, onde este é aproximadamente o custo dos encargos sociais.
- dias de trabalho por mês: 22 dias
- veículo de transporte para uma equipe de 7 pessoas
- deslocamento médio diário até o local de trabalho: 20 km
- tempo de uso das ferramentas: 2 anos ou 528 dias.

No quadro 12 estão resumidos os resultados dos cálculos de custos. Foram calculados os custos de duas técnicas de trabalho distintas. A tradicional poda com serras, que dependendo da altura de poda possuem cabos com comprimentos variando de 1,0 a 5,5 m, e a poda com uma serra manual de alto desempenho e utilização de escadas para alcançar alturas maiores. TERLESK (1969) comparou o uso de serras com cabos com a combinação escada+serra manual, na poda de 2,4 a 4,2 m de *Pinus radiata* na Nova Zelândia. Conclui que o uso da escada aumentou em 47 % o rendimento dos podadores. Na Nova Zelândia foram abolidas as serras de cabo longo.

QUADRO 12 – CÁLCULO DO CUSTO DIÁRIO POR OPERÁRIO, DA MÃO-DE-OBRA E FERRAMENTAS PARA A PODA DE *Pinus taeda* DE 0,0 A 6 m DE ALTURA.

Elementos de custo	Valor unitário R\$	R\$/dia	Altura de poda					
			0 – 2 m	2 – 4 m		4 – 6 m		
				com escada	serra de cabo	com escada	serra de cabo	
<b>Mão-de-obra</b>								
Salário mensal	170,00							
Encargos sociais	100 %							
Custo mensal	340,00							
Dias de trabalho/mês	22							
Custo por dia		15,45	15,45	15,45	15,45	15,45	15,45	15,45
<b>Custo do transporte</b>								
Custo do km rodado	0,21							
Distância diária média - ida e volta (km)	40							
Custo do transporte p/equipe de 7 homens		8.40						
Custo por homem.dia		1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20
<b>Custo do equipamento</b>								
EPI	40,00	0,076	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08
Serrote de poda	45,00	0,085	0,09	0,09		0,09		
Escada 2 m	30,00	0,057		0,06				
Escada 4 m	50,00	0,095				0,09		
Serrote de poda com cabo longo	50,00	0,095			0,09		0,09	
Vida útil (dias)	528							
Custo do equipamento por dia			0,17	0,22	0,17	0,26	0,17	
<b>Custo diário</b>			16,83	16,87	16,83	16,91	16,83	
Custo de administração	15 %		2,52	2,52	2,52	2,52	2,52	2,52
<b>Custo total</b>			19,35	19,40	19,35	19,45	19,35	

FONTE: Pesquisa de campo

A análise dos custos da poda mostra, que o maior custo desta operação é devido à mão-de-obra. O uso de equipamentos mais caros aumenta muito pouco o custo do trabalho diário. Mau uso de equipamentos com desgaste muito rápido no entanto poderá influir mais. Mesmo assim, considerando os custos apurados, estes são ínfimos se comparados ao da mão-de-obra.

O que irá afetar sensivelmente o custo da poda será o rendimento diário, ou seja, o número de árvores podadas. Este rendimento depende de vários fatores, dos quais a altura de poda, ferramentas utilizadas, diâmetros e número de galhos, declividade do terreno e vegetação rasteira são os mais importantes. As citações de rendimentos são as mais variadas (BOSMAN, 1968; CENTRO NACIONAL DE CAPACITACION FORESTAL, 1984; KLOMP, 1988) e pouco tem de comum com os rendimentos observados em empresas florestais no Sul do Brasil. O estudo mais detalhado no Brasil foi feito por NOGUEIRA (1978). Mas os rendimentos observados em plantios de *Pinus taeda* no Estado de Santa Catarina (Fazendas Guamirim-Gateados) estão bem acima destes (Quadro 13).

QUADRO 13 – RENDIMENTO E CUSTO DA PODA (R\$/árvore) POR ALTURA DE PODA, EM *Pinus taeda*.

Altura de poda (m)	Rendimentos (árv/dia)	Altura de poda				
		0 – 2 m	2 – 4 m		4 – 6 m	
			com escada	serra de cabo	com escada	serra de cabo
0,0-1,5	900	0,021				
1,5-3,0	700		0,028	0,028		
3,0-4,5	550		0,035	0,035		
4,5-6,0	450				0,043	0,043
0,0-2,5	230*	0,084				
2,5-4,5	150*		0,129	0,129		
4,5-6,0	130*				0,150	0,149
0,0-2,0	600	0,032				
2,0-4,0	400			0,049		
4,0-6,0	300					0,065

FONTE: Autor

NOTA: \* rendimentos segundo NOGUEIRA (1978), demais rendimentos obtidos na Fazenda Guamirim-Gateados (SC)

O custo da poda é muito baixo quando um operário consegue podar no mínimo 200 árvores por dia, variando de R\$ 0,02 a 0,10 por árvore. Bons podadores alcançam rendimentos de mais de 900 árvores/dia na poda baixa (até 1,5 m de altura). Neste segmento do tronco estão os galhos finos, de corte rápido. No Brasil ainda não foi analisada a diferença de rendimento entre a poda com serras de cabo comprido ou com escadas. Como os custos das ferramentas são iguais, adotou-se no cálculo subsequente apenas um valor, correspondente à poda com serras de cabo longo.

Para auxiliar no cálculo do custo da poda, o custo da poda por árvore foi transformado em custo por hectare, de acordo com a densidade de árvores existentes no momento da poda (Quadro 14). O número de árvores a podar depende do regime de desbastes, principalmente do primeiro e do segundo, que devem ser feitos entre os 4 e 7 anos de idade, ou ser adotada uma estratégia de poda que evite a supremacia das árvores não podadas.

QUADRO 14 – CUSTO DE PODA POR HECTARE DE ACORDO COM O NÚMERO DE ÁRVORES DE *Pinus taeda* PODADAS.

Custo da poda (R\$/árvore)	Número de árvores por hectare podadas			
	2.400	1.600	800	400
0,021	50,40	33,60	16,80	8,40
0,028	67,20	44,80	22,40	11,20
0,032	76,80	51,20	25,60	12,80
0,035	84,00	56,00	28,00	17,20
0,043	103,20	68,80	34,40	17,20
0,049	117,60	78,40	39,20	19,60
0,065	156,00	104,00	52,00	26,00
0,084	201,60	134,40	67,20	33,60
0,13	312,00	208,00	104,00	52,00
0,15	360,00	240,00	120,00	60,00

FONTE: Autor

#### 4.3 REGIMES DE PODAS TESTADOS

Para a análise econômica da poda, serão utilizadas parcelas experimentais de *Pinus taeda* em Campo Belo do Sul (SC), de dois testes de regimes de desbaste,

implantados em 1986 na área I. Nesses testes de regimes de desbaste, instalados em povoamentos plantados com densidade de 2.500 plantas/ha, o objetivo foi verificar as taxas de crescimento as árvores em função do espaçamento. Destacam-se dois tratamentos que serão utilizados nos cálculos presentes:

- a) a parcela com raleamento extremo: redução do número de árvores de 2.400 para 400 árv/ha, aos 5 anos de idade, com posterior redução para 150 árv/ha (densidade atual). Este regime será denominado Roedores 3 - 400;
- b) um tratamento menos drástico, com redução da densidade de 2.400 árv/ha para 800 árv/ha, aos 4 anos, com posterior redução para 250 árv/ha, densidade atual. Este regime será denominado Roedores 2 - 800;

O regime de desbastes normal é um desbaste aos 5 anos de idade, deixando 1600 árvores/ha. Após o desbaste e tendo sido podadas adequadamente, se destaca um grupo de árvores dominantes (800 árv/ha), que serão podadas seletivamente. Tendo em vista a presença de roedores na área, optou-se fazer quatro podas, iniciando a poda aos 3 anos, quando a altura das árvores dominantes é de aproximadamente 3 a 4 m, dependendo obviamente da qualidade do sítio. Este regime de poda será denominado Roedores 1 – 1.600.

Os rendimentos de poda observados por NOGUEIRA (1978) foram utilizados para o regime denominado "Terreno difícil" , simulando uma condição de trabalho em condições de difícil deslocamento, o que reduz o rendimento. O regime "Gateados" foi um regime de poda utilizado no final da década de 80, na Fazenda Guamirim-Gateados em Campo Belo do Sul (SC), atualmente em desuso. Ambos comçam um ano mais tarde e tem regime de desbaste igual ao regime Roedores 1 (Quadro 15).

Para calcular a rentabilidade da operação de poda, foram utilizados os dados de crescimento e produção de volume das árvores podadas nas parcelas experimentais de desbaste. Embora as árvores tenham apenas 18 (uma parcela) e 19 anos (duas parcelas) de idade, o crescimento atual já permite conclusões importantes sobre a economia da poda. Para efeito de produção de madeira serão consideradas as dimensões apenas das duas toras de 2,5 m da base do tronco, podadas, e atualmente já vendidas para laminadoras com preço diferenciado. Foram tomados os diâmetros na altura do corte (0,0 m), do DAP, a 2,5 m

(aproximadamente 3 m de altura) e 5,0 m (altura aproximada de 5,5 m). Para efeito de produção de madeira, foram utilizadas apenas as toras que tinha o diâmetro do topo maior que 30 cm, com casca. Esta é uma das medidas atualmente utilizadas na comercialização de madeira para laminação. Parte das toras retiradas no quarto desbaste já tinham dimensões para aproveitamento como madeira laminada, nos três regimes (Quadro 16).

QUADRO 15 – REGIMES DE PODA PARA POVOAMENTOS DE *Pinus taeda*, E CUSTOS, COM VARIAÇÃO DA IDADE DE PODA, NÚMERO DE ÁRVORES PODADAS E RENDIMENTOS DE PODA.

Regimes		Idades (anos)			
		3	4	5	6
Roedores 1 1600	N/ha	2400	2400	1600	800
	R\$/árvore	0,021	0,028	0,035	0,043
	R\$/ha	50,40	67,20	56,00	34,40
Roedores 2 800	N/ha	2400	800	800	800
	R\$/árvore	0,021	0,028	0,035	0,043
	R\$/ha	50,40	22,40	28,00	34,40
Roedores 3 400	N/ha	2400	400	400	400
	R\$/árvore	0,021	0,028	0,035	0,043
	R\$/ha	50,40	11,20	14,00	17,20
Terreno difícil 1600	N/ha		2400	1600	800
	R\$/árvore		0,084	0,129	0,150
	R\$/ha		201,60	208,00	120,00
Gateados 1600	N/ha		2400	1600	800
	R\$/árvore		0,032	0,049	0,065
	R\$/ha		76,80	78,40	52,00

FONTE: Autor

O efeito do desbaste já é bem visível (Quadro 16). Nas parcelas menos densas (Roedores 3), as árvores são mais grossas, porém em menor número que nas demais. Por isso o menor volume nas toras da base. O tratamento mais denso tem toras mais finas, mas em maior número (Roedores 1). Nesta parcela, a segunda tora muitas vezes não atinge a dimensão mínima, sendo descartada. Em poucos anos de crescimento, todas as toras terão dimensões para comercialização, alterando os valores para melhor.

QUADRO 16 – PRODUÇÃO DE MADEIRA DE *Pinus taeda*, NO QUARTO DESBASTE E AOS 18-19 ANOS, NAS PRIMEIRAS DUAS TORAS PODADAS DE 2,5 M DE COMPRIMENTO E DIÂMETRO NA PONTA FINA > 30 CM, DE ACORDO COM O REGIME DE DESBASTES.

Regime de desbaste	Idade (anos)	Volume de madeira (m <sup>3</sup> /ha)		
		0,0 – 2,5 m	2,5 – 5,0 m	0,0 – 5,0 m
Roedores 1 – 1.600 Terreno difícil Gateados	15	10,132	-	10,132
	19	106,548	59,311	165,859
Roedores 2 – 800	13	29,744	6,204	35,947
	18	103,422	73,309	176,731
Roedores 3 – 400	15	34,826	20,677	55,545
	19	101,695	69,465	171,160

FONTE: Pesquisa de campo

#### 4.4 ANÁLISE ECONÔMICA

O custo da poda deve ser considerado um investimento. Para tanto, o custo da poda (= capital investido) deve ser capitalizado durante os anos entre a poda e o corte final das árvores podadas. Rendimentos extras de madeira podada nos desbastes ocorrem, e devem ser descontados do valor capitalizado até aquele momento. A capitalização significa a correção anual do valor investido, aplicando-se uma taxa de juros. Obtem-se assim o valor líquido presente (VLP), que será negativo enquanto o capital investido não tiver retorno adequado. Neste contexto não será discutida a correção da inflação, uma vez que esta tanto afeta o capital investido quanto o valor da madeira (PRICE, 1989, p.63-64).

Com a oferta de madeira de *Pinus taeda* de grandes dimensões, também foi criado o mercado de madeira para laminação, e formado preço. Embora bastante variável, pode se garantir no mercado de Lages (SC) valores de R\$ 85,00 por m<sup>3</sup>, em pé. Dependendo das dimensões e da confiabilidade do produtor, valores de até R\$ 140,00 já estão sendo pagos. A análise econômica será feita baseada no preço de R\$ 85,00/m<sup>3</sup> de madeira podada e R\$ 40,00/m<sup>3</sup> de madeira não podada.

Para o cálculo da capitalização do investimento, será utilizada a fórmula simples de cálculo do valor de um investimento (SPEIDEL, 1966):

$$V_c = C_p * 1,0 * j^m$$

sendo

$V_c$  = Valor da capitalizado

$C_p$  = Custo da poda

$j$  = taxa de juros

$m$  = anos de capitalização.

Para a análise ainda deve ser considerado o valor da taxa de juros anuais. No Brasil existem dois valores de referência: a taxa de juros da Cademeta de Poupança (6 % ao ano) e a taxa de juros máxima constitucional (12 % ao ano). Na prática do comércio existem outras taxas de juro. Porém convém lembrar, que taxa de juro é uma remuneração de capital, que inclui risco. Quanto menor o risco do empréstimo, menor será a taxa de juros. E nesta linha de raciocínio, provavelmente a poda é um investimento bastante seguro, se realizada adequadamente.

Os custos da poda não são realizados apenas em um ano. Portanto ao custo de poda capitalizado do ano anterior é somado o novo custo de poda, valor resultante que será capitalizado para o ano seguinte. No quadro 17 são apresentados os valores da madeira podada até 5 m de altura, em comparação ao mesmo volume de madeira sem poda. Como no quarto desbaste já foi obtida madeira com dimensões para laminação, esta receita é computada. A diferença entre o valor da madeira podada e a não podada é denominada de renda da poda.

Para permitir comparações entre regimes de poda com apenas uma tora de 2,5 m podados e regimes com 2 toras podadas, foi calculada a renda da poda nos cinco regimes de poda, porém computando apenas os valores dos volumes da primeira tora (Quadro 18). No regime de manejo com desbastes menos pesados (Roedores 1), no quarto desbaste é produzida madeira para laminação apenas na primeira tora. Com desbastes mais fortes, podem no entanto ser produzidas toras para laminação também na segunda tora (Quadro 17), aumentando em até 50 % o volume de madeira vendida para laminação.

QUADRO 17 - CÁLCULO DA RENDA DA PODA DE *Pinus taeda*, DAS TORAS DE 0,0 A 2,5 E 2,5 A 5,0 M DE ALTURA, DO 4° DESBASTE E EM PÉ AOS 18-19 ANOS. VALOR DA MADEIRA PODADA: R\$ 85,00/M3; VALOR DA MADEIRA COM NÓS: R\$ 40,00/M3.

Regime de desbaste	Idade (anos)	Volume de madeira (m <sup>3</sup> /ha)	Valor da madeira podada (R\$/ha)	Valor da madeira sem poda (R\$/ha)	Renda da poda (R\$/ha)
Roedores 1 - 1600 Terreno difícil Gateados	15	10,132	861,22	405,28	455,94
	19	165,859	14.098,02	6.634,36	7.463,66
Roedores 2 – 800	13	35,947	3.055,50	1437,88	1.617,62
	18	176,731	15.022,14	7.069,24	7.952,90
Roedores 3 – 400	15	55,545	4.721,33	2.221,80	2.499,53
	19	171,160	14.548,60	6.846,40	7.702,20

FONTE: Autor

QUADRO 18 - CÁLCULO DA RENDA DA PODA DE *Pinus taeda*, DAS TORAS DE 0,0 A 2,5 DE ALTURA, DO 4° DESBASTE E EM PÉ AOS 18-19 ANOS. VALOR DA MADEIRA PODADA: R\$ 85,00/M3; VALOR DA MADEIRA COM NÓS: R\$ 40,00/M3.

Regime de desbaste	Idade (anos)	Volume de madeira (m <sup>3</sup> /ha)	Valor da madeira podada (R\$/ha)	Valor da madeira sem poda (R\$/ha)	Renda da poda (R\$/ha)
Roedores 1 - 1600 Terreno difícil Gateados	15	10,132	861,22	405,28	455,94
	19	106548	9.056,56	4.261,92	4.794,66
Roedores 2 – 800	13	29,744	2.528,24	1.189,76	1.338,48
	18	103,422	8.790,87	4.136,88	4.653,99
Roedores 3 – 400	15	34,826	2.960,21	1.393,04	1.567,17
	19	101,695	8.644,07	4.067,80	4.576,28

FONTE: Autor

Para completar a análise, foi calculado o valor líquido presente (VLP) da poda de duas toras (Quadro 19) e de uma tora apenas (Quadro 20). O VLP da poda

inicia negativo, aumentando seu valor negativo com uma correção anual de 6 %, a taxa de juros estabelecida para a remuneração do capital. A renda da poda obtida na madeira do quarto desbaste já é maior que o VLP, compensando portanto completamente o custo da poda. O excedente passa agora a ser corrigido com a mesma taxa de juros. Aos 18-19 anos (dependendo do regime), o valor da renda da poda é adicionado, resultando no VLP da madeira podada.

**QUADRO 19 – VALOR LÍQUIDO PRESENTE (VLP) DA PODA EM CINCO REGIMES DE PODAS DE *Pinus taeda*, DE 0 A 5 M DE ALTURA, COM TAXAS DE JUROS ANUAIS DE 6 %, ATÉ OS 18-19 ANOS DE IDADE.**

Idade (anos)	Roedores 1 1600		Roedores 2 800		Roedores 3 400		Terreno difícil 1600		Gateados 1600	
	Custo R\$/ha	VLP R\$/ha	Custo R\$/ha	VLP R\$/ha	Custo R\$/ha	VLP R\$/ha	Custo R\$/ha	VLP R\$/ha	Custo R\$/ha	VLP R\$/ha
3	-50,40	-50,40	-50,40	-50,40	-50,40	-50,40	0,00	0,00	0,00	0,00
4	-67,20	-120,62	-22,40	-75,82	-11,20	-64,62	-201,60	-201,60	-76,80	-76,80
5	-56,00	-183,86	-28,00	-108,37	-14,00	-82,50	-208,00	-421,70	-78,40	-159,81
6	-34,40	-229,29	-34,40	-149,28	-17,20	-104,65	-120,00	-567,00	-52,00	-221,40
7		-243,05		-158,23		-110,93		-601,02		-234,68
8		-257,63		-167,73		-117,59		-637,08		-248,76
9		-273,09		-177,79		-124,64		-675,30		-263,69
10		-289,48		-188,46		-132,12		-715,82		-279,51
11		-306,85		-199,76		-140,05		-758,77		-296,28
12		-325,26		-211,75		-148,45		-804,30		-314,06
13		-344,77	1617,32	1392,86		-157,36		-852,55		-332,90
14		-365,46		1476,44		-166,80		-903,71		-352,87
15	455,94	68,55		1565,02	2499,53	2322,72	455,94	-501,99	455,94	81,90
16		72,67		1658,92		2462,09		-532,11		86,81
17		77,03		1758,46		2609,81		-564,04		92,02
18		81,65	7952,90	9816,87		2766,40		-597,88		97,54
19	7463,66	7550,21			7702,20	10634,58	7463,66	6829,91	7463,66	7567,05

FONTE: Autor

Os regimes de desbaste com maior peso, produzem mais madeira em menos árvores. Como no quarto desbaste já foi produzida madeira de alto valor, excedendo em muito o custo da poda, este excedente capitalizado passa a contribuir muito no VLP destes regimes.

A poda de apenas uma tora reduz sensivelmente o valor líquido presente. Como as podas são executadas antes do primeiro desbaste, com pequena variação no número de árvores podadas (apenas na segunda poda), os regimes de poda se aproximam muito quanto ao VLP.

**QUADRO 20 – VALOR LÍQUIDO PRESENTE (VLP) DA PODA EM CINCO REGIMES DE PODAS DE *Pinus taeda*, DE 0 A 2,5 M DE ALTURA, COM TAXAS DE JUROS ANUAIS DE 6 %, ATÉ OS 18-19 ANOS DE IDADE.**

Idade (anos)	Roedores 1 1.600		Roedores 2 800		Roedores 3 400		Terreno difícil 1.600		Gateados 1.600	
	Custo (R\$/ha)	VLP (R\$/ha)	Custo (R\$/ha)	VLP (R\$/ha)	Custo (R\$/ha)	VLP (R\$/ha)	Custo (R\$/ha)	VLP (R\$/ha)	Custo (R\$/ha)	VLP (R\$/ha)
3	-50,40	-50,40	-50,40	-50,40	-50,40	-50,40				
4	-67,20	-120,62	-22,40	-75,82	-11,20	-64,62	-201,60	-201,60	-76,80	-76,80
5		-127,86		-80,37		-68,50		-213,70		-81,41
6		-135,53		-85,20		-72,61		-226,52		-86,29
7		-143,67		-90,31		-76,97		-240,11		-91,47
8		-152,29		-95,73		-81,59		-254,52		-96,96
9		-161,42		-101,47		-86,48		-269,79		-102,78
10		-171,11		-107,56		-91,67		-285,97		-108,94
11		-181,37		-114,01		-97,17		-303,13		-115,48
12		-192,26		-120,85		-103,00		-321,32		-122,41
13		-203,79	1338,480	1210,38		-109,18		-340,60		-129,75
14		-216,02		1283,00		-115,73		-361,03		-137,54
15	455,94	226,96		1359,98	1567,17	1444,49	455,94	73,24	455,94	310,15
16		240,58		1441,58		1531,16		77,64		328,76
17		255,01		1528,07		1623,03		82,30		348,49
18		270,31	4653,990	6273,75		1720,42		87,23		369,39
19	4794,66	5081,19		6650,17	4576,28	6399,92	4794,66	4887,13	4794,66	5186,22

FONTE: Autor

#### 4.5 AVALIAÇÃO DA RENTABILIDADE DOS REGIMES DE PODA

Para o cálculo da relação benefício/custo será levada em conta o valor líquido presente da poda aos 18-19 anos, e o valor líquido presente do custo da poda aos 6 anos (última poda das duas toras de 2,5 m) e 4 anos (última poda da tora de 2,5 m). Neste caso o VLP do custo da poda é considerado um valor positivo (Quadro 21). Para melhor avaliar a variação da relação benefício/custo, foram também efetuados cálculos com taxas de juros de 12 % ao ano.

Aos 19 anos, a maior rentabilidade do investimento foi obtida no regime de desbaste pesado, com poda de poucas árvores e crescimento livre destas. Cada árvore produz troncos volumosos com duas toras para lâmina. No caso presente, a relação benefício/custo da poda de apenas 400 árvores aos 5 anos de idade e seu

crescimento livre posterior, foi de 101,6, ou seja o benefício foi 100 vezes maior que o custo. Nada desprezível. Fica evidente também, que mesmo custando caro, a poda com baixos rendimentos ainda assim é rentável, embora a relação benefício/custo seja de “apenas” 12.

QUADRO 21 – COMPARAÇÃO DA RELAÇÃO BENEFÍCIO/CUSTO DE CINCO REGIMES DE PODA DE *Pinus taeda*, EM DUAS ALTURAS DE PODA E COM TAXAS DE JUROS ANUAIS DE 6 E 12 %, AOS 18-19 ANOS DE IDADE.

Regime de poda	Altura de poda (m)	6 % juros			12 % juros		
		Custo R\$/ha	VLP R\$/ha	B/C	Custo R\$/ha	VLP R\$/ha	B/C
Roedores 1 1600	5,0	229,29	7.550,21	32,9	252,22	7.080,51	28,1
	2,5	120,62	5.081,19	42,1	123,65	4.835,29	39,1
Roedores 2 800	5,0	149,28	9.816,87	65,8	164,67	10.161,63	61,7
	2,5	75,82	6.273,75	82,7	78,85	6.627,51	84,1
Roedores 3 400	5,0	104,65	10.634,58	101,6	117,74	11.121,51	94,5
	2,5	64,62	6.399,92	99,0	67,65	6.399,92	94,6
Terreno difícil 1600	5,0	567,00	6.829,91	12,0	605,85	5.537,48	9,1
	2,5	201,60	4.887,13	24,2	201,60	4.408,62	21,9
Gateados 1600	5,0	221,40	7.567,05	34,2	236,15	7.150,67	30,3
	2,5	76,80	5.186,22	67,5	76,80	5.091,72	66,3

Com relação aos regimes de poda de apenas uma tora, em função dos menores custos e da redução não proporcional de produção de madeira, a rentabilidade da poda mais que duplica (Quadro 20), estando no entanto ainda muito distante dos regimes menos densos.

A taxa de juros de 12 % ao ano não influencia tão negativamente. Isto porque o tempo de capitalização dos custos é muito curto, ocorrendo logo uma renda da poda bastante elevada, que passando a ser capitalizada na mesma razão, passa a compensar estes.

## 5. CONCLUSÕES

A análise dos dados coletados mostra que a poda afeta o crescimento das árvores, mas mesmo assim é uma atividade bastante lucrativa. Para subsidiar decisões de manejo silvicultural conclui-se:

1. A desrama natural de *Pinus taeda* não garante a qualidade da madeira necessária para a laminação em volumes adequados nos espaçamentos de plantio e regimes de desbastes praticados no Sul do Brasil;
2. Os espaçamentos maiores, ou densidades dos povoamentos menores que 2000 árvores/ha, aumentam as dimensões dos galhos (> 2 cm de diâmetro), aumentando o esforço da poda e o tempo de oclusão do corte, e conseqüentemente o volume da madeira com grã desviada;
3. A poda de galhos vivos tem pouco efeito sobre o crescimento em altura das árvores. Na fase jovem das árvores, até os 6 anos de idade, para não haver redução de crescimento em altura, a copa deverá ter após a poda um comprimento mínimo de 2 m, equivalente a no mínimo 40 % da altura, com 6 ou mais verticilos de galhos;
4. A poda de galhos vivos afeta muito o crescimento em diâmetro do tronco. O comprimento absoluto da copa após a poda deve ser de no mínimo 2 a 3 m, o que garantiu nas condições analisadas incrementos do DAP de 3 cm;
5. Comprimentos de copa maiores que 4 m não aumentam o incremento em diâmetro;
6. O comprimento relativo da copa após as podas até os 6 anos de idade ou 10 m de altura deverá ser de no mínimo 50 % da altura da árvore;
7. Característica importante da copa é o número de verticilos e galhos remanescentes após a poda. A somatória da área transversal dos galhos remanescentes, que integra número de galhos e sua dimensão, deverá ser no mínimo 3000 mm<sup>2</sup>;
8. A copa remanescente mínima tem 2,5 a 3,0 m de comprimento, com diâmetro na base da copa verde de 5 a 6 cm, com 15 a 20 galhos dispostos em 6 verticilos;

9. Os povoamentos podados devem ser manejados com um regime de desbastes adequado, para garantir o bom desenvolvimento das árvores podadas;
10. A proporção de copa viva removida (%) não é variável adequada para quantificar o peso da poda;
11. A redução dos diâmetros provocada por podas excessivas, se mantém constante durante no mínimo 15 anos, em comparação com árvores pouco podadas;
12. Somente podas extremamente pesadas reduzem o afilamento das toras;
13. A perda de volume nas toras basais devida a poda excessiva é maior que o ganho com um menor afilamento;
14. O maior efeito de podas drásticas é sobre o volume de madeira produzido. A combinação de diâmetro da árvore com o peso da poda causa a maior influência sobre o volume produzido aos 19 anos;
15. A altura da poda para a produção de madeira sem nós na primeira tora deve incluir a altura do corte na colheita da madeira. A altura do corte está relacionada com o diâmetro da árvore no corte. Uma árvore com DAP de 60 cm terá uma altura de corte de 40 cm. Esta altura deve ser somada ao comprimento da tora previsto na colheita, para definir a altura de poda;
16. O custo da poda é altamente influenciado pelo valor da mão-de-obra (80 % do custo), e pelo rendimento alcançado nas operações de poda;
17. Em terrenos normais, o custo da poda é de R\$ 0,021 a 0,084 por segmento de 1,5 a 2,5 m podado em cada árvore, dependendo da altura de poda;
18. O regime de poda mais rentável está associado a um regime de desbastes intenso e pesado;
19. A poda até os 6 anos de idade, de 400 árv/ha até 6 m de altura, que cresceram livremente após esta intervenção, teve uma relação benefício/custo (B/C) de 101,6 aos 19 anos;
20. A poda de apenas 2,5 m no mesmo regime de desbastes diminuiu a relação B/C para 99,0;

21. Em regimes com maior número de árvores podadas (800 árv/ha) ou mais, a relação B/C é de 65,8 ou menos, aumentando no entanto (82,7) sem a poda da segunda tora;
22. Para a situação genérica do Sul do Brasil, o regime de podas ideal para *Pinus taeda*, com objetivo de produzir madeira para laminação é:
- primeira poda: aos 3 anos, até 1,0 de altura como medida profilática para reduzir os danos dos roedores, em todas as árvores plantadas;
  - Segunda poda: aos 4 anos é feita a poda até 3 m de altura, desde que a árvore tenha mais de 5 m de altura, também em todas as árvores plantadas;
  - terceira poda: no quinto ano será feito um desbaste seletivo, pré-selecionado, com a retirada das concorrentes com as 800 melhores árvores por hectare, e estas melhores árvores serão podadas até 4,5 – 5,0 m de altura. Neste desbaste deverá ser observado que nenhuma árvore podada poderá ter a seu lado uma árvore não podada mais alta;
  - quarta poda: no sexto ano, todas as 800 árvores deverão ser podadas até 6 m de altura. Neste momento as árvores deverão ter uma altura de 9 a 10 m;
  - aos sete anos deverá ser feito um desbaste com a retirada de todas as árvores não podadas;
  - em sítios melhores, as podas deverão ser antecipadas para garantir um núcleo nodoso máximo de 10-12 cm de diâmetro;
23. Em nenhum momento as podas deverão atingir segmentos do tronco com diâmetros inferiores a 5 cm ou a copa remanescente após a poda ser menor que 50 % da altura total.

## 6. REFERÊNCIAS

- AUFSESS, H. v. 1975 – Über die Bildung einer Schutzsperre an der Astbasis von Laub- und Nadelbäumen und ihre Wirksamkeit gegen das Eindringen von Pilzen in das Kernholz lebender Bäume. **Forstw.Cbl.** 94:140-152.
- BALNEAVES, J.M. 1970 - Pruning effort in relation to branch size of four species. **New Zealand For.Res.Inst., Economics of Silviculture Branch, Report No. 28** (não publicado). Rotorua, Nova Zelândia, 11 p.
- BANKS, P.F. e PREVÔST, M.J. 1975 - Sawlog pruning regimes for *Pinus patula*, *P.elliottii* and *P.taeda* in Rhodesia. **South Afr.For.Jour.** No.99:44-48.
- BÖHLMANN, D. 1970 a – Anatomisch-histologische Untersuchungen im Bereich der Astabzweigung bei Nadel- und Laubbäumen. I. Die Verhältnisse im Abzweigungsbereich der Langtriebe von Nadelbäumen. **Allg. Forst- u.Jagdztg.**, 141(7):134-140.
- BÖHLMANN, D. 1970 b – Anatomisch-histologische Untersuchungen im Bereich der Astabzweigung bei Nadel- und Laubbäumen. II. Die Verhältnisse im Abzweigungsbereich der Kurztriebe von Larix und Pinus. **Allg. Forst- u.Jagdztg.**, 141(10):189-193.
- BÖHLMANN, D. 1970 c – Anatomisch-histologische Untersuchungen im Bereich der Astabzweigung bei Nadel- und Laubbäumen. III. Die Abzweigungsverhältnisse bei *Quercus robur* L. und *Populus* Sektion Aigeiros. **Allg. Forst- u.Jagdztg.**, 141(11):224-230.
- BOSMAN, H.L. 1988 - The practice and economics of using pole pruning-saws in extra-high pruning of pines. **South Afr.For.J.** Nr.64:4-15.
- BREPOHL, D. 1980 – A contribuição econômica da exploração da *Araucaria angustifolia* (Bert.) O.Kuntze à economia paranaense. In: Anais do Encontro da IUFRO “**Problemas Florestais do Gênero Araucaria**”, 21-28 de outubro de 1979, Curitiba, FUPEF, p.347-350.
- CENTRO NACIONAL DE CAPACITACION FORESTAL 1984 - Tecnicas de poda en *Pinus radiata* D.Don. **Chile Forestal** 109:31-39.
- CHOU, C.K.S. e MACKENZIE, M. 1988 – Effect of pruning intensity and season on *Diplodia pinea* infection of *Pinus radiata* stem through pruning wounds. **Eur.J.For.Path.** 18:437-444.
- EBERT, H.-P. 1989 – Wertästung aus botanischer Sicht. **Allg.Forst Zeitschrift** 1989(44/45):1174-1177.
- EGGERT, J. 1989 - Technische und ergonomische Aspekte der Wertästung. **Allg.Forst Zeitschrift** 1989(4/5):1180-1183.

- EVANS, J. 1986 – **Plantation forestry in the tropics**. Oxford Science Public., Oxford, 474 p.
- FERREIRA, A. B. de H. 1986 – **Novo Dicionário da Língua Portuguesa**. Ed. Nova Fronteira, Rio de Janeiro, 1838 p.
- FUJIMORI, T. (1975) – Study on the technical system of pruning. **Bull.Gov.For.Exp.Sta.** No. 273, Tsukuba, Japão, 74 p.
- HENMAN, D.W. 1963 – Pruning conifers for the production of quality timber. **Forestry Commission, Bull.** No. 35, Edinburgo, Inglaterra, 55 p.
- KLOMP, B.K. 1988 – Some silvicultural aspects of cuttings. In: Workshop on growing radiata pine from cuttings. **FRI Bull.** Nr.135, New Zeal.For.Serv., For.Res.Inst., Rotorua, Nova Zelândia, p.152-161.
- KNIGGE, W. e SCHULZ, H. 1966 – **Grundriss der Forstbenutzung**. Paul Parey Verlag, Hamburgo, 584 p.
- KOEHLER, A.R. 1984 - Variable-lift pruning of radiata pine. **FRI Bull.** No. 78, New Zeal.For.Serv., For.Res.Inst., Rotorua, Nova Zelândia, 38 p.
- LAAR, A. van 1986 - Pruning studies in Pinus radiata W.H.F.Hinze. **South Afr.For.J.** 137:1-8.
- LABYAK, L.F. e SCHUMACHER, F.X. 1954 – The contribution of its branches to the main stem growth of loblolly pine. **J.Forestry** 52(5):333-337.
- MACHADO, S. do A. (Coord.) 1984 – **Inventário Florestal Nacional. Reflorestamento. Paraná e Santa Catarina**. Min.da Agricultura, IBDF/DEF, Brasília, 283 p.
- MATTHECK, C. 1992 - **Die Baumgestalt als Autobiographie**. Bernd Thalacker Verlag, Braunschweig, Alemanha, 144 p.
- NOGUEIRA, A.C. 1978 - **Estudo de rendimento de poda em povoamentos de Pinus taeda L.** UFPR, Diss. M.Sc., 113 p.
- PRICE, C. 1989 – **The theory and application of forest economics**. Basil Blackwell, Oxford, Inglaterra, 402 p.
- RAMOS, A . A . 1993 – Perspectivas qualitativas e econômicas da produção florestal em sucessivas rotações. In: **Anais 1º Congresso Florestal Panamericano**, 19 a 24 de setembro de 1993, Curitiba, SBS/SBEF, p.177-189.

- SCHNEIDER, P.R.; FINGER, C.A.G. e HOPPE, J.M. 1999 – Efeito da intensidade de desrama na produção de *Pinus elliottii* Engelm. Implantado em solo pobre, no Estado do Rio Grande do Sul. **Ciência Florestal** 9(1):35-46.
- SCOLFORO, J.R.S. e MACHADO, S. do A . 1988 – Curvas de índice de sítio para plantações de *Pinus taeda* nos Estados do Paraná e Santa Catarina. **Revista Floresta** 18 (1/2):159-173.
- SHEPHERD, K.R. 1961 - The effects of low pruning on increment in Radiata Pine plantations. **For.Commission of N.S.W**, Research Note No. 6, Sydney, Australia, 18 p.
- SPEIDEL, G. 1966 - **Economia florestal**. UFPR, Curitiba, 167 p.
- STÖHR, G.W.D.; EMERENCIANO, D.B. e FABER, J. 1982 – **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**. Série Técnica nr. 10, FUPEF, Curitiba, 57 p.
- TERLESK, C.J. 1969 - A comparison of two methods of pruning 8 to 14 feet. **New Zeal.J.Forestry** 14(1):90-95.
- UOTILA, A . 1990 – Infection of pruning wounds in scots pine by *Phacidium coniferarum* and selection of pruning season. **Acta Forestalia Fennica** 215, 36 p.