

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA
CENTRO DE CIÊNCIAS RURAIS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA
FLORESTAL

**EFEITO DA INTENSIDADE DE DESBASTE NAS
CARACTERÍSTICAS DENDROMÉTRICAS E
TECNOLÓGICAS DA MADEIRA DE *Eucalyptus*
grandis Hill ex Maiden**

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

Rômulo Trevisan

Santa Maria, RS, Brasil
2006

**EFEITO DA INTENSIDADE DE DESBASTE NAS
CARACTERÍSTICAS DENDROMÉTRICAS E
TECNOLÓGICAS DA MADEIRA DE *Eucalyptus grandis* Hill
ex Maiden**

por

Rômulo Trevisan

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, área de concentração em Tecnologia de Produtos Florestais, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM-RS), como requisito parcial para a obtenção do grau de **Mestre em Engenharia Florestal.**

Orientador: Clovis Roberto Haselein

**Santa Maria, RS, Brasil
2006**

Trevisan, Rômulo, 1981-

T814e

Efeito da intensidade de desbaste nas características dendrométricas e tecnológicas da madeira de *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden / por Rômulo Trevisan; Orientador Clovis Roberto Haselein. – Santa Maria, 2006

138 f. : il.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Santa Maria, Centro de Ciências Rurais, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, RS, 2006.

1. Engenharia florestal 2. *Eucalyptus grandis* 3. Tecnologia da madeira 4. Desbaste 5. Qualidade da madeira 6. Características dendrométricas I. Haselein, Clovis Roberto, orient. II. Título

CDU: 630*8

Ficha catalográfica elaborada por
Luiz Marchiotti Fernandes – CRB 10/1160
Biblioteca Setorial do Centro de Ciências Rurais/UFSM

**Universidade Federal de Santa Maria
Centro de Ciências Rurais
Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal**

A Comissão Examinadora, abaixo assinada,
aprova a Dissertação de Mestrado

**EFEITO DA INTENSIDADE DE DESBASTE NAS CARACTERÍSTICAS
DENDROMÉTRICAS E TECNOLÓGICAS DA MADEIRA DE *Eucalyptus*
grandis Hill ex Maiden**

elaborada por
Rômulo Trevisan

como requisito parcial para obtenção de grau de
Mestre em Engenharia Florestal

COMISSÃO EXAMINADORA:

Prof. PhD. CLOVIS ROBERTO HASELEIN
(Presidente/Orientador)

Prof. Dr. EDUARDO RIZZATTI

Prof. Dr. CÉSAR AUGUSTO GUIMARÃES FINGER

Prof. Dr. ELIO JOSÉ SANTINI

Santa Maria, 20 de janeiro de 2006.

*A memória de minha mãe e
força de minha família
dedico esta obra.*

AGRADECIMENTOS

A Deus, pela vida.

Ao meu orientador, Prof. Clovis Roberto Haselein, pelos seus conselhos, ensinamentos e principalmente pela amizade.

Aos meus co-orientadores, Prof. Elio José Santini e Prof. Paulo Renato Schneider, pelo incentivo e confiança.

Ao Prof. César Augusto Guimarães Finger e ao Prof. Miguel Antão Durlo pela amizade.

A secretária Cerlene (Tita), do Programa de Pós-Graduação; e aos funcionários Jorge e Nelson por todos os serviços prestados, incentivo e amizade.

Ao Leonel Menezes pelo apoio e amizade.

À Empresa Flosul por toda infra-estrutura oferecida e pelo fornecimento do material sem o qual não seria possível a realização deste trabalho. Meus sinceros agradecimentos a todos os funcionários, em especial ao Pedro e sua equipe pela amizade e colaboração.

A todos os meus amigos e colegas de laboratório: Veridiana, Fabiana, Silvana, Cristiano, Luciano, Dalva, Karina, Tobias, Leandro, Diego, Ediane, Darci, Rafael, Luciana e Daniela pelo incentivo, ajuda e principalmente pela paciência nas horas difíceis.

A minha avó Adelina pelas orações diárias. A minha mãe Vanise que lá de cima me guia e ao meu pai Telmo POR TUDO. Aos meus irmãos Rodrigo e Tanise, meu cunhado Carlos Eduardo, minha sobrinha Vitória e a Ceres pelo incentivo.

Ao tio Nelso, tia Neli, Júnior, Márcio, Marcos e Cristian pelo prestígio e apoio logístico.

A Mariana pelo carinho, amor e por sua paciência nos dias em que fiquei ausente; e também a Rosane pela força e incentivo.

Por fim, a todos os amigos que de alguma forma contribuíram e acreditaram na conclusão deste trabalho.

RESUMO

Dissertação de Mestrado
Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal
Universidade Federal de Santa Maria, RS, Brasil.

EFEITO DA INTENSIDADE DE DESBASTE NAS CARACTERÍSTICAS DENDROMÉTRICAS E TECNOLÓGICAS DA MADEIRA DE *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden

Autor: Rômulo Trevisan

Orientador: Prof PhD. Clovis Roberto Haselein

Data e local da defesa: Santa Maria, 20 de janeiro de 2006.

Este estudo teve como objetivo avaliar o efeito de diferentes intensidades de desbaste nas características dendrométricas e tecnológicas da madeira de *Eucalyptus grandis* aos 14 anos de idade. Para tanto, foi analisado um experimento de desbaste situado próximo ao litoral do Rio Grande do Sul com delineamento em blocos ao acaso, com quatro tratamentos (T1 = 1638 árv/ha; T2 = 1150 árv/ha; T4 = 589 árv/ha e T8 = 192 árv/ha) e quatro repetições. As árvores foram selecionadas com base nos diâmetros dominante e médio de cada tratamento. Após o abate, estas foram medidas e cubadas pelo método de Smalian. Em seguida, foram retirados discos nas posições 0, 25, 50, 75 e 100% da altura comercial e no DAP, destinados à determinação da massa específica básica e retratibilidade radial. Do fuste foi selecionada a tora localizada entre as posições DAP e 25% para a retirada de tábuas destinadas à avaliação da qualidade da madeira serrada após as condições de processamento de desdobro, secagem ao ar livre e secagem na estufa. Com relação às características dendrométricas, os resultados obtidos no experimento indicam que a aplicação de desbastes mais pesados ocasionaram ganhos significativos em diâmetro à altura do peito, altura e volume para as árvores médias; não influenciando as árvores dominantes. O volume médio por hectare, em contrapartida, diminuiu gradativamente com a intensidade da intervenção, acarretando em perdas de até 59,6%. Em relação às características tecnológicas, os resultados indicam que a massa específica básica das árvores médias foi influenciada pelo desbaste, porém, sem apresentar tendência clara em relação à intensidade da intervenção. A produção de massa seca das árvores médias aumentou com a intensidade de desbaste, e não afetou a produção das árvores dominantes. A retratibilidade radial das árvores dominantes e médias cresceu no sentido medula-casca, não sendo alterada pelos desbastes. Para a madeira serrada, o maior espaço vital reduziu a porcentagem de rachaduras de topo das tábuas nas árvores dominantes, não apresentando tendência clara para as árvores médias. A condição de processamento aumentou o desenvolvimento desse defeito somente nas árvores dominantes. A intensidade de desbaste não afetou o encurvamento das árvores dominantes; porém, para as árvores médias, o maior espaço vital reduziu esse defeito. A condição de processamento, tanto para as árvores dominantes quanto para as médias, diminuiu a magnitude do encurvamento. O arqueamento sofreu influência do desbaste nas árvores dominantes e médias; porém, sem apresentar uma tendência com a sua intensidade. A condição de processamento não alterou esse defeito nas árvores dominantes e médias. A nodosidade apresentou tendência de aumentar à medida que diminuiu a intensidade de desbaste somente nas árvores médias. Os resultados permitem concluir que a qualidade da madeira depende do planejamento e das intervenções silviculturais aplicadas no povoamento florestal.

Palavras-chave: *Eucalyptus grandis*; Desbaste; Qualidade da madeira.

ABSTRACT

Master Thesis
Graduate Program in Forest Engineering
Santa Maria Federal University, RS, Brazil

EFFECT OF THE THINNING INTENSITY IN THE DENDROMETRIC AND TECHNOLOGICAL CHARACTERISTICS OF THE WOOD OF *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden

Author: Rômulo Trevisan

Adviser: Prof. PhD. Clovis Roberto Haselein

Place and date of defence: Santa Maria, 20 of January of 2006.

This study was undertaken to evaluate the effect of different thinning intensities in the dendrometric and technological characteristics of the wood of *Eucalyptus grandis* at 14 years of age. There was analyzed a thinning experiment, located in the northern coast of Rio Grande do Sul installed in randomized blocks, with four treatments (T1 = 1638 trees/ha; T2 = 1150 trees/ha; T4 = 589 trees/ha e T8 = 192 trees/ha) and four repetitions. The trees were selected on the basis of the dominant and average diameter of each treatment. After cutting down, the trees were measured and the volume determined by the method of Smalian. Afterwards, disks were taken at the base, 25, 50, 75 and 100% of the commercial height, and at the DBH (Diameter at Breast Height), for basic density and radial shrinkage determination. There were selected the logs located between the DBH and 25% positions, destined to the sawn wood quality evaluations after headrig breakdown, air seasoning and kiln dry. In relation to the dendrometric characteristics, the results indicate that the application of more severe thinnings caused significant gain in diameter at breast height, height and volume in average trees, not influencing the dominant ones. The volume per hectare, on the other hand, diminished gradually with the intensity of the intervention, causing losses of up to 59,6%. In relation to the technological characteristics, the results indicate that the basic density of the average trees was influenced by the thinning, however, without presenting clear trend in relation to the intensity of the intervention. The production of dry mass of the average trees increased with the thinning intensity and did not affect the production of the dominant trees. The radial shrinkage of the dominant and average trees grew in the direction pith to bark, not being modified by thinning intensity. Larger vital space reduced the percentage of end splits of the boards in the dominant trees and did not present a clear trend for the average trees. The processing condition only increased the development of this defect in the dominant trees. The thinning intensity did not affect the board bow of the dominant trees; however, for the average trees, larger vital space reduced this defect. The processing condition, both for dominant and average trees diminished the magnitude of the bow. Board spring was influenced by thinning in both dominant and average trees; however, without presenting a trend with its intensity. The processing condition did not modify this defect in the dominant and average trees. Knots presented a trend to increase diminishing the intensity of thinning only in the average trees. The results allow to conclude that the quality of the wood depends on the planning and of the applied interventions in the forest.

Keywords: *Eucalyptus grandis*; Thinnig; Wood quality.

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 – Tratamentos empregados para verificar a variação dos parâmetros a serem estudados em relação à intervenção de desbaste, aos 14 anos de idade.	45
TABELA 2 – Médias das características dendrométricas das árvores dominantes de <i>Eucalyptus grandis</i> , aos 14 anos de idade.	58
TABELA 3 – Médias das características dendrométricas das árvores médias de <i>Eucalyptus grandis</i> , aos 14 anos de idade.	59
TABELA 4 – Análise de variância do diâmetro à altura do peito das árvores dominantes em função da intensidade de desbaste, aos 14 anos de idade.	60
TABELA 5 – Análise de variância do diâmetro à altura do peito com casca das árvores médias em função da intensidade de desbaste, aos 14 anos de idade.	61
TABELA 6 – Comparação de médias (LSD) para a variável diâmetro à altura do peito com casca das árvores médias, aos 14 anos de idade, em função da intensidade de desbaste.	61
TABELA 7 – Análise de variância da altura total das árvores dominantes em função da intensidade de desbaste, aos 14 anos de idade.	63
TABELA 8 – Análise de variância da altura total das árvores médias em função da intensidade de desbaste, aos 14 anos de idade.	64
TABELA 9 – Comparação de médias (LSD) para a variável altura total das árvores médias, aos 14 anos de idade, em função da intensidade de desbaste.	65
TABELA 10 – Análise de variância do volume total com casca das árvores dominantes em função da intensidade de desbaste, aos 14 anos de idade.	66
TABELA 11 – Análise de variância do volume total com casca das árvores médias em função da intensidade de desbaste, aos 14 anos de idade.	66

TABELA 12 – Comparação de médias (LSD) para a variável volume total com casca das árvores médias, aos 14 anos de idade, em função da intensidade de desbaste.....	67
TABELA 13 – Coeficiente e estatísticas do modelo de Spurr para volume total com casca das árvores dominantes e médias, aos 14 anos de idade.	68
TABELA 14 – Análise de regressão com variável Dummy (tipo – SS3) do volume total com casca em função da intensidade de desbaste, aos 14 anos de idade.	69
TABELA 15 – Análise de variância da produção de volume total com casca das árvores médias em função da intensidade de desbaste, aos 14 anos de idade.	69
TABELA 16 – Comparação de médias (LSD) do volume total com casca por hectare em função da intensidade de desbaste, aos 14 anos de idade.....	70
TABELA 17 – Médias das características tecnológicas das árvores dominantes de <i>Eucalyptus grandis</i> , aos 14 anos de idade.....	74
TABELA 18 – Médias das características tecnológicas das árvores médias de <i>Eucalyptus grandis</i> , aos 14 anos de idade.....	75
TABELA 19 – Análise de variância da massa específica básica ponderada em função do volume das árvores dominantes com a intensidade de desbaste, aos 14 anos de idade.....	76
TABELA 20 – Análise de variância da massa específica básica das árvores médias em função da intensidade de desbaste, aos 14 anos de idade.	77
TABELA 21 – Comparação de médias (LSD) do parâmetro massa específica básica das árvores médias, aos 14 anos de idade, em função da intensidade de desbaste.....	77
TABELA 22 – Análise de variância da massa seca das árvores dominantes em função da intensidade de desbaste, aos 14 anos de idade.....	79
TABELA 23 – Análise de variância da massa seca das árvores médias em função da intensidade de desbaste, aos 14 anos de idade.....	80
TABELA 24 – Comparação de médias (LSD) do parâmetro massa seca das árvores médias, aos 14 anos de idade, em função da intensidade de desbaste.	80
TABELA 25 – Modelo de regressão obtido pelo procedimento Stepwise para descrever a contração radial total em função da posição relativa no sentido medula-casca das árvores dominantes, aos 14 anos de idade.....	82

TABELA 26 – Análise de regressão com variável Dummy (tipo - SS1) da contração radial total das árvores dominantes em função da intensidade de desbaste, aos 14 anos de idade.....	82
TABELA 27 – Coeficientes e estatísticas do modelo testado para verificar a influência da intensidade de desbaste na contração radial total das árvores dominantes, aos 14 anos de idade.....	83
TABELA 28 – Modelo de regressão obtido pelo procedimento Stepwise para descrever a contração radial total em função da posição relativa no sentido medula-casca das árvores médias, aos 14 anos de idade.....	85
TABELA 29 – Análise de regressão com variável Dummy (tipo - SS1) da contração radial total das árvores médias em função da intensidade de desbaste, aos 14 anos de idade.....	85
TABELA 30 – Coeficientes e estatísticas do modelo testado para verificar a influência da intensidade de desbaste na contração radial total das árvores médias, aos 14 anos de idade.....	86
TABELA 31 – Análise de variância das rachaduras de topo das tábuas das árvores dominantes em função da intensidade de desbaste e condição de processamento, aos 14 anos de idade.....	88
TABELA 32 – Comparação de médias (LSD) do parâmetro rachaduras de topo das tábuas das árvores dominantes, aos 14 anos de idade, em função da intensidade de desbaste e condição de processamento.....	88
TABELA 33 – Análise de variância das rachaduras de topo das tábuas das árvores médias em função da intensidade de desbaste e condição de processamento, aos 14 anos de idade.....	91
TABELA 34 – Comparação de médias (LSD) do parâmetro rachaduras de topo das tábuas das árvores médias, aos 14 anos de idade, em função da intensidade de desbaste e condição de processamento.....	92
TABELA 35 – Análise de variância do encurvamento das tábuas das árvores dominantes em função da intensidade de desbaste e condição de processamento, aos 14 anos de idade.....	94
TABELA 36 – Análise de variância do encurvamento das tábuas das árvores médias em função da intensidade de desbaste e condição de processamento, aos 14 anos de idade.	96

TABELA 37 – Comparação de médias (LSD) do parâmetro encurvamento das tábuas das árvores médias, aos 14 anos de idade, em função da intensidade de desbaste e condição de processamento.	96
TABELA 38 – Análise de variância do arqueamento das tábuas das árvores dominantes em função da intensidade de desbaste e condição de processamento, aos 14 anos de idade.	97
TABELA 39 – Comparação de médias (LSD) do parâmetro arqueamento das tábuas das árvores dominantes, aos 14 anos de idade, em função da intensidade de desbaste.	98
TABELA 40 – Análise de variância do arqueamento das tábuas das árvores médias em função da intensidade de desbaste e condição de processamento, aos 14 anos de idade.	99
TABELA 41 – Comparação de médias (LSD) do parâmetro arqueamento das tábuas das árvores médias, aos 14 anos de idade, em função da intensidade de desbaste.	99
TABELA 42 – Análise de variância do índice de nós das tábuas das árvores dominantes em função da intensidade de desbaste, aos 14 anos de idade.	100
TABELA 43 – Análise de variância do índice de nós das tábuas das árvores médias em função da intensidade de desbaste, aos 14 anos de idade.	101
TABELA 44 – Comparação de médias (LSD) do parâmetro índice de nós por metro quadrado das tábuas das árvores médias, aos 14 anos de idade, em função da intensidade de desbaste.	102
TABELA 45 – Análise de variância do diâmetro do maior nó nas tábuas das árvores dominantes em função da intensidade de desbaste, aos 14 anos de idade.	103
TABELA 46 – Análise de variância do diâmetro do maior nó nas tábuas das árvores médias em função da intensidade de desbaste, aos 14 anos de idade.	103
TABELA 47 – Valores das características dendrométricas das árvores dominantes.	118
TABELA 48 – Valores das características dendrométricas das árvores médias.	119
TABELA 49 – Valores das características tecnológicas das árvores dominantes.	121
TABELA 50 – Valores das características tecnológicas das árvores dominantes.	122
TABELA 51 – Valores das características tecnológicas das árvores médias.	123
TABELA 52 – Valores das características tecnológicas das árvores médias.	124

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 – Esquema ilustrativo da confecção das cunhas utilizadas para a análise da massa específica básica.	48
FIGURA 2 – Esquema ilustrativo da confecção e seccionamento das baguetas utilizadas na análise da retratibilidade radial.	50
FIGURA 3 – Esquema para mensuração das rachaduras de topo das tábuas.	52
FIGURA 4 – Método empregado para medição do encurvamento das tábuas.	53
FIGURA 5 – Método empregado para medição do arqueamento das tábuas.	54
FIGURA 6 – Influência da intensidade de desbaste no incremento em diâmetro à altura do peito com casca (DAP c/c) das árvores médias, aos 14 anos de idade.	62
FIGURA 7 – Influência da intensidade de desbaste (tratamentos) no volume por hectare, aos 14 anos de idade.	71
FIGURA 8 – Influência da intensidade de desbaste (tratamentos) na redução de volume total com casca por hectare, aos 14 anos de idade.	72
FIGURA 9 – Influência da intensidade de desbaste (tratamentos) no volume total com casca por hectare e diâmetro à altura do peito com casca (DAP c/c), aos 14 anos de idade.	73
FIGURA 10 – Influência da intensidade de desbaste (tratamentos) na produção de massa seca das árvores médias, aos 14 anos de idade.	81
FIGURA 11 – Variação da contração radial total no sentido medula-casca das árvores dominantes, aos 14 anos de idade.	84
FIGURA 12 – Variação da contração total radial no sentido medula-casca das árvores médias, aos 14 anos de idade.	87
FIGURA 13 – Influência da intensidade de desbaste (tratamentos) e condição de processamento na percentagem média de rachaduras de topo das tábuas das árvores dominantes, aos 14 anos de idade.	90

FIGURA 14 – Influência da intensidade de desbaste (tratamentos) e condição de processamento na percentagem média de rachaduras de topo das tábuas das árvores médias, aos 14 anos de idade.....	92
FIGURA 15 – Tendência de rachaduras de topo das tábuas em relação à condição de processamento das árvores médias e dominantes, aos 14 anos de idade.	93
FIGURA 16 – Tendência do encurvamento das tábuas em relação à condição de processamento das árvores dominantes e médias, aos 14 anos de idade.	95
FIGURA 17 – Distribuição gráfica de resíduos em função do diâmetro à altura do peito das árvores dominantes, aos 14 anos de idade.	126
FIGURA 18 – Distribuição gráfica de resíduos em função do diâmetro à altura do peito das árvores médias, aos 14 anos de idade.	126
FIGURA 19 – Distribuição gráfica de resíduos em função da altura total das árvores dominantes, aos 14 anos de idade.....	127
FIGURA 20 – Distribuição gráfica de resíduos em função da altura total das árvores médias, aos 14 anos de idade.....	127
FIGURA 21 – Distribuição gráfica de resíduos em função do volume total com casca das árvores dominantes e médias, aos 14 anos de idade.	128
FIGURA 22 – Distribuição gráfica de resíduos em função do volume total com casca das árvores dominantes, aos 14 anos de idade.....	128
FIGURA 23 – Distribuição gráfica de resíduos em função do volume total com casca das árvores médias, aos 14 anos de idade.....	129
FIGURA 24 – Distribuição gráfica de resíduos em função da produção em volume por hectare das árvores médias, aos 14 anos de idade.	129
FIGURA 25 – Distribuição gráfica de resíduos em função da massa específica básica ponderada das árvores dominantes, aos 14 anos de idade.....	131
FIGURA 26 – Distribuição gráfica de resíduos em função da massa específica básica ponderada das árvores médias, aos 14 anos de idade.....	131
FIGURA 27 – Distribuição gráfica de resíduos em função da massa seca das árvores dominantes, aos 14 anos de idade.....	132
FIGURA 28 – Distribuição gráfica de resíduos em função da massa seca das árvores médias, aos 14 anos de idade.....	132
FIGURA 29 – Distribuição gráfica de resíduos em função da contração total radial das árvores dominantes, aos 14 anos de idade.	133

FIGURA 30 – Distribuição gráfica de resíduos em função da contração radial total das árvores médias, aos 14 anos de idade.	133
FIGURA 31 – Distribuição gráfica de resíduos em função das rachaduras de topo das tábuas das árvores dominantes, aos 14 anos de idade.....	134
FIGURA 32 – Distribuição gráfica de resíduos em função das rachaduras de topo das tábuas das árvores médias, aos 14 anos de idade.	134
FIGURA 33 – Distribuição gráfica de resíduos em função do encurvamento das tábuas das árvores dominantes, aos 14 anos de idade.	135
FIGURA 34 – Distribuição gráfica de resíduos em função do encurvamento das tábuas das árvores médias, aos 14 anos de idade.	135
FIGURA 35 – Distribuição gráfica de resíduos em função do arqueamento das tábuas das árvores dominantes, aos 14 anos de idade.	136
FIGURA 36 – Distribuição gráfica de resíduos em função do arqueamento das tábuas das árvores médias, aos 14 anos de idade.	136
FIGURA 37 – Distribuição gráfica de resíduos em função do índice de nós por metro quadrado das tábuas das árvores dominantes, aos 14 anos de idade.	137
FIGURA 38 – Distribuição gráfica de resíduos em função do índice de nós por metro quadrado das tábuas das árvores médias, aos 14 anos de idade.	137
FIGURA 39 – Distribuição gráfica de resíduos em função do diâmetro do maior nó das tábuas das árvores dominantes, aos 14 anos de idade.....	138
FIGURA 40 – Distribuição gráfica de resíduos em função do diâmetro do maior nó das tábuas das árvores médias, aos 14 anos de idade.	138

LISTA DE SIGLAS, ABREVIATURAS OU SÍMBOLOS

%	Porcentagem
Ar	Arqueamento, %
cm	Centímetro
cm ³	Centímetro cúbico
Cond.	Condição de processamento
Ct _{Rd}	Contração radial total
DAP	Diâmetro à altura do peito, cm
DAP c/c	Diâmetro à altura do peito com casca, cm
DAP s/c	Diâmetro à altura do peito sem casca, cm
En	Encurvamento, %
f _{1,3}	Fator de forma artificial
F _{cal.}	Valor de F calculado
g	Gramma
g/cm ³	Gramma por centímetro cúbico
ha	Hectare
h ₁₃	Altura comercial, m
h	Altura total, m
kg	Quilograma
kg/m ³	Quilograma por metro cúbico
m	Metro
m ²	Metro quadrado
m ³	Metro cúbico
m ³ /ha	Metro cúbico por hectare
mm	Milímetros
mm/m	Milímetro por metro

MS	Massa seca, kg
°C	Graus Celsius
PSF	Ponto de Saturação das Fibras
R ² aj.	Coefficiente de determinação ajustado
Rtb	Rachaduras de topo das tábuas, %
Syx	Erro padrão da estimativa
v ₁₃ c/c	Volume comercial com casca, m ³
v ₁₃ s/c	Volume comercial sem casca, m ³
v c/c	Volume total com casca, m ³
v s/c	Volume total sem casca, m ³
ρ _b	Massa específica básica, g/cm ³

LISTA DE ANEXOS

ANEXO 1. Valores das características dendrométricas das árvores dominantes e médias.....	117
ANEXO 2. Valores das características tecnológicas das árvores dominantes e médias.....	120
ANEXO 3. Análise dos resíduos em função dos parâmetros dendrométricos.....	125
ANEXO 4. Análise dos resíduos em função dos parâmetros tecnológicos.	130

SUMÁRIO

RESUMO	7
ABSTRACT	8
LISTA DE TABELAS	9
LISTA DE FIGURAS	13
LISTA DE SIGLAS, ABREVIATURAS OU SÍMBOLOS	16
LISTA DE ANEXOS	18
1 INTRODUÇÃO	21
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	24
2.1 Espécie em estudo.....	24
2.2 Desbaste	27
2.3 Características dendrométricas.....	29
2.3.1 Fator de forma.....	29
2.3.2 Produção volumétrica.....	29
2.4 Características tecnológicas.....	31
2.4.1 Massa específica básica e massa seca	31
2.4.2 Retratibilidade	36
2.5 Defeitos da madeira	38
2.5.1 Rachaduras de topo das tábuas.....	38
2.5.2 Empenamentos das tábuas.....	41
2.5.3 Nodosidade	41
3 MATERIAL E MÉTODOS	44
3.1 Localização do povoamento estudado	44
3.2 Caracterização climática da região	44
3.3 Origem do experimento.....	44
3.4 Características do experimento.....	45
3.5 Determinação das características dendrométricas.....	46

3.5.1 Volume	46
3.5.2 Fator de forma artificial.....	47
3.5.3 Volume por hectare	47
3.6 Determinação das características tecnológicas	48
3.6.1 Massa específica básica	48
3.6.2 Massa seca	49
3.6.3 Retratibilidade	50
3.6.4 Defeitos da madeira serrada	51
3.6.4.1 Rachaduras de topo das tábuas.....	52
3.6.4.2 Empenamentos das tábuas.....	53
3.6.4.3 Nodosidade	54
3.7 Análise estatística dos dados	55
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	58
4.1 Análise dos parâmetros dendrométricos	58
4.1.1 Diâmetro à altura do peito	60
4.1.2 Altura total	63
4.1.3 Volume total com casca	65
4.1.4 Volume por hectare	69
4.2 Análise dos parâmetros tecnológicos	74
4.2.1 Massa específica básica ponderada	75
4.2.2 Massa seca	79
4.2.3 Retratibilidade	81
4.2.4 Defeitos da madeira serrada	87
4.2.4.1 Rachaduras de topo das tábuas.....	87
4.2.4.2 Empenamentos	94
4.2.4.3 Nodosidade	100
5 CONCLUSÕES	104
6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	106
7 ANEXOS	116

1 INTRODUÇÃO

O gênero *Eucalyptus* é atualmente uma das principais essências florestais encontradas no Brasil. Entre as folhosas, poderá ser a matéria-prima com maior demanda no mercado, sendo utilizada para atender diversos segmentos industriais, na confecção de múltiplos produtos de madeira, e não somente para a produção de celulose e papel, carvão, chapas de fibras e aglomerados.

Apesar da importância adquirida por esse gênero nos últimos anos e do mercado consumidor estar em plena expansão, a utilização da madeira de eucalipto ainda é restrita. Isto ocorre principalmente porque apenas uma pequena quantidade de empresas possui toras de boa qualidade, com valor de comercialização; e agravado pela inexistência de tecnologia adequada para trabalhar essa madeira.

Na introdução de espécies exóticas, como é o caso do gênero *Eucalyptus*, a ênfase tem sido dada à produção volumétrica, e nem sempre a qualidade da matéria-prima tem merecido atenção. É de fundamental importância que novas informações sobre essas espécies sejam relatadas, pois, além de fornecerem subsídios para diversas áreas da ciência florestal, poderão ser utilizadas para melhorar a qualidade da madeira na floresta, obtendo-se assim, uma matéria-prima homogênea, com características desejáveis para uma determinada utilização.

O aumento da oferta dessa matéria-prima proveniente de reflorestamentos tem despertado o mercado consumidor a preocupar-se com a qualidade da madeira. Os progressos alcançados, principalmente em produtividade florestal, são significativos e, nos últimos anos, tem-se notado um crescente interesse dos setores florestal e industrial na busca de matéria-prima de qualidade, a fim de maximizar seu potencial de uso e, conseqüentemente, minimizar os problemas no processo produtivo.

A qualidade da madeira interfere o processo industrial de qualquer produto madeireiro, de forma que técnicas como manejo florestal e melhoramento genético, aliadas com a tecnologia da madeira, devem ser conciliadas a fim de obter um produto final com maior valor agregado.

De acordo com Maestri (2005), a melhor opção para melhorar a competitividade da indústria de produtos sólidos de eucalipto, do ponto de vista florestal, se configura pelo estabelecimento de plantações em regiões de alta

produtividade, com material genético apropriado e sob manejo adequado. Assim, viabiliza-se a produção de toras de grandes diâmetros e com madeira livre de nós, em rotações relativamente curtas.

O conhecimento e a compreensão relativa da variabilidade da madeira e das suas relações com os fatores que influenciam as características dendrométricas e tecnológicas possibilitarão a obtenção de importantes relatos, beneficiando tanto o processo industrial, como a utilização do produto final. Conforme Assis (2000), a qualidade da madeira de eucalipto é uma condição dependente dos fatores genéticos, ambientais e de manejo; portanto, a maior homogeneidade desta madeira e o direcionamento de suas propriedades tendem a diversificar suas utilidades.

A qualidade da madeira seria então o somatório de todas as características e propriedades que afetam o rendimento em produtos finais e sua adequação para as aplicações pretendidas. Segundo Comério & Xavier (1996), este quesito é considerado como atributo ou condição que distingue um determinado produto. Em termos gerais, seria a adequação do uso que se pretende.

Com intervenções silviculturais no povoamento, é possível influenciar sobre o ritmo de crescimento das árvores, interferindo-se, assim, nas características dendrométricas e tecnológicas da madeira. Do ponto de vista de ganho em valor de um povoamento florestal, pode ser interessante o conhecimento das variações destas características.

De acordo com Maestri (2005), a adoção de um regime de manejo deve estar totalmente alinhada aos objetivos do negócio. Para sua efetivação, o conhecimento da capacidade potencial de produção do terreno, bem como as características do material genético, devem ser pesquisadas e administradas. As interações entre essas variáveis determinarão o grau de sucesso do empreendimento.

Porém, os poucos estudos conduzidos acerca da qualidade das florestas plantadas evidenciam resultados bastante variáveis entre regiões, com uma larga amplitude de variação dos dados. Embora estas variações possam ser comuns em pesquisas desta natureza, permanece a dúvida de como e em que intensidade as intervenções silviculturais, de um modo geral, podem melhorar, modificar, controlar ou minimizar os fatores que afetam a qualidade da madeira.

A definição de uma possível relação entre as características dendrométricas e tecnológicas com a intervenção silvicultural de desbaste em função do uso final da madeira seria benéfica, pois, além de pré-determinar a utilização desta matéria-

prima, mesmo antes do plantio, implicaria em redução de perdas e, conseqüentemente, em redução de custos de produção.

Desta maneira, este trabalho foi desenvolvido com árvores do estrato dominante e médio com os seguintes objetivos:

- a) Avaliar o efeito da intervenção silvicultural de desbaste nas características dendrométricas e tecnológicas da madeira de *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden;
- b) Analisar o efeito da intensidade de desbaste nas características dendrométricas;
- c) Avaliar o volume médio por hectare nas diferentes intensidades de desbastes;
- d) Comparar as características tecnológicas da madeira das árvores dominantes e médias em função das intensidades de desbastes;
- e) Avaliar os defeitos da madeira serrada das árvores dominantes e médias em relação às condições de processamento e diferentes intensidades de desbastes.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Espécie em estudo

De acordo com Silva (2001), a espécie *Eucalyptus grandis* ocorre naturalmente na Austrália, ao norte do Estado de New South Wales, entre as latitudes 25 e 33° S, e nas regiões central (latitude de 21° S) e norte (latitude 16 a 19° S) de Queensland, em áreas com altitude variando desde o nível do mar até 600 metros, na área de maior ocorrência, e de 500 a 1.100 metros de altitude nas áreas mais ao norte (Atherton – QLD). A precipitação pluviométrica varia de 1.000 a 3.500 mm anuais, predominantemente no verão, e a estação seca raramente ultrapassa três meses.

O mesmo autor cita que esta espécie é uma das mais plantadas no mundo, devido principalmente a sua versatilidade e uso múltiplo. No Brasil, a introdução e a expansão da eucaliptocultura deve-se ao trabalho desenvolvido pelo Dr. Edmundo Navarro de Andrade e pela Companhia Paulista de Estradas de Ferro.

De acordo com Nahuz *et al.* (1998), o eucalipto foi introduzido no Brasil no início do século XX, como espécie produtora de madeira para lenha e carvão, logo passando a ser usado em estruturas simples, como postes para transmissão de energia e telefonia, além de moirões, no meio rural. Também como fornecedor de matéria-prima para as indústrias de celulose e papel, de chapas de madeira aglomerada e, mais recentemente, para as indústrias de MDF e móveis, no Brasil industrial.

Recentemente, alguns pesquisadores, como Caixeta *et al.* (2003) e Silveira *et al.* (2001), constataram que o Brasil tem um grande potencial para suprir o novo mercado que o gênero *Eucalyptus* está proporcionando, pois possui a maior área plantada desta espécie no mundo, com aproximadamente 3 milhões de hectares, sendo somente a Região Sul responsável por 7,5% dessa área. No entanto, informações importantes desta madeira, como as propriedades físico-mecânicas e demais características tecnológicas, ainda não foram direcionadas para a obtenção de produtos de qualidade.

No setor florestal brasileiro, segundo Silveira *et al.* (2001), este gênero vem ocupando lugar de destaque na economia nacional. Nos últimos anos, os setores de madeira serrada e chapas vêm apresentando um elevado crescimento econômico.

A escassez de matéria-prima causada pelo uso indiscriminado da madeira proveniente de florestas nativas e pelo processo de colonização brasileiro, segundo Lopes (2003), levou à busca por material alternativo para suprir o mercado madeireiro. A descoberta da madeira de eucalipto foi considerada um grande avanço para o setor florestal no sentido de que este material é ecológica e tecnologicamente viável para atender às indústrias moveleira e de construção civil.

De acordo com Stahl (2003), o cultivo de povoamentos deste gênero originou-se não somente devido ao escasseamento e conseqüente elevação dos custos de madeiras nobres, mas também pela crescente preocupação de conservação das espécies nativas produtoras de madeira, por ser uma espécie florestal de rápido crescimento, boa adaptação às condições edafo-climáticas, facilidade de utilização da madeira em diversas finalidades e devido às grandes distâncias entre as zonas de produção e de consumo.

Segundo Vital & Della Lucia (1986), na Região Centro-Sul brasileira, plantios de gêneros como *Pinus* e *Eucalyptus* são destinados, com alguma freqüência, a novos usos, como, por exemplo, a fabricação de móveis, postes, dormentes, carrocerias, construção civil etc., para os quais o conhecimento das propriedades físico-mecânicas é de grande importância.

Nesta mesma região, Silva (2001) relata um vasto e bem sucedido programa de reflorestamento com o gênero *Eucalyptus*, concluindo que a maior parte das florestas está comprometida com a produção de madeira para os denominados “usos tradicionais” (celulose, papel, carvão vegetal, lenha e chapas de fibras) e que, no entanto, há uma parcela destinada a outras aplicações madeireiras.

Para atender à demanda desta espécie, o mesmo autor cita que a primeira etapa a ser observada deve envolver uma seleção de espécies, através de programas de melhoramento, com a finalidade de obter características de ordem silvicultural, como crescimento e forma do tronco. Numa segunda etapa, tais programas devem ser consolidados e complementados com o envolvimento de algumas propriedades da madeira, como densidade, dimensões de fibras, teores de casca e composição química.

Ao se pensar na utilização da madeira para fins mais nobres, como a produção de móveis e painéis, é necessária a incorporação dos procedimentos de ordem silvicultural já utilizados na formação das florestas tradicionais a outros programas complementares de manejo e condução da floresta, como o desbaste e a poda dos ramos, além de avaliar outros aspectos da madeira, como os níveis de tensões de crescimento, a estabilidade dimensional, a coloração, a presença de madeira juvenil, a relação cerne/alburno, a resistência mecânica, a trabalhabilidade e o seu comportamento em todas as fases do processamento primário (desdobro e secagem).

Para Bauer (1985), a escolha da madeira de uma espécie lenhosa para um determinado emprego somente poderá ser conduzida, com economia e segurança, conhecendo-se os valores médios que definem seu comportamento físico e sua resistência às solicitações mecânicas.

Segundo o mesmo autor, deve-se ainda realizar numerosos ensaios de qualificação sobre amostras representativas de madeira da espécie em questão, levando em consideração todos os fatores de alteração das características do mesmo, tanto os naturais, decorrentes da própria natureza do material, como os tecnológicos, decorrentes da execução dos ensaios.

A espécie *Eucalyptus grandis*, conforme Silva (2001), é considerada medianamente leve e fácil de ser trabalhada em operações de usinagem, com elevada permeabilidade; contudo, possui baixa estabilidade dimensional. A madeira proveniente de ciclo longo é utilizada intensivamente na Austrália, África do Sul, Brasil e Argentina como material de construção e matéria-prima na fabricação de móveis. Já a proveniente de ciclos curtos, é utilizada em caixotaria, paletes, carvão e moirões.

Apesar de ser reconhecida como matéria-prima para energia e fabricação de celulose e papel, Lopes (2003) destaca que ainda existem certas restrições com respeito à madeira serrada desta espécie. Os principais problemas ocorrem quando esta é proveniente de povoamentos com rápido crescimento, devido a sua propensão a rachaduras, contrações e ao empenamento, o que diminui a aceitação e prejudica a utilização da madeira para fins mais nobres. Em contrapartida, Silva (2001) relata que os povoamentos convenientemente manejados podem produzir madeira excelente para serraria e laminação.

Conforme Oliveira (2001), um material tão complexo quanto a madeira do gênero *Eucalyptus* somente poderá ser utilizado, em condições de igualdade com as madeiras tradicionais, ou deve ser substituído, caso se tenha um conhecimento científico de suas características, propriedades, bem como as variações destas que são peculiares a cada espécie, além das condições de crescimento e principalmente a idade de corte das árvores. Deve-se também aliar práticas silviculturais e técnicas de manejo a estratégias de melhoramento florestal para promover um aumento na qualidade e quantidade da madeira.

2.2 Desbaste

A qualidade e a produtividade dos povoamentos florestais, segundo Soares (2003), são os fatores mais importantes para a conquista de bons mercados e para se obter um fluxo contínuo de matéria-prima. Para que isto seja alcançado, é necessário executar tratos silviculturais, dentre os quais o desbaste é um dos mais importantes por proporcionar espaço para o desenvolvimento da copa e do sistema radicular e, conseqüentemente, melhor aproveitamento de luz, nutrientes e água disponíveis no sítio.

O planejamento do desbaste, segundo Schneider (2002), tem por objetivos manipular a competição entre as árvores, evitar conseqüências da competição excessiva, evitar a permanência de indivíduos com má formação de fuste e direcionar o potencial produtivo do sítio para as árvores de maior valor comercial.

Esta intervenção silvicultural, conforme o mesmo autor, baseia-se no processo natural da vida do povoamento em relação à diminuição progressiva do número de indivíduos por unidade de superfície, como conseqüência da competição pela luz, umidade e pelas substâncias nutritivas do solo.

Os principais objetivos do desbaste, conforme Scheeren (2003), concentram-se em distribuir o potencial de crescimento do sítio florestal em um número menor de árvores, selecionadas em função de suas características superiores quanto à vitalidade, qualidade do fuste e vigor de crescimento, bem como reduzir a competição entre elas, evitando a utilização dos recursos do sítio florestal por indivíduos menos aptos.

De um modo geral, Schneider (2002) relata que a qualidade da madeira de uma espécie qualquer é dependente de três fatores, ou seja, da forma e dimensões das árvores; e das qualidades tecnológicas da madeira. Com a intervenção de desbaste, segundo o mesmo autor, surge a possibilidade de condução de um povoamento de qualidade, pois árvores com formas ruins podem ser eliminadas e também indivíduos de maiores dimensões podem ser obtidos através desta prática.

Os debates, para Smith (1962), além de serem benéficos à qualidade da madeira, auxiliam a evitar perdas pelo não-aproveitamento de árvores que morreriam naturalmente em consequência da competição, concentram a produção em indivíduos mais promissores e, ainda, podem produzir rendas intermediárias durante o ciclo de corte do povoamento.

A regulação da produção por meio de desbaste, segundo Schneider (2002), depende da densidade ótima ou ideal, que possibilita um máximo de crescimento potencial para determinada espécie.

Reinstorf (1970) observa que desbastes pesados resultam em menores números de árvores e causam um crescimento em diâmetro superior aos povoamentos que sofrem desbastes leves, considerando-se um mesmo sítio.

Com respeito à capacidade produtiva, Scolforo (1997) revela que quanto melhor a capacidade produtiva do local, mais pesado pode ser o desbaste, pois maior é a capacidade de recuperação do crescimento. Quando os desbastes são efetuados de maneira uniforme em todos os sítios, podem propiciar uma densidade próxima da ideal nos mais produtivos e constituir desbastes pesados em sítios menos produtivos, à medida que mais interferências são efetuadas na população, o que dificulta a reação do crescimento em volume e área basal.

Quanto ao grau de desbaste, relacionado com o desenvolvimento individual das árvores, Alves (1982) afirmou que as árvores remanescentes ao desbaste retomam o crescimento máximo em área basal até um determinado grau intermediário de desbaste, não respondendo com maiores taxas individuais de crescimento aos espaços aéreos maiores, ocasionados por graus de desbastes mais elevados.

Segundo Luz *et al.* (1993), a atividade de desbaste gera benefícios em relação à ciclagem de nutrientes. Com o passar do tempo, a relação biomassa de galhos e de folhas diminui em relação à biomassa da árvore toda. Como no lenho é encontrada menor quantidade de nutrientes do que na copa, ao se promover a

exploração das árvores, uma menor quantidade de nutrientes estará sendo removida da floresta. Este fato é mais significativo se os galhos, folhas e casca são deixados na floresta.

2.3 Características dendrométricas

2.3.1 Fator de forma

Segundo Finger (1992), as variações na forma do tronco são decorrentes da redução sucessiva dos diâmetros da base ao topo da árvore. Essa diminuição do diâmetro é conhecida como “forma da árvore ou taper”, razão fundamental para a variação do volume da árvore em função da espécie, diâmetro à altura do peito, idade, manejo e sítio. Depois do diâmetro e da altura, o fator de forma constitui a terceira variável, em ordem de importância, na determinação volumétrica.

O crescimento em altura, conforme o mesmo autor, é o elemento que mais influencia o fator de forma. Deste modo, sabe-se que duas árvores geometricamente idênticas, porém, com alturas diferentes, têm diferentes fatores de forma artificial (razão entre o volume rigoroso da árvore (total ou parcial) tomado em relação ao volume de um cilindro, cuja altura e diâmetro à altura do peito (DAP) sejam iguais aos da árvore considerada). Em outras palavras, o fator de forma reduz o volume de um cilindro formado pela área transversal e altura da árvore para o verdadeiro volume.

Para Silva (1977), o fator de forma é definido como o módulo de redução que deve ser multiplicado pelo produto da área basal (g) com altura (h) para se ter o volume de uma árvore em pé.

2.3.2 Produção volumétrica

Segundo Schneider *et al.* (1991), a aplicação de desbastes pode, em função de seu peso, causar a diminuição da produção total, mas possui o propósito primordial de elevar a produtividade comercial dos sortimentos, através do aumento da dimensão individual das árvores.

Johnston *et al.* (1967) relata que o volume por hectare tende a variar pouco, no caso de moderadas intensidades de desbaste, enquanto o volume individual, sob as mesmas intensidades, varia de modo acentuado, crescendo rapidamente. Para maiores intensidades de desbaste, o volume individual tende a manter-se constante, devido ao grande espaço aberto e à drástica redução de competição, os quais não favorecem o crescimento individual, enquanto o volume por hectare tende a diminuir rapidamente, na medida em que se reduz acentuadamente o número de árvores por hectare.

Fishwick (1976) constatou que os aumentos na produção volumétrica de madeira de alta qualidade por árvore não são resultantes da adoção de desbastes excessivamente drásticos, pois as árvores possuem uma capacidade limitada de utilizar todo o espaço que lhes é oferecido no interior do povoamento. Burger (1980) conclui que há um aumento do incremento volumétrico somente se o desbaste for executado antes de culminar o incremento corrente anual em volume (ICA). Isto porque, após essa idade, os ganhos em incremento pelos desbastes não têm efeito favorável.

Estudando o efeito de diferentes intensidades de desbaste sobre a produção de *Eucalyptus grandis*, Schneider *et al.* (1998) concluem que houve uma grande perda de produção entre a testemunha, sem desbaste, e os tratamentos com manutenção de 60%, 50% e 40% da área basal da testemunha. Entretanto, ao analisar o acréscimo em diâmetro ocorrido nas árvores após o desbaste, verificaram que o aumento da intensidade de desbaste provocou um significativo ganho de dimensão.

Para Alves (1982), o desbaste forte nas idades mais jovens, tem influência relativamente mais elevada sobre a evolução do volume total, enquanto que, nas idades mais velhas, tem efeito oposto. Isto significa que a intensidade ótima de desbaste, no sentido de obtenção de máximos volumes de madeira, passa de níveis mais elevados de intensidade, nas idades jovens, para níveis mais baixos de intensidade, nas idades mais velhas. Em vista disso, deve-se fazer variar a intensidade de desbaste ao longo da idade do povoamento.

2.4 Características tecnológicas

2.4.1 Massa específica básica e massa seca

A massa específica da madeira é a relação entre a massa, expressa em grama ou quilograma, de um corpo, e o seu volume, expresso em centímetro cúbico ou metro cúbico. Para o material madeira, Durlo (1991) afirma que o valor obtido indica a quantidade aproximada de massa lenhosa ou, de modo inverso, o volume de espaços vazios existentes na madeira.

De acordo com Durlo (1991), Lima (1994) e Schneider (2002), existem diversas características na madeira, porém a massa específica é o principal parâmetro usado para expressar a qualidade, devido à correlação com outras propriedades da madeira e também por ser de fácil determinação.

Para Brasil *et al.* (1994), podem ser obtidos resultados diferentes nas determinações de massa específica básica de acordo com a metodologia utilizada. No Brasil, a massa específica básica da madeira é determinada, na maioria das vezes, estimando-se o volume através do método da balança hidrostática. Na prática, essas determinações do volume verde ou saturado variam de acordo com as condições, podendo ser realizadas em poucos ou até vários dias após a extração das amostras.

Silva (2002) relata que a massa específica da madeira é o resultado de uma complexa combinação dos seus constituintes internos, fornecendo inúmeras informações sobre as características da madeira, devido principalmente a sua íntima relação com várias outras propriedades. Segundo o mesmo autor, esta característica torna-se um parâmetro muito utilizado para qualificar a madeira nos diversos segmentos da atividade industrial.

Haselein *et al.* (2002) afirmam existir uma estreita relação entre a massa específica da madeira e as propriedades mecânicas, sendo que, desta forma, qualquer fator que acarrete alteração na primeira irá produzir efeitos nas últimas. Vital & Della Lucia (1980), em seus estudos sobre *Eucalyptus grandis*, confirmam que a redução da massa específica ocasionou uma redução proporcional nas propriedades mecânicas.

Segundo Kollmann & Côté (1968) e Durlo (1991), as variações da massa específica se devem às diferenças na estrutura anatômica da madeira e na quantidade de substâncias extrativas presentes por unidade de volume, em função principalmente, da idade da árvore, genótipo, qualidade e índice de sítio, clima, localização geográfica e tratos silviculturais. A estrutura da madeira a que se referem os autores está relacionada à espessura da parede celular, ao tamanho e à quantidade proporcional de diferentes tipos de células (fibras, traqueídeos, vasos, dutos de resina e parênquima). Nas madeiras da mesma espécie, as variações são decorrentes, principalmente, de alterações nos componentes estruturais, como lenho primaveril ou outonal, lenho de nó, lenho de reação e alterações químicas.

De acordo com Oliveira & Silva (2003), as variações da massa específica dependem das mudanças na proporção dos vasos e das espessuras das paredes celulares das fibras. O crescimento deste parâmetro tecnológico pode ser o resultado do aumento da espessura da parede celular das fibras ou de um aumento na proporção das fibras em relação, por exemplo, à proporção de vasos. De maneira inversa, um aumento na proporção de vasos, com ou sem decréscimo na espessura da parede celular, leva à redução da massa específica.

Estudando a massa específica básica das espécies de *Eucalyptus alba*, *Eucalyptus saligna* e *Eucalyptus grandis*, Brasil & Ferreira (1971) concluíram que há diferença significativa entre estas, principalmente com relação ao local, onde maiores valores foram encontrados em sítios no qual o ritmo de crescimento foi menor. Brasil (1972), pesquisando a massa específica básica do *Eucalyptus propinqua*, também evidenciou maiores valores onde o ritmo de crescimento foi mais lento.

Brasil & Ferreira (1972), em seus estudos sobre *Eucalyptus grandis*, e, posteriormente, Malan & Hoon (1992), afirmam que a massa específica básica da madeira cresce no sentido medula-casca, sendo este crescimento mais acentuado nas camadas externas. O aumento da massa específica básica foi acompanhado pelo aumento da espessura das paredes e pelo comprimento médio das fibras.

Silva (2002) também verificou uma tendência crescente da massa específica no sentido medula-casca, concluindo que menores valores foram aqueles pertencentes às regiões próximas à medula e de idade mais reduzida, como conseqüência da presença de madeira juvenil.

Oliveira (1998), estudando a massa específica básica da madeira proveniente de sete espécies de eucalipto, observou que, apesar do comportamento geral de aumento na direção medula-casca, cada espécie apresentou um perfil específico de variação, inclusive com variantes para cada altura do tronco.

Carmo (1996), observando as variações da massa específica básica no sentido medula-casca e ao longo do tronco de três árvores de seis espécies de eucalipto (*Eucalyptus grandis*, *Eucalyptus saligna*, *Eucalyptus citriodora*, *Eucalyptus pilularis*, *Eucalyptus cloeziana* e *Eucalyptus maculata*), verificou que em todas as espécies houve um aumento desta característica no sentido medula-casca e no sentido da altura, com valores mínimos nas proximidades da medula e máximos na região do cerne periférico ou no alburno.

Segundo Lopes *et al.* (2000), as árvores originárias de florestas maduras são formadas, quase que na sua totalidade, de madeira adulta, possuindo maior resistência mecânica que as obtidas de povoamentos jovens. A presença de células relativamente longas e paredes espessas e a maior proporção de lenho tardio conferem à madeira adulta maior massa específica básica e, conseqüentemente, maiores propriedades mecânicas.

Silva (2002) relata que as alterações decorrentes da influência da variação da idade somam-se, também, às influências das variações ambientais, edáficas e de base genética. Conforme Vital & Della Lucia (1980), as condições do ambiente e o tratamento silvicultural exercem acentuado efeito na massa específica das árvores.

Ladrach (1986) evidencia que as características tecnológicas da madeira variam com a espécie, procedência, idade, sítio e altitude. Segundo Vital & Della Lucia (1986), as espécies exóticas cultivadas no Brasil apresentam propriedades físico-mecânicas acentuadamente diferentes das produzidas nos países de origem. Um exemplo desta diferença é a massa específica básica da madeira de *Eucalyptus saligna* de mesma idade, encontrada pelos mesmos autores, tendo valores de 0,39 g/cm³ no Brasil e, na Austrália, 0,72 g/cm³.

Analisando as propriedades físico-mecânicas da madeira de *Didimopanax morototoni*, Refosco & Santini (1988) também concluem que a localização geográfica, intervenções silviculturais e de manejo, bem como as diferenças edafo-climáticas regionais contribuem para as desigualdades tecnológicas das espécies florestais. Um exemplo desta evidência é o valor da massa específica média encontrada no Estado do Rio Grande do Sul, em torno de 0,49 g/cm³ comparada

pelos mesmos autores com estudos realizados no Estado do Pará, onde valores de massa específica média para a mesma espécie oscilam entre 0,55 e 0,60 g/cm³.

Downes & Raymond (1997), citando vários autores, relatam, em seus estudos com *Eucalyptus grandis*, que não há efeito do sítio em relação à massa específica da madeira. Estes explicam que variações dentro e entre árvores são mais elevadas do que entre sítios. Contudo, os autores apresentam relatos com *Eucalyptus globulus* e *Eucalyptus nitens*, nos quais diferenças significativas de massa específica foram encontradas devido principalmente às condições do sítio.

Investigando as propriedades de um clone de *Eucalyptus saligna*, Haselein *et al.* (2002) concluíram que houve influência significativa da dose de adubação e espaçamento de plantio em relação à massa específica, módulo de ruptura e módulo de elasticidade. Os autores afirmam que, quanto maior a dose de adubo e espaçamento, maiores serão os valores destas propriedades. Silva (2002) também conclui, em seus estudos com *Eucalyptus grandis*, que há uma correlação positiva entre as propriedades de resistência mecânica da madeira (MOR e MOE) com a massa específica.

Várias pesquisas evidenciam que a massa específica do gênero *Eucalyptus* aumenta conforme a idade das árvores. Lima (1994), observando esta característica tecnológica em três clones de *Eucalyptus saligna* com relação à idade, confirma essa hipótese e revela também que o coeficiente de variação da densidade da madeira de *Eucalyptus* tende a estabilizar com o aumento da idade.

Segundo Durlo (1991), o aumento da idade da árvore ocasiona a formação de lenho com anéis de crescimento estreitos, os quais, em função da mudança na proporção de lenho outonal e primaveril, apresentam massa específica básica diferente daquele formado próximo à medula. Lopes *et al.* (2000), estudando espécies de coníferas, também relata que há uma tendência de aumento da massa específica básica em função da idade do povoamento.

As propriedades físicas, como contração e expansão, também influenciam significativamente a massa específica da madeira. Segundo Silva & Oliveira (2003), a magnitude destas características físicas torna-se maior com o aumento da massa específica.

Chimelo (1980) afirma que, quase sempre, a massa específica se apresenta correlacionada com a retratibilidade, secagem, trabalhabilidade, impregnabilidade, durabilidade natural e várias propriedades mecânicas.

Avaliando o crescimento e a qualidade da madeira de um clone de *Eucalyptus saligna* sob efeito da fertilização e espaçamento, Berger (2000) sugere a realização de trabalhos com enfoque nos aspectos anatômicos, químicos e fisiológicos das árvores, a fim de procurar as causas do aumento da massa específica básica e de outras propriedades da madeira em árvores mais vigorosas e verificar se outras técnicas silviculturais, tais como desbastes e desramas, interferem na qualidade da madeira.

Algumas investigações silviculturais têm mostrado que tratamentos realizados com objetivo de acelerar o nível de crescimento também tendem a elevar a massa específica da madeira. Essas pesquisas, conforme Downes & Raymond (1997), comparam os efeitos da aplicação de fertilizantes, herbicidas ou inseticidas e desbaste. Contudo, os autores relatam que essa relação não é perfeita, ou seja, os tratamentos que aumentam o volume de produção nem sempre tendem a elevar a massa específica da madeira.

Segundo Schneider (2002), a atividade silvicultural de desbaste influencia na qualidade tecnológica da madeira, conforme pesquisas realizadas com coníferas, nas quais foram encontrados anéis de crescimento mais largos, porém com menores valores de massa específica.

Contudo, nas folhosas, as condições são diferentes. De acordo com Durlo (1991) e Schneider (2002), deve-se diferenciar, com base na anatomia, os tipos com poros circulares dos com poros difusos. As folhosas com poros circulares produzem maior percentagem de madeira outonal quando crescem mais rápido. A madeira outonal é mais pesada, e, por isso, este material, quando submetido a um crescimento acelerado, torna-se mais pesado do que em crescimento lento. Nas espécies com poros difusos, não existe correlação entre a largura do anel e a massa específica.

De acordo com Malan & Hoon (1992), o espaçamento inicial, o desbaste ou uma combinação de ambos, são práticas silviculturais que influenciam o crescimento, a formação das árvores e, conseqüentemente, a massa específica da madeira. Segundo os autores, isto ocorre devido ao impacto que o desbaste acarreta no desenvolvimento em diâmetro e em crescimento da árvore, ocasionando um aumento do lenho juvenil e diminuindo o tamanho das fibras e a massa específica da madeira.

Para Busnardo *et al.* (1983a), a massa seca de uma árvore, resultante da multiplicação do volume sólido de madeira pela massa específica básica, é um parâmetro de elevada importância na classificação de árvores e na quantificação da produção de matéria seca de um povoamento destinado para fins de produção de celulose. Ao final da rotação, é desejável que se tenha árvores com maior produção de matéria seca, a fim de se melhorar os rendimentos de celulose.

Considerando a alta variabilidade da madeira associada às diferentes espécies, a procedência das sementes e a idade de colheita, Brasil (1972) e Ferreira & Kageyama (1978) informaram que a massa seca por unidade de área é um índice representativo da produtividade. Por exemplo, Souza (1989), trabalhando com a espécie *Eucalyptus grandis*, com dois espaçamentos distintos (3 x 1,5 m e 3 x 2 m), encontrou que o máximo incremento médio anual (IMA) em massa ocorreu, aproximadamente, 4% mais tarde que o máximo IMA em volume, devido aos aumentos ocorridos na massa específica básica. A idade de máximo incremento em volume e massa é, respectivamente, 12,8 e 13,8% menor no espaçamento mais denso. Isto evidencia a necessidade de se considerar a massa como variável de estudo.

Busnardo *et al.* (1983b) encontraram, em seu trabalho, uma alta correlação entre a massa seca e o volume, DAP, peso estimado de casca e altura comercial das árvores estudadas, destacando a grande aplicabilidade da estimativa desta característica através da medição do DAP, traduzida pela rapidez de coleta e sem a necessidade de ensaios destrutivos.

Souza (1989) descreve que a produção em massa e volume é maior quanto menor for o espaçamento empregado, com tendência a se igualar a partir de 114 meses.

2.4.2 Retratibilidade

A retratibilidade da madeira é o fenômeno relacionado à sua variação dimensional, em função da troca de umidade do material com o meio que o envolve, até que seja atingida uma condição de equilíbrio, chamada de umidade de equilíbrio higroscópico.

Conforme Silva & Oliveira (2003), todo material higroscópico, como a madeira e vários outros materiais celulósicos, apresenta contração quando o seu teor de umidade do ponto de saturação das fibras (PSF) é reduzido à condição absolutamente seca ou anidra. A contração e a expansão dimensional da madeira são dois dos mais importantes problemas práticos que ocorrem durante a sua utilização, como consequência da mudança do teor de umidade.

De acordo com Hillis & Brown (1978), a utilização da madeira do gênero *Eucalyptus*, oriunda de árvores jovens e de crescimento acelerado, é mais difícil por apresentar contrações excessivas que são seguidas pelo aparecimento de defeitos, como rachaduras e empenos.

Segundo Durlo & Marchiori (1992), as variações dimensionais provocadas pela contração e pelo inchamento da madeira, conjuntamente com a anisotropia, são características indesejáveis da madeira, limitando o seu uso para diversas finalidades ou, ainda, exigindo técnicas específicas de utilização. A contração e o inchamento, em última análise, correspondem às alterações na quantidade de água de impregnação, isto é, a secagem ou o ganho de umidade abaixo do ponto de saturação das fibras, ou cerca de 28% de teor de umidade em base seca.

A maior alteração dimensional da madeira, de acordo com os mesmos autores, manifesta-se no sentido tangencial aos anéis de crescimento, seguida pela dimensão radial, sendo praticamente desprezível no sentido longitudinal. Outro importante índice para avaliar a estabilidade dimensional da madeira é o coeficiente ou fator anisotrópico, definido pela relação entre as contrações tangencial e radial (T/R).

Em geral, a contração na direção tangencial é, aproximadamente, duas vezes maior do que na direção radial. Para Silva & Oliveira (2003), a razão entre a contração tangencial e radial (relação T/R), comumente chamada de fator de anisotropia, varia de 1,5 a 2,5, e tornou-se um índice muito importante nos estudos de contração de madeira; quanto maior essa relação, maior será a tendência ao fendilhamento e empenamento da madeira.

Para Kollmann & Côté (1968), a diferença entre a retratibilidade tangencial e a radial pode ser explicada pela influência restritiva dos raios na direção radial e também pelo arranjo helicoidal diferente das microfibrilas nas paredes tangenciais e radiais. Uma das causas das propriedades anisotrópicas da madeira é a orientação das micelas, fibrilas e fibras que formam o tecido lenhoso.

Oliveira (1998), avaliando sete espécies de madeira de eucalipto com 16 anos de idade, verificou um aumento na retratibilidade volumétrica total com o aumento radial a partir da medula. Silva & Oliveira (2003) relatam que a retratibilidade varia na direção radial da madeira de *Eucalyptus saligna*, ocorrendo valores menores na região da medula com acréscimo até a região mais periférica do tronco.

Segundo informações contidas no Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT, 1956), os coeficientes de contração de tais madeiras variam de 3,5 a 8,6% na direção radial; de 7,8 a 21,9% na direção tangencial; e de 13,2 a 35,7% para contração volumétrica total. Oliveira (1998) encontrou valores de coeficientes de contração volumétrica variando de 15,9 até 27,2%, bem como valores de T/R variando de 1,4 até 2,1.

Carmo (1996) estudando o comportamento da madeira de *Eucalyptus saligna*, com 21 anos de idade, encontrou valores de 23,5; 16,9 e 9,7%, respectivamente, para as contrações volumétrica, tangencial e radial, proporcionando um fator anisotrópico igual a 1,74.

2.5 Defeitos da madeira

2.5.1 Rachaduras de topo das tábuas

Segundo Malan (1979), existem poucas informações a respeito da influência de desbastes nas tensões de crescimento. Para Jacobs (1945), as tensões de crescimento são forças desenvolvidas no interior do tronco de árvores vivas, que se originam na região cambial durante a maturação das células. Nessa fase, as células tendem a contrair-se longitudinalmente e, ao mesmo tempo, expandir-se transversalmente.

Conforme Vermaas (2000), a mais importante limitação técnica do uso da madeira de eucalipto refere-se às tensões de crescimento, que constituem o principal fator de redução de rendimento industrial. Este é um problema próprio e inerente ao uso de florestas jovens, nas quais os níveis de tensões de crescimento manifestam-se de forma mais proeminente que em florestas maduras. A madeira serrada oriunda de árvores jovens pode ser mais sujeita a empenamento, colapso e rachadura do que madeiras de árvores maduras.

Garcia (1995) cita que as rachaduras de extremidades da tora e os empenamentos na madeira serrada se agravam com o aumento da altura na árvore.

A tendência da madeira serrada de eucalipto em apresentar rachaduras é uma característica específica do gênero. Santini (1990) caracteriza o termo rachadura como sendo as separações dos elementos constituintes da madeira no sentido longitudinal da grã. Estas rachaduras são provocadas pelas tensões internas de crescimento, ocorrendo quando liberadas por ocasião do abate e agravadas pelo processo de secagem.

Durante o processo de secagem, segundo o mesmo autor, uma peça de madeira seca mais rapidamente nos extremos do que no centro, o que possibilita a formação de gradientes de umidade, em que os extremos tendem a contrair-se transversalmente, mas são impedidos pelo restante da peça; como consequência, desenvolvem-se tensões na madeira os quais, quando altas, causam as rachaduras de topo da peça.

Através das rachaduras das toras e das tábuas nas peças serradas, evidencia-se o efeito das tensões de crescimento. Estas são forças internas que ocorrem naturalmente no tronco das árvores, tanto de folhosas como de coníferas. Segundo Latorraca & Albuquerque (2000), o impacto das tensões de crescimento sobre a madeira resulta no aparecimento de rachaduras de topo e rachaduras internas, no momento em que a pressão (tensão) está sendo liberada, ou seja, no momento em que a árvore está sendo abatida. Em alguns casos, as árvores podem rachar com o impacto da queda ao solo, durante sua derrubada.

De acordo com Assis (2000), a madeira de eucalipto é referida como difícil de serrar em razão dos altos níveis de tensões de crescimento, os quais, aliados às perdas durante a secagem, dificultam a sua melhor utilização.

Segundo Oliveira *et al.* (1999), árvores com elevado nível de tensões de crescimento desenvolvem rachaduras radiais durante e após o abate, principalmente se esta é mantida diretamente exposta ao sol. Estas rachaduras de topo normalmente ocorrem dentro de uma semana após o abate. Na operação de desdobro, geralmente ocorrem fendilhamentos adicionais, além de empenamentos nas tábuas, devido às tensões residuais existentes nas toras.

Para Jankowsky (1995), as rachaduras associadas a essas tensões de crescimento e os defeitos de secagem trazem como resultado perdas significativas

de madeira durante o processamento industrial. Este aspecto tem sido considerado como um dos principais entraves à utilização econômica de espécies de eucalipto.

Zobel & Jett (1995), estudando as espécies de *Eucalyptus grandis* e *Eucalyptus globulus*, encontraram grande variação das rachaduras de árvore para árvore, o que permite a seleção e a clonagem de genótipos com menor propensão a este parâmetro.

O nível e a distribuição das tensões de crescimento em árvores, segundo Nutto & Maestri (2002), dependem provavelmente de parâmetros de crescimento que podem ser influenciados através do manejo.

Ferrand (1983), analisando o efeito dos desbastes nas tensões de crescimento em *Eucalyptus delegatensis* e *Eucalyptus nitens*, verificou que desbastes moderados não influenciaram as tensões de crescimento. Entretanto, desbastes intensos e precoces reduziram as mesmas.

Lima *et al.* (2000) realizaram estudo sobre a influência dos desbastes nos níveis de tensões de crescimento de *Eucalyptus grandis*, utilizando o método CCT (Curvas de Tendências Correlacionadas), com cinco densidades populacionais (100%, 50%, 33,3%, 25%, e 16,7%). Aos 18 anos de idade, concluíram que, dentro de uma mesma classe de DAP, as diferentes intensidades de desbaste não influenciaram significativamente as rachaduras de peças serradas úmidas. Entretanto, com relação às rachaduras de topos de toras e ao encurvamento de peças serradas úmidas, houve influência das diferentes intensidades de desbaste.

Malan & Hoon (1992) analisaram um povoamento de *Eucalyptus grandis* na África do Sul, manejado durante 34 anos pelo Método CCT, com diferentes séries de até 12 desbastes sucessivos. Os autores concluíram que os desbastes gradativos permitem a manutenção do ritmo de crescimento, resultando em tensões menores e com menos rachaduras, refletindo a redução das variações de densidade da madeira no sentido medula-casca.

Os autores observaram ainda que ritmos de crescimento acelerados e constantes reduzem as variações internas das propriedades da madeira e concluíram que devem ser realizados desbastes e outras práticas silviculturais para superar os problemas mais importantes no uso da madeira serrada de eucalipto.

2.5.2 Empenamentos das tábuas

Os empenamentos também refletem o efeito das tensões de crescimento, presentes na madeira serrada de eucalipto. De acordo com Silva (2000), durante o processo de desdobro e secagem, podem ocorrer rachaduras e empenos como consequência da continuidade de liberação das tensões de crescimento.

Segundo Ponce (1995), durante o desdobro, há uma tendência de as peças se curvarem de modo que as extremidades se distanciem do centro da tora; e, durante a secagem, podem surgir vários tipos de empenamentos devido à diferença entre a contração radial e a contração tangencial.

Os empenamentos são deformações na forma geométrica inicial da madeira que ocorrem devido às diferenças de contração radiais e tangenciais, característica intrínseca da madeira, ou devido a problemas de armazenamento. Essas deformações classificam-se em: arqueamento, encanoamento, encurvamento, torcimento, encurvamentos complexos, etc.

Para Ponce & Watai (1985), os empenamentos podem ser evitados através de bases bem alinhadas e niveladas, pilhas bem construídas, separadores com espessura uniforme e proteção da pilha com cobertura.

De acordo com Brasil (1983), entende-se como arqueamento a curvatura formada ao longo do comprimento da peça de madeira, num plano paralelo à face, ou melhor, é o empenamento longitudinal das bordas.

O termo encurvamento, segundo o mesmo autor, refere-se à curvatura formada ao longo do comprimento da peça de madeira num plano perpendicular à face, ou melhor, é o empenamento longitudinal da face. A Norma para Classificação de Madeira Serrada de Folhosas (1983) permite arqueamento e encurvamento na ordem de 5 mm/m (0,5%) para classificar madeira de primeira classe.

2.5.3 Nodosidade

Para Ponce (1995), um dos primeiros critérios qualitativos observados na madeira serrada é a incidência de nós na peça. Conceitua-se nó como a base de um galho que está encaixado no tronco de uma árvore ou em outro galho maior.

Segundo a Norma para Classificação de Madeira Serrada de Folhosas (1983), conceitua-se nó como o tecido lenhoso resultante do rastro deixado por um ramo (galho) cujos caracteres organolépticos e propriedades são diferentes dos da madeira circundante.

De acordo com Grosser (1979), conforme o estado em que se encontram, os nós podem ser classificados em mortos e vivos. O termo nó morto refere-se aos nós formados pelo ramo morto, ou seja, que sofreram uma queda natural ou induzida e não formam continuidade estrutural nos tecidos lenhosos. Este defeito, dependendo da posição na peça, pode comprometer a qualidade da madeira produzida.

Os nós vivos referem-se àqueles que apresentam crescimento sadio, mantendo perfeita continuidade dos tecidos lenhosos, e que, quando pequenos, sua presença não desqualifica a madeira serrada.

De acordo com Silva (2000), a forma do nó depende do corte, ou melhor, da direção em relação ao eixo do galho em que o mesmo foi cortado. Os nós mortos, dependendo da posição da peça, comprometem a secagem, o beneficiamento, a aderência de colas e a resistência da madeira. Além disso, em madeira de eucalipto, podem contribuir com a descoloração e o apodrecimento.

A desrama ou poda consiste na eliminação dos ramos laterais do tronco da árvore, com o objetivo de produção de madeira livre dos nós. De acordo com Latorraca & Albuquerque (2000), é aceitável que a poda, especialmente em plantações de espécies exóticas, aumente a qualidade da madeira pela redução da presença de nós.

Embora muitas espécies de eucalipto apresentem desrama natural, Silva (2001) destaca que a permanência dos ramos secos nas idades jovens ou a retirada dos mesmos ocasionam problemas de nós na madeira e a formação de bolsas de resina. Tanto a presença de nós como de bolsa de resina diminuem a resistência física das peças de madeira e prejudicam a aparência.

Schilling (1996) cita os problemas decorrentes da presença de nós na resistência da madeira. O efeito do nó sobre a resistência depende aproximadamente da proporção da secção transversal da peça ocupada pelo nó, da sua localização e da distribuição das tensões na peça. Em geral, os nós têm um efeito maior na resistência à tensão que a compressão. Nós vivos resistem a alguns tipos de tensão, mas nós mortos ou orifícios de nós resistem a pouca ou nenhuma tensão.

Segundo Ponce (1995), nos eucaliptos, quando as florestas não são adequadamente formadas e manejadas, geralmente os nós são muito numerosos. Florestas destinadas à produção de madeira serrada e laminada devem ser submetidas a podas sucessivas a partir do momento em que os galhos inferiores começam a morrer até a altura desejada.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Localização do povoamento estudado

O material utilizado neste estudo é proveniente de um povoamento experimental pertencente à Empresa Flosul Indústria e Comércio de Madeiras Ltda., localizada no município de Capivari do Sul, litoral norte do Estado do Rio Grande do Sul. O experimento situa-se aproximadamente nas coordenadas geográficas de 50° 30' de longitude oeste e 30° 08' de latitude sul.

3.2 Caracterização climática da região

De acordo com Moreno (1961), o Rio Grande do Sul, segundo o sistema de Köppen, enquadra-se na zona fundamental temperada ou "C" e no tipo fundamental "Cf" ou temperado úmido. Para Mota & Zahler (1994), o Estado, embora compreendido nesta zona temperada, possui um clima caracteristicamente subtropical.

Segundo Nimer (1989) a precipitação pluviométrica média anual para a cidade de Viamão, próxima à região de estudo, fica em torno de 1500 mm, e a temperatura média anual é de aproximadamente 18,8 °C.

3.3 Origem do experimento

As sementes utilizadas na produção das mudas para implantação do experimento são da espécie *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden, procedência Botucatu (PSC - COFFS HARBOUR). Estas mudas foram produzidas no viveiro florestal da própria Empresa, no ano de 1990.

3.4 Características do experimento

O povoamento experimental foi implantado em maio de 1990 com espaçamento inicial de 3,0 x 1,7 m. O delineamento utilizado foi em blocos ao acaso, com quatro repetições para cada tratamento.

No experimento foram executadas seis intervenções silviculturais de desbaste por baixo, ou seja, em cada tratamento foram retiradas as árvores dominadas e com dimensões inferiores, favorecendo o desenvolvimento das árvores de maiores dimensões. A Tabela 1 apresenta os tratamentos analisados e as condições atuais do experimento.

TABELA 1 – Tratamentos empregados para verificar a variação dos parâmetros a serem estudados em relação à intervenção de desbaste, aos 14 anos de idade.

Tratamento	Densidade (árvores/ha)				
	Bloco 1	Bloco 2	Bloco 3	Bloco 4	Média
1	1.925	1.675	1.400	1.550	1.638
2	1.125	1.150	1.175	1.150	1.150
4	589	589	589	589	589
8	190	185	196	196	192

A numeração dos tratamentos (Tabela 1) foi descrita conforme a denominação da Empresa e está relacionada com as intensidades de desbaste estudadas.

A amostragem das árvores utilizadas neste estudo foi realizada no décimo quarto ano de idade, com base no diâmetro à altura do peito (DAP). Considerando este último, foi retirada de cada tratamento uma árvore com diâmetro dominante e uma árvore com diâmetro médio por bloco, totalizando 32 árvores.

3.5 Determinação das características dendrométricas

Para o estudo dos parâmetros dendrométricos, foram tomados os diâmetros e alturas das árvores selecionadas. Após a derrubada de cada árvore, a mensuração dos diâmetros foi realizada com o auxílio de uma suta graduada em décimos de centímetros, e a altura medida com auxílio de uma fita métrica.

Com os dados de diâmetro e altura, as árvores foram cubadas pelo método de Smalian, no qual o volume de cada seção é calculado em função do comprimento e das áreas basais obtidas nas extremidades das seções, conforme Finger, 1992.

3.5.1 Volume

Para a determinação do volume total com casca ($v_{c/c}$), os diâmetros foram medidos nas alturas de 0,10 m; 0,30 m; 1,30 m, e após, de metro em metro até a altura total das árvores. Com base nos respectivos dados, foi calculado o volume rigoroso (Equação 1).

$$v_{c/c} = vt + \sum vi + vc \quad (1)$$

Onde: $v_{c/c}$ = volume total com casca da árvore, em m^3 ; vt = volume do toco [$(h * g_b)$; h = altura do toco, m; g_b = área basal com casca na base do toco, m^2]; $\sum vi$ = somatório do volume das seções intermediárias $((g_1 + g_2) / 2) * Li$; [g_1 = área basal no ponto 1 de cubagem (base), m^2 ; g_2 = área basal no ponto 2 de cubagem (topo), m^2 ; Li = diferença de altura entre os dois pontos, m]; vc = volume do cone [$(1/3 * g_n * L_n)$; g_n = área basal com casca no último ponto de cubagem, m^2 ; L_n = diferença de altura entre o último ponto de cubagem e a extremidade final da árvore, m].

O volume total sem casca ($v_{s/c}$) foi obtido pela fórmula anterior (Equação 1); entretanto, considerando os diâmetros sem casca das árvores no cálculo das áreas basais das seções. Para a mensuração da espessura da casca foi utilizado um paquímetro digital, graduado em milímetros.

O volume comercial (v_{13}) com casca e sem casca até 13 cm (que corresponde ao diâmetro mínimo de entrada de toras na serraria da Empresa) foi obtido limitando-se o diâmetro à esta medida.

3.5.2 Fator de forma artificial

O fator de forma artificial foi obtido pela razão entre o volume rigoroso da árvore (método de Smalian), tomado em relação a um cilindro, cuja altura e diâmetro (medido a 1,30 m da base da árvore) são iguais aos da árvore considerada (Equação 2).

$$f_{1,3} = vr / vcil \quad (2)$$

Onde: $f_{1,3}$ = fator de forma artificial com casca; vr = volume rigoroso com casca, obtido pela cubagem de Smalian, m^3 ; $vcil$ = volume do cilindro, com diâmetro a 1,30m [$(g_{1,3} \cdot h)$]; $g_{1,3}$ = área basal do diâmetro a 1,30m, m^2 ; h = altura total da árvore, m], m^3 .

3.5.3 Volume por hectare

Para determinar o volume por hectare, aos 14 anos de idade, em função da intensidade de desbaste aplicada, foi utilizada a Equação 3.

$$V = v c/c \cdot N \quad (3)$$

Onde: V = volume por hectare, m^3/ha ; $v c/c$ = volume total com casca das árvores médias, m^3 ; N = número de árvores por hectare.

3.6 Determinação das características tecnológicas

3.6.1 Massa específica básica

Para o estudo da massa específica básica, foram retirados discos com aproximadamente dois centímetros de espessura, nas posições da base (0), 25, 50, 75 e 100% da altura comercial (definida pelo diâmetro mínimo do tronco de 13 cm) e DAP (diâmetro à altura do peito) da árvore dominante e média de cada tratamento.

Estes discos foram transportados para o Laboratório de Produtos Florestais (LPF) da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), onde foram marcadas e seccionadas duas cunhas simetricamente opostas, contendo partes de cerne e alborno, conforme demonstra a Figura 1.

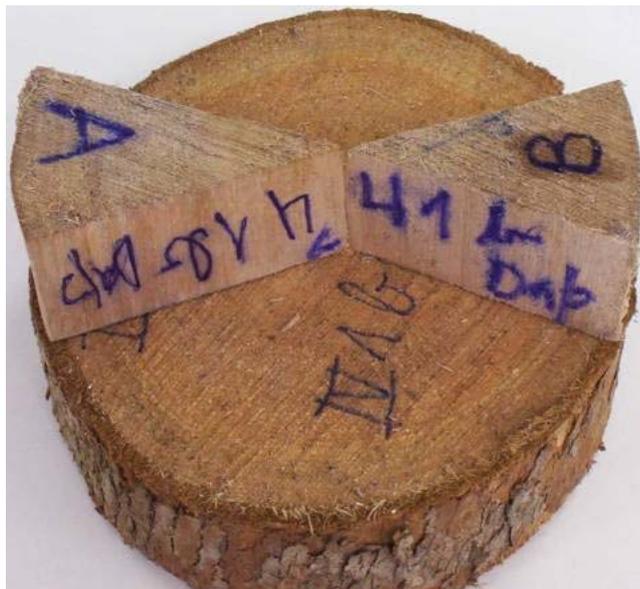


FIGURA 1 – Esquema ilustrativo da confecção das cunhas utilizadas para a análise da massa específica básica.

A massa específica básica de cada cunha foi determinada obtendo-se o volume verde pelo Método da Balança Hidrostática, descrito por Vital (1984), e o peso seco em estufa a 103 °C.

O cálculo da massa específica básica de cada cunha consiste na razão entre o peso seco em estufa e o volume saturado (Equação 4).

$$\rho_b = Po / Vu \quad (4)$$

Onde: ρ_b = massa específica básica, g/cm³; Po = peso seco em estufa (103 °C), g; Vu = volume saturado, cm³.

A massa específica básica em cada posição relativa foi então determinada pela média dos valores das duas cunhas.

Após a obtenção da massa específica básica em cada posição do tronco, foi realizada a determinação da massa específica básica ponderada em função do volume de cada árvore. Este cálculo baseia-se na ponderação dos valores de massa específica básica obtidos em cada posição com os volumes sem casca, correspondentes entre duas posições sucessivas (Equação 5).

$$\rho_{b \text{ pond.}} = \frac{[(\rho_{b \text{ 0\%}} + \rho_{b \text{ dap}})/2] \cdot v_1 + [(\rho_{b \text{ dap}} + \rho_{b \text{ 25\%}})/2] \cdot v_2 + \dots + [(\rho_{b \text{ "i"}} + \rho_{b \text{ "i+1"}})/2] \cdot v_j}{v_{13 \text{ s/c}}} \quad (5)$$

Onde: $\rho_{b \text{ pond.}}$ = massa específica básica ponderada em função do volume da árvore, g/cm³; $\rho_{b \text{ "i"}}$ = massa específica básica na posição "i", g/cm³; v_1, v_2, v_j = volume sem casca correspondente a duas posições sucessivas, m³; $v_{13 \text{ s/c}}$ = volume comercial sem casca da árvore, m³.

3.6.2 Massa seca

A massa seca das árvores é um parâmetro de elevada importância na quantificação de matéria seca de um povoamento florestal. Este parâmetro foi analisado tanto para árvores dominantes como para árvores médias, sendo obtido pela multiplicação entre a massa específica básica ponderada e o volume comercial sem casca das árvores (Equação 6).

$$MS = \rho_{b \text{ pond.}} \cdot v_{13 \text{ s/c}} \quad (6)$$

Onde: MS = massa seca da árvore, kg; $\rho_{b\text{ pond.}}$ = massa específica básica ponderada da árvore, kg/m³; $v_{13\text{ s/c}}$ = volume comercial sem casca da árvore, m³.

3.6.3 Retratibilidade

O estudo da retratibilidade radial (sentido medula-casca) foi realizado somente na posição do DAP (diâmetro à altura do peito), sendo amostrado um disco de cada árvore dominante e média por tratamento.

Estes discos foram transportados para o Laboratório de Produtos Florestais (LPF) da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM) onde foram marcados e seccionados em baguetas (contendo a medula) de 3 cm espessura.

Essas baguetas foram seccionadas na medula, sendo utilizado somente a metade (medula-casca) destas para os testes de retratibilidade. A Figura 2 demonstra o esquema de confecção e seccionamento das baguetas.

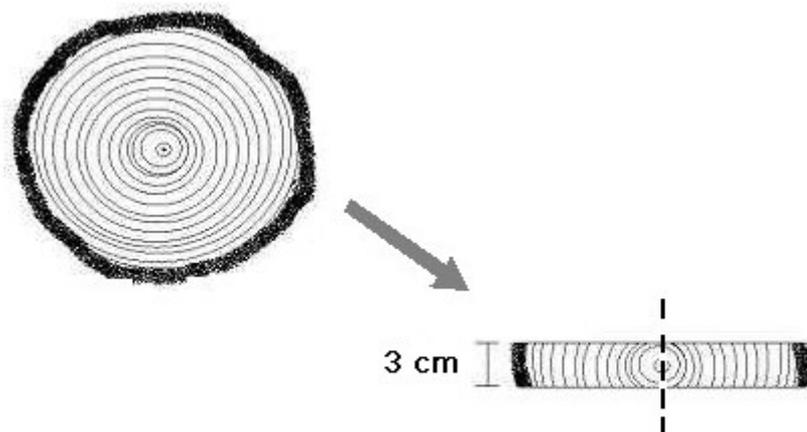


FIGURA 2 – Esquema ilustrativo da confecção e seccionamento das baguetas utilizadas na análise da retratibilidade radial.

Após a confecção e seccionamento das baguetas foi realizada a marcação e numeração dos corpos de prova, com dimensões de 3,0 x 3,0 x 2,0 cm (radial, tangencial e longitudinal, respectivamente), no sentido medula-casca. Então, procedeu-se com a mensuração das distâncias da medula até a casca, medula até o

início do primeiro corpo de prova e distância do último corpo de prova até a casca para o cálculo da posição relativa.

Em seguida, os corpos de prova foram seccionados e submersos em água onde permaneceram até atingir peso constante, ou seja, completa saturação das fibras.

Para o teste de retratibilidade radial cada corpo de prova, inicialmente em estado verde, foi pesado em balança eletrônica digital com precisão de 0,01 g e mensurado na respectiva direção radial. Esta mensuração foi realizada com auxílio de um relógio comparador com precisão de 0,01 mm em dois pontos previamente marcados nos corpos de prova.

Realizadas estas aferições, os corpos de prova foram então acondicionados em câmara climatizada a uma temperatura de 20 °C e umidade relativa de 65%, até atingir a umidade de equilíbrio do ambiente.

A partir desta umidade, a secagem foi realizada em estufa com temperatura de 103 °C, para tomadas da massa e da dimensão radial na condição 0% de umidade.

A contração radial total foi determinada através da Equação 7.

$$Ct_{Rd} = \frac{Du - Do}{Du} * 100 \quad (7)$$

Onde: Ct_{Rd} = contração radial total, %; Du = dimensão na condição saturada (acima PSF), cm; Do = dimensão na condição de 0% de umidade, cm.

3.6.4 Defeitos da madeira serrada

Para a determinação das características da madeira serrada foram selecionadas a primeira tora da árvore dominante e média de cada tratamento, localizada entre a posição do DAP (diâmetro à altura do peito) e 25% da altura comercial.

Estas foram transportadas até a serraria da Empresa, onde foram desdobradas primeiramente em blocos com auxílio da serra fita marca Schiffer e posteriormente em tábuas, utilizando a serra múltipla marca Dambroz.

As tábuas, com dimensões comerciais médias de 25,4 mm x 304,8 mm x 3300 mm, foram destinadas à avaliação das rachaduras de topo, empenamentos e nodosidade (diâmetro do maior nó e índice de nós/m²).

A primeira avaliação deste material foi realizada no momento do desdobro, sendo denominada como *Condição de processamento 1*. As tábuas então foram empilhadas para secagem ao ar livre, onde permaneceram durante aproximadamente seis meses para nova análise (*Condição de processamento 2*). Após esse período, realizou-se a secagem do material na estufa da Empresa, sendo então efetuada a última avaliação (*Condição de processamento 3*).

3.6.4.1 Rachaduras de topo das tábuas

A determinação das rachaduras de topo das tábuas foi realizada através do somatório das médias dos comprimentos das rachaduras presentes nas duas faces das tábuas. O percentual de rachaduras das tábuas foi determinado pela razão entre a média dos comprimentos das rachaduras e o comprimento total da tábua (Equação 8).

$$Rtb (\%) = \{(\sum L_R / 2) / L_T\} * 100 \quad (8)$$

Onde: Rtb = rachadura de topo da tábua, %; $\sum L_R$ = somatório dos comprimentos das rachaduras de topo nas duas faces da tábua, cm; L_T = comprimento total da tábua, cm.

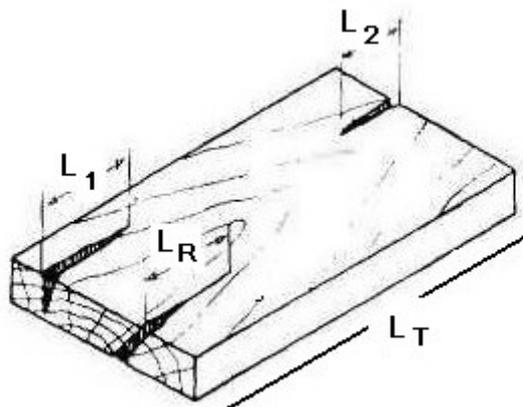


FIGURA 3 – Esquema para mensuração das rachaduras de topo das tábuas.

3.6.4.2 Empenamentos das tábuas

Encurvamento

Entende-se por encurvamento a curvatura ao longo do comprimento da peça de madeira num plano perpendicular à face; é considerado como um empenamento longitudinal da face. Este defeito foi quantificado pela Equação 9.

$$EN = (X / L_1) * 100 \quad (9)$$

Onde: En = encurvamento da tábua, %; X = concavidade, cm; L₁ = comprimento total da tábua, cm.

A coleta de dados de encurvamento das tábuas foi realizada somente para a *Condição de processamento 2* (após a secagem ao ar) e *Condição de processamento 3* (após a secagem na estufa).

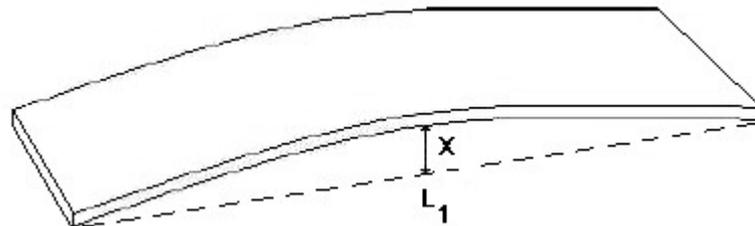


FIGURA 4 – Método empregado para medição do encurvamento das tábuas.

Arqueamento

Entende-se por arqueamento a curvatura ao longo do comprimento da peça de madeira num plano paralelo à face. Este defeito foi quantificado pela Equação 10.

$$AR = (X / L_1) * 100 \quad (10)$$

Onde: AR = arqueamento da tábua, %; X = concavidade, cm; L_1 = comprimento total da tábua, cm.

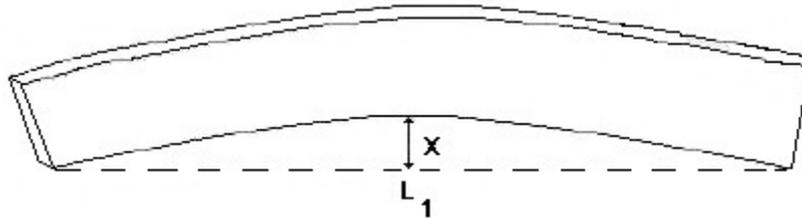


FIGURA 5 – Método empregado para medição do arqueamento das tábuas.

3.6.4.3 Nodosidade

Índice de nós

O índice de nós foi definido como a média aritmética do número de nós encontrados por metro quadrado nas duas faces da tábua; assim, para determinar este índice em cada face, foi calculada a média de nós por metro quadrado pela razão entre o somatório de nós e a área considerada (m^2).

Diâmetro do maior nó

O diâmetro do maior nó foi mensurado conforme a Norma para Classificação de Madeira Serrada de Folhosas (1983), tendo como referência a distância máxima entre suas tangentes, traçadas paralelas às quinas longitudinais da tábua.

Este defeito foi medido com o auxílio de um paquímetro digital, graduado em milímetros.

3.7 Análise estatística dos dados

3.7.1 Análise de regressão e variância dos parâmetros dendrométricos

Considerando a possibilidade de se utilizar o espaçamento (espaço vital) como variável contínua, os dados de volume total com casca das árvores-amostra em cada tratamento de desbaste foram submetidos à análise de regressão.

Para tanto, estes dados foram processados no pacote “Statistical Analysis System” (SAS, 1993), através do procedimento de regressão com variável Dummy.

O modelo de regressão selecionado para descrever o volume total com casca por árvore foi o de Spurr sem o coeficiente de intercepto (b_0) devido ao maior ajuste dos dados coletados (Equação 11).

$$V = b_1.(d^2h) \quad (11)$$

Neste modelo de Spurr, foram adicionadas variáveis Dummy, definidas pelos tratamentos de desbaste aplicados, sendo representadas pela Equação 12.

$$Y = b_1.(d^2.h) + b_2.D1 + b_3.D2 + b_4.D3 + b_5.D4 \quad (12)$$

Onde: Y = volume total com casca por árvore, m^3 ; d = diâmetro à altura do peito (DAP) das árvores-amostra, m; h = altura total das árvores-amostra, m; D1 = tratamento 1, testemunha sem desbaste; D2 = tratamento de desbaste 2; D3 = tratamento de desbaste 4; D4 = tratamento de desbaste 8 (Tabela 1); b_0 , b_1 , b_2 , b_3 , b_4 e b_5 = coeficientes da equação.

As demais características dendrométricas mensuradas das árvores dominantes e médias, na idade de 14 anos, foram submetidos à análise de variância para delineamento em blocos ao acaso, e no caso de rejeição da hipótese de igualdade de médias entre tratamentos, ao teste de médias (Least Significant Difference – LSD, $\alpha = 5\%$).

3.7.2 Análise de regressão e variância dos parâmetros tecnológicos

Para o estudo do comportamento da retratibilidade radial no sentido medula-casca (posição relativa) em função do espaço vital, os dados de contração das árvores dominantes e médias foram submetidos à análise de regressão.

Estes dados foram processados pelo pacote “Statistical Analysis System” (SAS, 1993), onde foi aplicado o procedimento Stepwise de modelagem de regressão. O modelo máximo de regressão foi definido pela Equação 13.

$$\text{Log}(Y) = f(P, 1/P, P^2, 1/P^2, \log(P), 1/\log(P)) \quad (13)$$

Onde: Y = retratibilidade radial das árvores médias e dominantes, cm; P = posição relativa (sentido medula-casca), %.

O melhor modelo foi selecionado com base nas estatísticas de $R^2_{aj.}$, S_{yx} , $F_{calc.}$ e análise gráfica dos resíduos.

Em seguida, para cada modelo escolhido para descrever a retratibilidade radial nas árvores dominantes e médias foram adicionadas variáveis Dummy, definidas pelas intensidades de desbaste, a fim de verificar a influência dos tratamentos aplicados. O modelo foi representado pela Equação 14.

$$\text{Log}(Y) = b_0 + b_1.(X) + b_2.D1 + b_3.D2 + b_4.D3 + b_5.D4 \quad (14)$$

Onde: Y = retratibilidade radial das árvores médias e dominantes, cm; X = variável selecionada pelo procedimento Stepwise de regressão; D1 = tratamento 1, testemunha sem desbaste; D2 = tratamento de desbaste 2; D3 = tratamento de desbaste 4; D4 = tratamento de desbaste 8 (Tabela 1); b_0 , b_1 , b_2 , b_3 , b_4 e b_5 = coeficientes da equação.

Os dados médios de massa específica básica, massa seca, rachaduras de topo das tábuas, empenamentos e nodosidade das árvores dominantes e médias

em função da intensidade de desbaste foram submetidos à análise de variância para delineamento experimental em blocos ao acaso, e no caso de rejeição da hipótese de igualdade de médias entre tratamentos, ao teste de médias (Least Significant Difference – LSD, $\alpha = 5\%$).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Análise dos parâmetros dendrométricos

Árvores dominantes

Os valores médios dos parâmetros dendrométricos das árvores dominantes de cada tratamento selecionado na amostragem estão descritos resumidamente na Tabela 2.

TABELA 2 – Médias das características dendrométricas das árvores dominantes de *Eucalyptus grandis*, aos 14 anos de idade.

Variável	Tratamentos			
	1	2	4	8
DAP _{C/C} (cm)	36,5	37,1	36,8	38,1
DAP _{S/C} (cm)	35,2	35,7	35,8	36,6
h (m)	38,2	38,7	38,4	39,4
h ₁₃ (m)	30,1	29,3	30,1	30,4
v c/c (m ³)	1,7610	1,8598	1,7935	1,9984
v s/c (m ³)	1,6411	1,7221	1,6922	1,8439
v ₁₃ C/C (m ³)	1,3881	1,4017	1,4074	1,5360
v ₁₃ S/C (m ³)	1,2943	1,2983	1,3278	1,4278
f _{1,3}	0,45	0,46	0,43	0,43

Onde: DAP_{C/C} = diâmetro à altura do peito com casca; DAP_{S/C} = diâmetro à altura do peito sem casca; h = altura total; h₁₃ = altura comercial; v c/c = volume total com casca; v s/c = volume total sem casca; v₁₃ C/C = volume comercial com casca; v₁₃ S/C = volume comercial sem casca; f_{1,3} = fator de forma artificial.

Estes dados permitem verificar que não existe uma grande amplitude nos resultados médios das características dendrométricas das árvores dominantes. Entretanto, as variáveis DAP c/c, altura total e volume total com casca foram analisadas estatisticamente.

Árvores médias

Os valores médios dos parâmetros dendrométricos das árvores médias de cada tratamento selecionado na amostragem são mostrados resumidamente na Tabela 3.

TABELA 3 – Médias das características dendrométricas das árvores médias de *Eucalyptus grandis*, aos 14 anos de idade.

Variável	Tratamentos			
	1	2	4	8
DAP _{C/C} (cm)	21,1	23,9	28,3	34,5
DAP _{S/C} (cm)	20,5	23,1	27,5	33,7
h (m)	28,1	29,7	32,4	36,7
h ₁₃ (m)	14,8	15,9	25,7	29,2
v c/c (m ³)	0,4399	0,5847	0,8947	1,5175
v s/c (m ³)	0,4146	0,5477	0,8451	1,4516
v ₁₃ C/C (m ³)	0,2378	0,3125	0,7096	1,2057
v ₁₃ S/C (m ³)	0,2240	0,2928	0,6705	1,1537
f _{1,3}	0,42	0,42	0,44	0,43

Onde: DAP_{C/C} = diâmetro à altura do peito com casca; DAP_{S/C} = diâmetro à altura do peito sem casca; h_T = altura total; h_C = altura comercial; v c/c = volume total com casca; v s/c = volume total sem casca; v_{C/C} = volume comercial com casca; v_{S/C} = volume comercial sem casca; f_{1,3} = fator de forma artificial.

Observando os dados da Tabela 3, verifica-se a existência de uma grande amplitude nos resultados médios de todas as características dendrométricas das árvores médias, com exceção do fator de forma artificial, em função das diferentes intensidades de desbaste.

Os valores individuais referentes à análise dos parâmetros dendrométricos das árvores dominantes e médias encontram-se no Anexo 1 (Tabelas 47 e 48, respectivamente).

4.1.1 Diâmetro à altura do peito

Árvores dominantes

O resultado da análise de variância com os dados de DAP_{C/C} das árvores dominantes em função das diferentes intensidades de desbaste são mostrados na Tabela 4. A diferença entre as médias dos diâmetros, aos 14 anos de idade, não foi significativa a 5% de probabilidade de erro.

TABELA 4 – Análise de variância do diâmetro à altura do peito das árvores dominantes em função da intensidade de desbaste, aos 14 anos de idade.

FV	GL	SQ	QM	F	Prob.>F
Tratamento	3	5,9825	1,99417	0,48	0,71
Bloco	3	24,0125	8,00417	1,92	0,20
Erro	9	37,6025	4,17806	-	-
Total	15	67,5975	-	-	-

Sendo: FV = fonte de variação; GL = graus de liberdade; SQ = soma dos quadrados; QM = quadrado médio; F = valor de F calculado; Prob.>F = nível de probabilidade de erro.

Com base nesta estatística, pode-se observar que a intervenção silvicultural de desbaste em diferentes intensidades não influenciou o diâmetro à altura do peito das árvores dominantes, apresentando um $F_{\text{calc.}} = 0,48$ e nível de probabilidade de erro (Prob.>F = 0,71) não-significativo. Este resultado biometricamente já era esperado, visto que os desbastes foram executados por baixo, portanto não atingindo as árvores dominantes.

Árvores médias

O resultado dos dados de DAP_{C/C} das árvores médias em função da intensidade de desbaste submetidos à análise de variância estão descritos na Tabela 5.

TABELA 5 – Análise de variância do diâmetro à altura do peito com casca das árvores médias em função da intensidade de desbaste, aos 14 anos de idade.

FV	GL	SQ	QM	F	Prob.>F
Tratamento	3	406,175	135,392	38,28	< 0,001
Bloco	3	11,825	3,94167	1,11	0,3932
Erro	9	31,83	3,53667	-	-
Total	15	449,83	-	-	-

Sendo: FV = fonte de variação; GL = graus de liberdade; SQ = soma dos quadrados; QM = quadrado médio; F = valor de F calculado; Prob.>F = nível de probabilidade de erro.

A análise estatística mostrou que, aos 14 anos de idade, esta variável dendrométrica foi influenciada significativamente pela intensidade de desbaste em nível $\alpha = 5\%$ de probabilidade de erro e valor de $F_{\text{calc.}} = 38,28$. Estes resultados eram esperados, devido a que os desbastes tenham sido executados por baixo, o que eleva o valor do diâmetro médio no tempo.

O teste de comparação de médias (teste T – LSD) para o fator intensidade de desbaste, com os dados de inventário de diâmetro à altura do peito para as árvores médias, é apresentado na Tabela 6.

TABELA 6 – Comparação de médias (LSD) para a variável diâmetro à altura do peito com casca das árvores médias, aos 14 anos de idade, em função da intensidade de desbaste.

Tratamentos	DAP _{C/C} ¹ (cm)	LSD ²
8	34,5	A
4	28,3	B
2	23,9	C
1	21,1	C

¹ DAP_{C/C} = média do diâmetro à altura do peito com casca das árvores médias, em cm.

² médias seguidas por letras iguais não diferem significativamente entre si; LSD = Least Significant Difference.

Ao comparar as médias dos diâmetros após o desbaste, verifica-se que, quanto maior a intensidade desta intervenção silvicultural, maior o ganho em

dimensão deste parâmetro dendrométrico. Os resultados da Tabela 6 mostram uma tendência significativa de aumento do diâmetro médio com o aumento do espaço vital, confirmando a maioria dos resultados encontrados na literatura, como Monteiro *et al.* (1984); Blanco *et al.* (1988), Berger (2000) e Lima *et al.* (2000).

Pode-se observar, na Figura 6, que o incremento em diâmetro médio obtido entre o tratamento 1, testemunha sem desbaste, e o tratamento 8 (média de 192 árvores/ha) foi de 38,8%, ou seja, ocorreu um acréscimo de 13,4 cm. No tratamento 4 (média de 589 árvores/ha) e no tratamento 2 (média de 1150 árvores/ha), quando comparado com a testemunha sem desbaste, também verifica-se um acréscimo em diâmetro, com valores de 25,4% (7,2 cm) e 11,3% (2,8 cm), respectivamente.

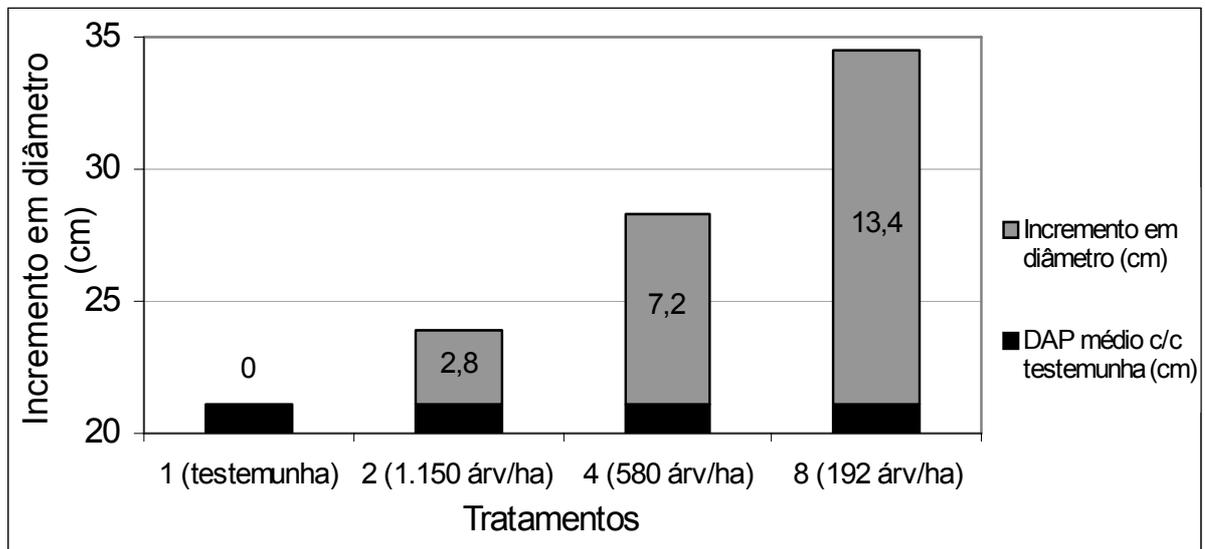


FIGURA 6 – Influência da intensidade de desbaste no incremento em diâmetro à altura do peito com casca (DAP c/c) das árvores médias, aos 14 anos de idade.

Os resultados encontrados concordam com os estudos de Reinstorf (1970), o qual observa que desbastes pesados resultam em menores números de árvores e causam um crescimento em diâmetro superior aos povoamentos que sofrem desbastes leves, considerando-se um mesmo sítio.

Da mesma forma, Schneider *et al.* (1998), estudando a espécie de *Eucalyptus grandis* aos 16 anos de idade, também encontraram um acréscimo no diâmetro médio das árvores com o aumento da intensidade de desbaste.

Estudando o efeito do espaçamento inicial e do desbaste em algumas propriedades da madeira de *Eucalyptus grandis* com 34 anos, Malan & Hoon (1992)

também evidenciam em seus resultados que o aumento da intensidade de desbaste provoca um acréscimo em diâmetro nas árvores.

O comportamento das árvores médias em relação à intensidade de desbaste pode ser associada à resposta positiva destas quando são retiradas algumas árvores, resultando uma menor concorrência por nutrientes, água e luz.

Isto também é destacado por Soares (2003) em que o desbaste, por proporcionar espaço para o desenvolvimento da copa e do sistema radicular, aumenta o aproveitamento de luz, nutrientes e água disponíveis no sítio, ocasionando maior desenvolvimento das árvores.

Da mesma forma, Scheeren (2003) também evidencia que esta atividade silvicultural aumenta o vigor de crescimento das árvores porque reduz a competição excessiva, evitando a utilização dos recursos do sítio florestal por indivíduos menos aptos.

4.1.2 Altura total

Árvores dominantes

A análise de variância para a variável altura total (h) das árvores dominantes (Tabela 7), da mesma forma que o diâmetro ($DAP_{C/C}$) das árvores dominantes, também evidenciou que o fator intensidade de desbaste não foi significativo em nível $\alpha = 5\%$ de probabilidade de erro, apresentando valor de $F_{calc.} = 0,51$.

TABELA 7 – Análise de variância da altura total das árvores dominantes em função da intensidade de desbaste, aos 14 anos de idade.

FV	GL	SQ	QM	F	Prob.>F
Tratamento	3	3,7619	1,25396	0,51	0,68
Bloco	3	13,7319	4,57729	1,87	0,20
Erro	9	22,0806	2,45340	-	-
Total	15	39,5744	-	-	-

Sendo: FV = fonte de variação; GL = grau de liberdade; SQ = soma dos quadrados; QM = quadrado médio; F = valor de F calculado; Prob.>F = nível de probabilidade de erro.

Este resultado também era esperado e confirma a Teoria de Assmann de que os desbastes quando executados por baixo não afetam o desenvolvimento das árvores dominantes.

Árvores médias

A análise de variância para a variável altura total (h) das árvores médias (Tabela 8) mostrou que o fator intensidade de desbaste foi significativo em nível $\alpha = 5\%$ de probabilidade de erro, com valor de $F_{\text{calc.}} = 37,2$.

TABELA 8 – Análise de variância da altura total das árvores médias em função da intensidade de desbaste, aos 14 anos de idade.

FV	GL	SQ	QM	F	Prob.>F
Tratamento	3	165,657	55,219	37,2	< 0,001
Bloco	3	5,27187	1,75729	1,19	0,3690
Erro	9	13,3456	1,48285	-	-
Total	15	184,274	-	-	-

Sendo: FV = fonte de variação; GL = grau de liberdade; SQ = soma dos quadrados; QM = quadrado médio; F = valor de F calculado; Prob.>F = nível de probabilidade de erro.

A Tabela 9 mostra que o maior espaço vital (tratamento 8) apresenta os indivíduos com maior h (36,7 m), diferindo significativamente da h de 32,4 m pertencente ao tratamento 4. Estas médias também diferem significativamente das médias obtidas em menor espaço vital como é o caso do tratamento 1 e tratamento 2, com médias de h de 28,1 m e 29,7 m, respectivamente.

Resultados semelhantes também foram encontrados por Lopez & Aparício (1995), que relacionaram as diferenças de altura encontradas com o nível de competição entre os indivíduos, concluindo que o maior número de árvores dominadas resulta em uma tendência de alturas médias menores nos povoamentos mais densos.

TABELA 9 – Comparação de médias (LSD) para a variável altura total das árvores médias, aos 14 anos de idade, em função da intensidade de desbaste.

Tratamentos	h^1 (m)	LSD ²
8	36,7	A
4	32,4	B
2	29,7	C
1	28,1	C

¹ h = média da altura total das árvores médias, em m.

² médias seguidas por letras iguais não diferem significativamente entre si; LSD = Least Significant Difference.

Da mesma forma, Balloni e Simões (1980) também descrevem uma diminuição da altura média com o uso de menores espaços vitais, comentando ainda a existência de várias controvérsias em relação à influência deste fator sobre o crescimento em altura das árvores.

Entretanto, outros autores como Assis *et al.* (1999) e Silva (1990) afirmam que a competição entre plantas em busca de luz é muito mais intensa nos espaços vitais mais reduzidos, em razão da necessidade da árvore ampliar ao máximo a superfície foliar e cobrir sua necessidade de assimilação, estimulando assim o crescimento em altura.

4.1.3 Volume total com casca

Árvores dominantes

A análise de variância para a variável volume total com casca ($v\ c/c$) das árvores dominantes (Tabela 10) demonstra que o fator intensidade de desbaste não foi significativo em nível $\alpha = 5\%$ de probabilidade de erro, apresentando valor de $F_{\text{calc.}} = 0,57$. Este resultado era esperado já que o diâmetro à altura do peito e a altura total das árvores dominantes não foram influenciados pela intensidade de desbaste.

TABELA 10 – Análise de variância do volume total com casca das árvores dominantes em função da intensidade de desbaste, aos 14 anos de idade.

FV	GL	SQ	QM	F	Prob.>F
Tratamento	3	0,132756	0,044252	0,57	0,6489
Bloco	3	0,436985	0,145662	1,87	0,2043
Erro	9	0,699225	0,077692	-	-
Total	15	1,26897	-	-	-

Sendo: FV = fonte de variação; GL = graus de liberdade; SQ = soma dos quadrados; QM = quadrado médio; F = valor de F calculado; Prob.>F = nível de probabilidade de erro.

Com este resultado, pode-se confirmar novamente a Teoria de Assmann, de que os desbastes quando executados por baixo não afetam o desenvolvimento das árvores dominantes.

Árvores médias

Os dados de volume total com casca (v c/c) das árvores médias em função da intensidade de desbaste, submetidos à análise de variância, estão descritos na Tabela 11.

A análise estatística para a variável volume total com casca (v c/c) das árvores médias mostrou que o fator intensidade de desbaste foi significativo em nível $\alpha = 5\%$ de probabilidade de erro e valor de $F_{\text{calc.}} = 30,98$.

TABELA 11 – Análise de variância do volume total com casca das árvores médias em função da intensidade de desbaste, aos 14 anos de idade.

FV	GL	SQ	QM	F	Prob.>F
Tratamento	3	2,7429	0,91430	30,98	< 0,001
Bloco	3	0,10699	0,03566	1,21	0,3614
Erro	9	0,26565	0,02952	-	-
Total	15	3,11554	-	-	-

Sendo: FV = fonte de variação; GL = graus de liberdade; SQ = soma dos quadrados; QM = quadrado médio; F = valor de F calculado; Prob.>F = nível de probabilidade de erro.

O teste de comparação de médias (Tabela 12) mostra que o maior espaço vital, representado pelo tratamento 8 (média de 192 árvores/ha), apresenta indivíduos com maior média de volume total com casca ($1,5175 \text{ m}^3$), diferindo estatisticamente dos demais tratamentos. Em seguida, pode-se verificar que o tratamento 4 (média de 589 árvores/ha), com média de v c/c de $0,8947 \text{ m}^3$, também difere estatisticamente dos tratamentos 2 (média de 1150 árvores/ha) e 1 (média de 1638 árvores/ha), com médias de volume total com casca de $0,5847 \text{ m}^3$ e $0,4399 \text{ m}^3$, respectivamente. Estes últimos tratamentos não diferem significativamente entre si.

TABELA 12 – Comparação de médias (LSD) para a variável volume total com casca das árvores médias, aos 14 anos de idade, em função da intensidade de desbaste.

Tratamentos	v c/c ¹ (m^3)	LSD ²
8	1,5175	A
4	0,8947	B
2	0,5847	C
1	0,4399	C

¹ v c/c = média do volume total com casca das árvores médias, em m^3 .

² médias seguidas por letras iguais não diferem significativamente entre si; LSD = Least Significant Difference.

Os resultados apresentados são semelhantes aos encontrados por Berger (2000) e Fishwick (1976), onde os maiores espaços vitais ocasionaram maiores volumes individuais. O desenvolvimento em diâmetro e altura nos maiores espaços vitais também contribuiu significativamente para a obtenção de maiores volumes individuais nestes espaçamentos.

Modelagem do volume total com casca

Para a análise do volume total com casca por árvore (v c/c), em função das variáveis consideradas de fácil obtenção (DAP e h), foram agrupadas as árvores dominantes e médias de todos os tratamentos.

Na tentativa de descrever este volume foi testado o modelo de Spurr, conforme demonstrado na seção 3.7.1, o qual apresentou valores estatísticos significativos (Tabela 13).

TABELA 13 – Coeficiente e estatísticas do modelo de Spurr para volume total com casca das árvores dominantes e médias, aos 14 anos de idade.

Modelo	Coeficiente	Estatísticas			
		F'	R ² _{aj.}	S _{yx}	Prob>F
v c/c = b ₁ . (d ² h)	b ₁ = 0,00003449	3151,0	0,99	0,00102	< 0,001

Sendo: v c/c = volume total com casca das árvores, em m³; b₁ = coeficiente da equação; d = diâmetro à altura do peito das árvores; h = altura total das árvores; F' = valor de F calculado para o modelo; R²_{aj.} = coeficiente de determinação ajustado; S_{yx} = erro padrão da estimativa y; Prob.>F = nível de probabilidade de erro.

Com base nas estatísticas apresentadas na Tabela 13 e por apresentar uma boa distribuição gráfica de resíduos (Anexo 3), o modelo de Spurr foi selecionado para descrever o volume total com casca em função das variáveis dendrométricas DAP e altura total.

Os dados de v c/c foram então relacionados com os respectivos tratamentos e submetidos à análise de regressão com o emprego de variável Dummy (Tabela 14). Este método de análise verificou a possibilidade de o modelo de Spurr representar uma única equação de volume para todas as intensidades de desbaste (tratamentos).

A análise estatística da Tabela 14 mostrou, através do emprego da variável Dummy, que o modelo de Spurr pode ser utilizado para todas as intensidades de desbaste, pois todas as Dummy empregadas (D1, D2, D3 e D4) para verificar a influência dos tratamentos no volume total com casca não foram significativas em nível $\alpha = 5\%$ de probabilidade de erro.

Verifica-se também que o modelo selecionado para descrever o volume total com casca possui um elevado valor de F_{calc.}, sendo este significativo em nível $\alpha = 5\%$ de probabilidade de erro. Pode-se notar ainda que a variável “d²h” também é significativa para o mesmo nível de probabilidade de erro, o que reforça o emprego deste modelo.

TABELA 14 – Análise de regressão com variável Dummy (tipo – SS3) do volume total com casca em função da intensidade de desbaste, aos 14 anos de idade.

FV	GL	SQ	QM	F	Prob.>F
Modelo	5	71,145449	14,229089	1,36E7	< 0,001
d ² h	1	10,329225	10,329225	9,92E6	< 0,001
D1	1	0,00000160	0,00000160	1,54	0,2254
D2	1	0,00000026	0,00000026	0,25	0,6241
D3	1	0,00000001	0,00000001	0,01	0,9549
D4	1	0,00000002	0,00000002	0,02	0,8835
Erro	27	0,00002809	0,00000104	-	-
Total	32	71,145478	-	-	-

Sendo: FV = fonte de variação; GL = graus de liberdade; SQ = soma dos quadrados; QM = quadrado médio; F = valor de F calculado; Prob.>F = nível de probabilidade de erro; D1 = tratamento 1 (testemunha sem desbaste); D2 = tratamento 2; D3 = tratamento 4; D4 = tratamento 8 (Tabela 1).

4.1.4 Volume por hectare

O volume total com casca por hectare estimado a partir do volume das árvores médias mostrou diferenças significativas entre as intensidades de desbaste, aos 14 anos de idade (Tabela 15).

TABELA 15 – Análise de variância da produção de volume total com casca das árvores médias em função da intensidade de desbaste, aos 14 anos de idade.

FV	GL	SQ	QM	F	Prob.>F
Tratamento	3	446009,0	148670,0	12,34	0,0015
Bloco	3	345885,0	11528,3	0,96	0,4538
Erro	9	108409,0	12045,5	-	-
Total	15	589004,0	-	-	-

Sendo: FV = fonte de variação; GL = graus de liberdade; SQ = soma dos quadrados; QM = quadrado médio; F = valor de F calculado; Prob.>F = nível de probabilidade de erro.

O valor de $F_{\text{calc.}} = 12,34$ e nível de probabilidade de erro significativo (Prob.>F = 0,0015) para o fator intensidade de desbaste (tratamentos) demonstram a

influência significativa sobre o volume por hectare quando esta intervenção silvicultural é empregada. As médias obtidas para esse parâmetro em função das diferentes intensidades de desbaste são apresentadas na Tabela 16.

TABELA 16 – Comparação de médias (LSD) do volume total com casca por hectare em função da intensidade de desbaste, aos 14 anos de idade.

Tratamentos	Volume (m ³ /ha)	LSD ¹
1	720,64	A
2	672,46	AB
4	526,97	B
8	291,37	C

¹ médias seguidas por letras iguais não diferem significativamente entre si; LSD = Least Significant Difference.

Ao comparar essas médias, verifica-se que, quanto maior a intensidade de desbaste e conseqüente aumento do espaço vital, menor o volume por hectare. Isto pode ser evidenciado nos dados onde o maior espaço vital (tratamento 8) apresenta o menor volume (291,37 m³/ha), diferindo significativamente dos demais tratamentos.

Nota-se ainda que o maior volume por hectare ocorreu no tratamento 1, testemunha sem desbaste (720,61 m³/ha), não diferindo estatisticamente do tratamento 2, com produção média de 672,46 m³/ha. Este último tratamento também não diferiu do tratamento 4 que obteve um volume de 526,97 m³/ha.

Estes resultados estão de acordo com a constatação de Assmann (1970) *apud* Schneider (2002) de que as áreas manejadas com desbastes pesados produzem menores volumes que as com desbastes leves, mesmo quando desbastes pesados proporcionam maior crescimento em área basal.

A Figura 7 permite visualizar graficamente a tendência de diminuição do volume por hectare com o aumento da intensidade de desbaste, aos 14 anos de idade.

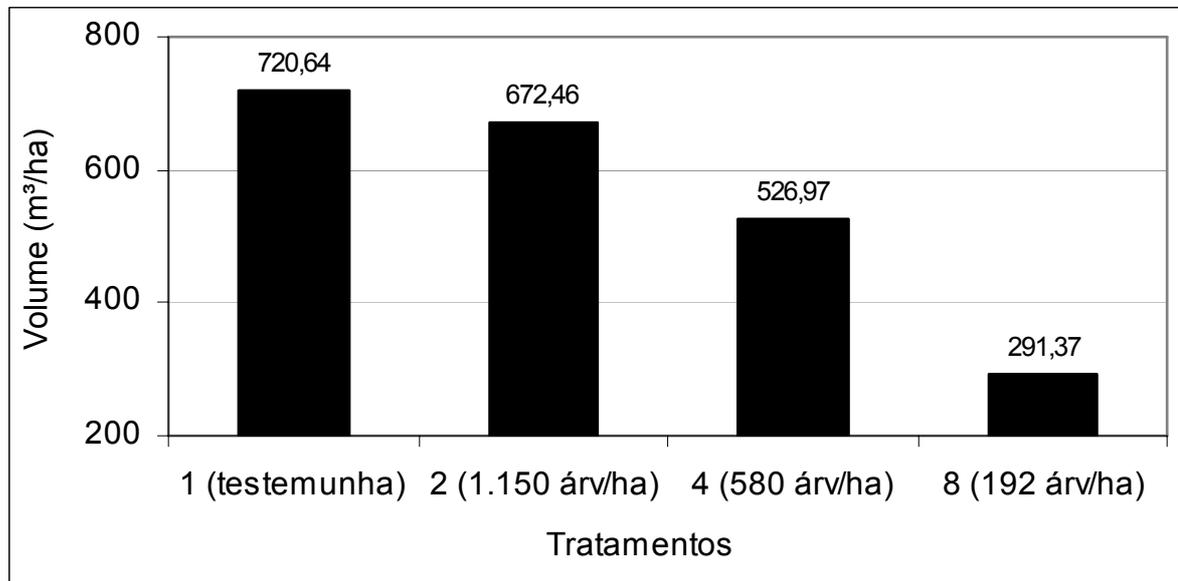


FIGURA 7 – Influência da intensidade de desbaste (tratamentos) no volume por hectare, aos 14 anos de idade.

Com relação à redução no volume por hectare em função da intensidade de desbaste, pode-se verificar (Figura 8) que o tratamento 2 (média de 1150 árvores/ha), comparado com a testemunha sem desbaste, apresentou a menor redução de volume, com cerca de 18,0%, ou seja, uma redução de 48,18 m³/ha. Da mesma forma, para o tratamento 4 (média de 589 árvores/ha), ocorreu uma redução volumétrica de 26,9% (193,67 m³/ha), chegando a 59,6% (429,27 m³/ha) no tratamento 8, com média de 192 árvores/ha.

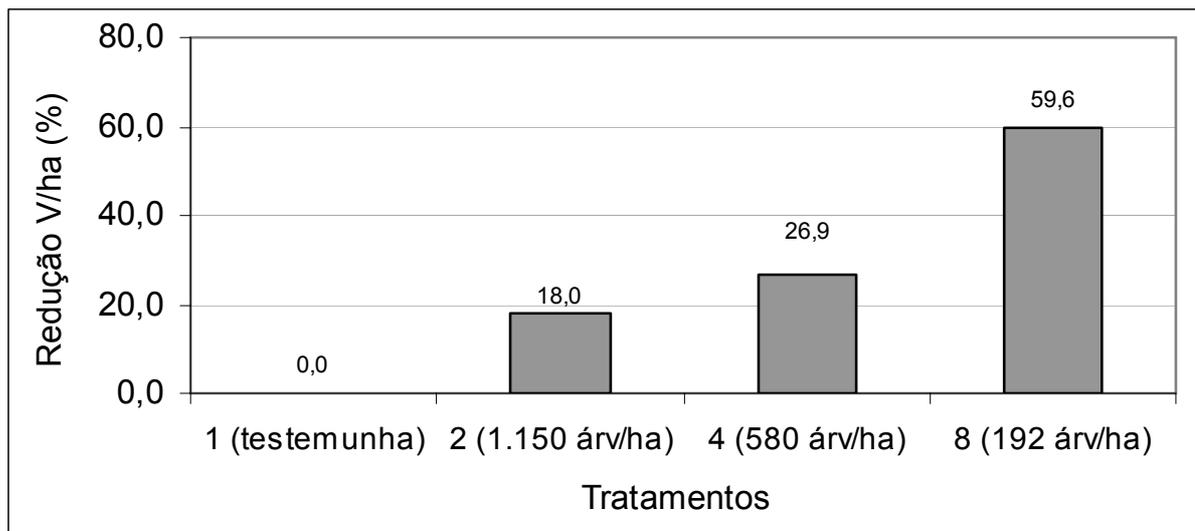


FIGURA 8 – Influência da intensidade de desbaste (tratamentos) na redução de volume total com casca por hectare, aos 14 anos de idade.

Resultados semelhantes foram encontrados por Schneider *et al.* (1998) estudando o efeito de diferentes intensidades de desbaste no incremento volumétrico de *Eucalyptus grandis* aos 16 anos de idade. Os autores destacam que houve grande redução volumétrica entre a testemunha sem desbaste e os tratamentos estudados com diferentes intensidades de desbaste.

Da mesma forma, Vital & Della Lucia (1987) e Garcia *et al.* (1991) também evidenciam a influência significativa do espaçamento sobre o volume por hectare. O uso de desbastes pode, dependendo da intensidade, reduzir a produção total final. No entanto, Schneider *et al.* (1991) relatam em seus resultados que este trato silvicultural tem objetivo principal de elevar o valor comercial dos sortimentos com o aumento da dimensão individual das árvores.

O volume total com casca por hectare e o diâmetro à altura do peito (DAP c/c) das árvores médias, ilustrados na Figura 9, permitem observar a gradativa redução no volume por hectare e o grande acréscimo em diâmetro com o aumento da intensidade de desbaste, aos 14 anos de idade.

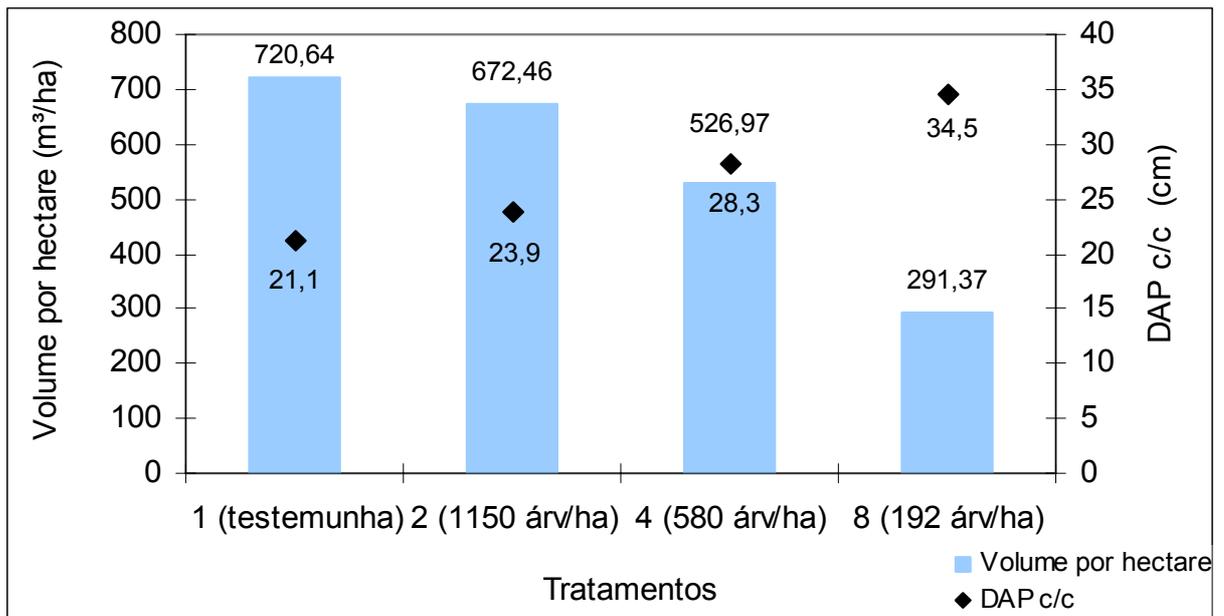


FIGURA 9 – Influência da intensidade de desbaste (tratamentos) no volume total com casca por hectare e diâmetro à altura do peito com casca (DAP c/c), aos 14 anos de idade.

Constatações semelhantes foram feitas por Johnston *et al.* (1967), relatando que o volume por hectare tende a variar pouco no caso de moderadas intensidades de desbaste, enquanto o volume individual aumenta rapidamente. Para maiores intensidades de desbaste, segundo o mesmo autor, o volume por hectare tende a diminuir acentuadamente, na medida em que também se reduz o número de árvores por hectare.

4.2 Análise dos parâmetros tecnológicos

Árvores dominantes

Os valores médios dos parâmetros tecnológicos das árvores dominantes de cada tratamento selecionado na amostragem estão descritos resumidamente na Tabela 17.

TABELA 17 – Médias das características tecnológicas das árvores dominantes de *Eucalyptus grandis*, aos 14 anos de idade.

Variável		Tratamentos			
		1	2	4	8
$\rho_{b \text{ pond.}}$ (g/cm ³)		0,408	0,425	0,412	0,406
MS (kg)		696,0	752,5	692,2	716,4
Contração radial total (%)		4,36	4,89	4,46	4,87
Rtb (%)	Cond. 1	13,11	18,18	12,49	9,95
	Cond. 2	14,93	21,77	14,04	11,9
	Cond. 3	16,4	22,65	14,78	12,57
Ar (%)	Cond. 1	0,19	0,44	0,40	0,36
	Cond. 2	0,13	0,47	0,41	0,34
	Cond. 3	0,13	0,53	0,42	0,32
En (%)	Cond. 2	0,11	0,12	0,19	0,10
	Cond. 3	0,08	0,09	0,14	0,10
Índice de nós/m ²		10,12	8,76	11,2	9,12
Diâmetro do maior nó (cm)		2,41	2,52	3,13	2,41

Onde: $\rho_{b \text{ pond.}}$ = massa específica básica ponderada em função do volume; MS = massa seca; Cond. 1 = desdobro; Cond. 2 = secagem ao ar; Cond. 3 = secagem na estufa; Rtb = rachadura de topo das tábuas; Ar = arqueamento; En = encurvamento; Índice de nós = razão entre somatório de número de nós e a área das tábuas analisadas.

Árvores médias

Os valores médios dos parâmetros tecnológicos das árvores médias de cada tratamento selecionado na amostragem estão descritos resumidamente na Tabela 18.

TABELA 18 – Médias das características tecnológicas das árvores médias de *Eucalyptus grandis*, aos 14 anos de idade.

Variável		Tratamentos			
		1	2	4	8
$\rho_{b\text{ pond.}}$ (g/cm ³)		0,411	0,392	0,434	0,393
MS (kg)		145,7	166,7	411,6	557,1
Contração radial total (%)		4,65	4,58	5,07	4,50
Rtb (%)	Cond. 1	15,24	17,13	41,84	13,44
	Cond. 2	16,21	18,54	44,14	15,95
	Cond. 3	17,30	20,09	44,01	17,17
Ar (%)	Cond. 1	0,37	0,31	0,25	0,58
	Cond. 2	0,32	0,27	0,27	0,59
	Cond. 3	0,33	0,27	0,37	0,66
En (%)	Cond. 2	0,17	0,22	0,11	0,11
	Cond. 3	0,10	0,14	0,11	0,07
Índice de nós/m ²		12,3	16,83	5,53	8,74
Diâmetro do maior nó (cm)		2,95	2,93	2,32	3,51

Onde: $\rho_{b\text{ pond.}}$ = massa específica básica ponderada em função do volume; MS = massa seca; Cond. 1 = desdobro; Cond. 2 = secagem ao ar; Cond. 3 = secagem na estufa; Rtb = rachadura de topo das tábuas; Ar = arqueamento; En = encurvamento; Índice de nós = razão entre somatório de número de nós e a área das tábuas analisadas;

Os valores individuais referentes à análise dos parâmetros tecnológicos das árvores dominantes e médias encontram-se no Anexo 2 (Tabelas 49 e 50 para as árvores dominantes; 51 e 52 para as árvores médias).

Todos os parâmetros tecnológicos mensurados tanto nas árvores dominantes como nas médias foram avaliados separadamente, e são apresentados a seguir:

4.2.1 Massa específica básica ponderada

Árvores dominantes

Os resultados dos dados de massa específica básica ponderada em função do volume ($\rho_{b \text{ pond.}}$) das árvores dominantes, submetidos a análise de variância a fim de avaliar a influência das diferentes intensidades de desbastes, estão na Tabela 19.

TABELA 19 – Análise de variância da massa específica básica ponderada em função do volume das árvores dominantes com a intensidade de desbaste, aos 14 anos de idade.

FV	GL	SQ	QM	F	Prob.>F
Tratamento	3	0,000918	0,0003062	0,60	0,6322
Bloco	3	0,005051	0,0016837	3,29	0,0722
Erro	9	0,004608	0,0005121	-	-
Total	15	0,010578	-	-	-

Sendo: FV = fonte de variação; GL = grau de liberdade; SQ = soma dos quadrados; QM = quadrado médio; F = valor de F calculado; Prob.>F = nível de probabilidade de erro.

Pode-se perceber que, em nível de 5% de probabilidade de erro e valor de $F_{\text{cal}} = 0,60$, não houve influência significativa das diferentes intensidades de desbaste sobre a variável $\rho_{b \text{ pond.}}$ das árvores dominantes (Tabela 19).

O resultado médio para todos os tratamentos deste parâmetro tecnológico das árvores dominantes, aos 14 anos de idade foi de $0,413 \text{ g/cm}^3$. Ferreira (1996) e Busnardo *et al.* (1987) encontraram resultados com valores de $\rho_{b \text{ pond.}} = 0,430 \text{ g/cm}^3$ e $0,410 \text{ g/cm}^3$, respectivamente, porém para madeira de *Eucalyptus grandis* com 8 anos de idade.

Lopes (2003), analisando 63 árvores matrizes desta mesma espécie, cita que a média encontrada para este parâmetro tecnológico foi de $0,460 \text{ g/cm}^3$, aos 26 anos de idade.

Árvores Médias

Os resultados dos dados de massa específica básica ponderada em função do volume ($\rho_{b \text{ pond.}}$) das árvores médias submetidos, a análise de variância a fim de verificar a influência das diferentes intensidades de desbastes, estão na Tabela 20.

TABELA 20 – Análise de variância da massa específica básica das árvores médias em função da intensidade de desbaste, aos 14 anos de idade.

FV	GL	SQ	QM	F	Prob.>F
Tratamento	3	0,004706	0,001569	6,13	0,0148
Bloco	3	0,002420	0,0008066	3,15	0,0791
Erro	9	0,002304	0,000256	-	-
Total	15	0,009430	-	-	-

Sendo: FV = fonte de variação; GL = graus de liberdade; SQ = soma dos quadrados; QM = quadrado médio; F = valor de F calculado; Prob.>F = nível de probabilidade de erro.

A análise estatística mostra que, aos 14 anos de idade, este parâmetro tecnológico é influenciado significativamente pela intensidade de desbaste em nível $\alpha = 5\%$ de probabilidade de erro e valor de $F_{\text{calc.}} = 6,13$.

O teste de comparação de médias (teste T – LSD) para o fator intensidade de desbaste, com os dados de $\rho_{b \text{ pond}}$ para as árvores médias, é apresentado na Tabela 21.

TABELA 21 – Comparação de médias (LSD) do parâmetro massa específica básica das árvores médias, aos 14 anos de idade, em função da intensidade de desbaste.

Tratamentos	$\rho_{b \text{ pond.}}^1$ (g/cm ³)	LSD ²
4	0,434	A
1	0,411	AB
8	0,393	B
2	0,392	B

¹ $\rho_{b \text{ pond}}$ = média da massa específica básica ponderada das árvores médias, em g/cm³.

² médias seguidas por letras iguais não diferem significativamente entre si; LSD = Least Significant Difference.

Esta tabela mostra que a maior média de $\rho_{b \text{ pond}}$ ocorreu no tratamento 4, com valor de 0,434 g/cm³, sendo semelhante estatisticamente somente ao tratamento 1, que apresentou valor médio de 0,411 g/cm³. O tratamento 1 também não diferiu estatisticamente dos tratamentos 8 e 2, com valores médios de 0,393 g/cm³ e 0,392 g/cm³, respectivamente.

Porém, é interessante observar, a partir dos resultados, que não existe interação (positiva ou negativa) significativa entre as intensidades de desbaste e a $\rho_{b\text{ pond}}$ das árvores médias.

Da mesma forma Downes & Raymond (1997), citando vários autores, evidenciam resultados bastante contraditórios de uma possível interação entre esta característica tecnológica e os tratamentos silviculturais.

Várias investigações silviculturais têm mostrado que tratamentos que aceleram o nível de crescimento também tendem a aumentar a massa específica básica; é o que evidenciam Wilkins & Kitahara (1991) em seus resultados com *Eucalyptus grandis*. Contudo, Downes & Raymond (1997) relatam que esta relação não é perfeita, ou seja, os tratamentos que aumentam o volume de produção nem sempre aumentam esta característica tecnológica.

Os resultados relatados por Migliorini (1986) para a espécie de *Eucalyptus grandis* evidenciam a existência de diferenças significativas entre a massa específica básica de três diferentes níveis de produtividade, concluindo que este parâmetro tecnológico diminui com o potencial de crescimento da floresta.

Entretanto, Lima (2005) verificou que a massa específica determinada à umidade de equilíbrio ambiente não sofreu influência significativa das diferentes formas de competição proporcionada pelas diferentes intensidades de desbaste aplicadas, quando avaliadas aos 21 anos de idade.

Alguns autores, como Rezende *et al.* (1998), relatam que a ocorrência destas divergências é atribuída a uma série de fatores como padrões de amostragem, grau de competição, idade das árvores, disponibilidade de água, influência da localização e pela alta variabilidade genética existente entre árvores originadas por sementes que ocasionam erros difíceis de serem corrigidos e podem influenciar na diferença entre os tratamentos.

Os resultados encontrados para $\rho_{b\text{ pond}}$ poderiam, possivelmente, ser mais explicativos, caso fosse aumentado o número de árvores amostras e tratamentos empregados.

4.2.2 Massa seca

Árvores dominantes

Conforme a Tabela 22, pode-se perceber que o parâmetro tecnológico massa seca (MS) das árvores dominantes não mostrou diferenças significativas entre as intensidades de desbaste.

TABELA 22 – Análise de variância da massa seca das árvores dominantes em função da intensidade de desbaste, aos 14 anos de idade.

FV	GL	SQ	QM	F	Prob.>F
Tratamento	3	2972,47	990,82	0,20	0,8908
Bloco	3	18142,0	6047,33	1,25	0,3490
Erro	9	43637,9	4848,66	-	-
Total	15	64752,4	-	-	-

Sendo: FV = fonte de variação; GL = graus de liberdade; SQ = soma dos quadrados; QM = quadrado médio; F = valor de F calculado; Prob.>F = nível de probabilidade de erro.

O valor de $F_{\text{calc.}} = 0,20$ e o nível de probabilidade de erro não-significativo (Prob.>F = 0,8908) para o fator intensidade de desbaste demonstram a inexistência de influência significativa sobre a massa seca das árvores dominantes, aos 14 anos de idade.

Este resultado já era esperado, visto que o volume e a massa específica básica das árvores dominantes também não foram influenciados pelos tratamentos empregados.

Árvores Médias

Os resultados dos dados de massa seca (MS) das árvores médias, submetidos à análise de variância, são mostrados na Tabela 23.

TABELA 23 – Análise de variância da massa seca das árvores médias em função da intensidade de desbaste, aos 14 anos de idade.

FV	GL	SQ	QM	F	Prob.>F
Tratamento	3	337140,0	112380,0	43,96	< 0,001
Bloco	3	9921,46	3307,15	1,29	0,3350
Erro	9	23009,3	2556,59	-	-
Total	15	370070,0	-	-	-

Sendo: FV = fonte de variação; GL = graus de liberdade; SQ = soma dos quadrados; QM = quadrado médio; F = valor de F calculado; Prob.>F = nível de probabilidade de erro.

A análise estatística apresentada na Tabela 23 demonstra que, aos 14 anos de idade, este parâmetro tecnológico foi influenciado significativamente pela intensidade de desbaste em nível $\alpha = 5\%$ de probabilidade de erro e valor de $F_{\text{calc.}} = 43,96$.

O teste de comparação de médias (teste T – LSD) para o fator intensidade de desbaste, com as médias de massa seca das árvores médias, é demonstrado na Tabela 24.

TABELA 24 – Comparação de médias (LSD) do parâmetro massa seca das árvores médias, aos 14 anos de idade, em função da intensidade de desbaste.

Tratamentos	MS ¹ (kg)	LSD ²
8	449,7	A
4	291,3	B
2	114,0	C
1	92,2	C

¹ MS = média da massa seca das árvores médias, em kg.

² médias seguidas por letras iguais não diferem significativamente entre si; LSD = Least Significant Difference.

Ao comparar as médias de massa seca (MS), percebe-se que, quanto maior a intensidade dessa intervenção silvicultural, maior é esse parâmetro tecnológico.

Com o aumento do espaço vital ocorre uma tendência significativa de aumento da massa seca das árvores médias. Conforme demonstra a Tabela 24, o

maior espaço vital representado pelo tratamento 8 (média de 192 árvores/ha) apresenta indivíduos com maior média de massa seca (449,7 kg), diferindo estatisticamente dos demais tratamentos. O tratamento 4 (média de 589 árvores/ha), com média de MS de 291,3 kg, também difere estatisticamente dos tratamentos 2 (média de 1150 árvores/ha) e 1 (média de 1638 árvores/ha), com médias de MS 114,0 kg e 92,2 kg, respectivamente. Estes últimos tratamentos não diferem estatisticamente entre si.

Na Figura 10, pode-se visualizar graficamente a influência significativa da intensidade de desbaste na produção de massa seca das árvores médias.

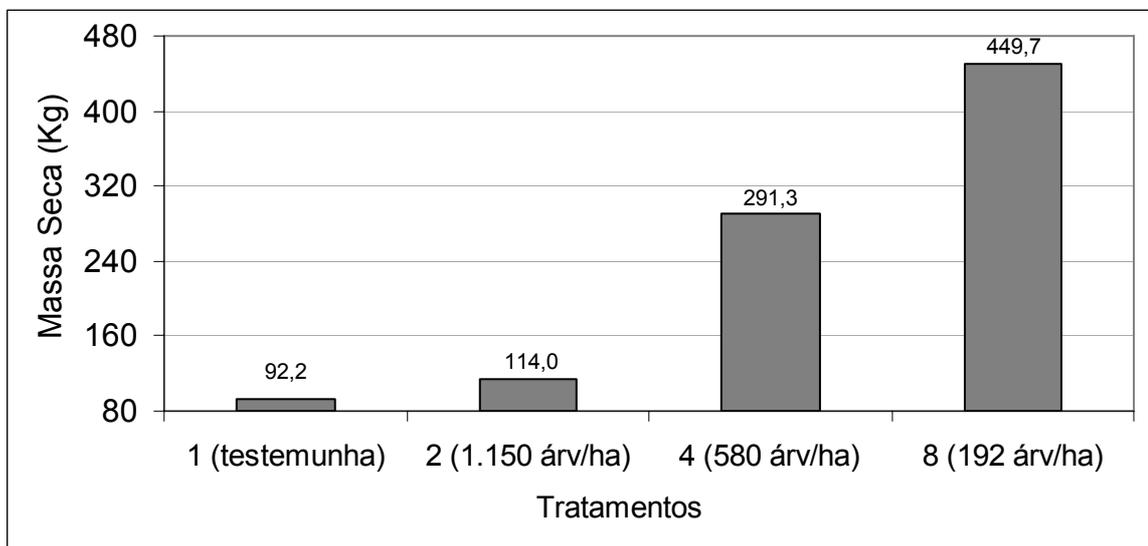


FIGURA 10 – Influência da intensidade de desbaste (tratamentos) na produção de massa seca das árvores médias, aos 14 anos de idade.

4.2.3 Retratibilidade

4.2.3.1 Contração radial total das árvores dominantes

Os dados de contração radial total em função da posição relativa no sentido medula-casca das árvores dominantes submetidos ao procedimento Stepwise de regressão apresentaram os coeficientes e os valores estatísticos descritos na Tabela 25.

TABELA 25 – Modelo de regressão obtido pelo procedimento Stepwise para descrever a contração radial total em função da posição relativa no sentido medula-casca das árvores dominantes, aos 14 anos de idade.

Passo	Modelo	Coeficientes	Estatísticas			
			F'	Prob.>F	S _{yx}	R ² _{aj.}
1	Ct _{Rd} = e ^{(b₀ + b₁ . (P))}	b ₀ = 1,13979 b ₁ = 0,00692	56,08	< 0,001	0,2	0,41

Sendo: Ct_{Rd} = contração radial total; b₀ e b₁ = coeficientes do modelo; P = posição relativa no sentido medula-casca; F' = valor de F calculado para o modelo; Prob.>F = nível de probabilidade de erro; S_{yx} = erro padrão da estimativa y; R²_{aj.} = coeficiente de determinação ajustado.

Pode-se verificar na Tabela 25 que o procedimento Stepwise selecionou apenas um modelo de regressão. Este apresentou valores de R²_{aj.} de 0,41; S_{yx} de 0,2% e valor de F_{calc.} = 56,08, significativo em nível α = 5% de probabilidade de erro.

Os dados de contração radial total das árvores dominantes dos respectivos tratamentos de desbaste, submetidos à análise de regressão com o emprego de variável Dummy são apresentados na Tabela 26.

TABELA 26 – Análise de regressão com variável Dummy (tipo - SS1) da contração radial total das árvores dominantes em função da intensidade de desbaste, aos 14 anos de idade.

FV	GL	SQ	QM	F	Prob.>F
Modelo	4	2,506961	0,626740	14,90	< 0,001
P	1	2,368219	2,368219	56,29	< 0,001
D1	1	0,036889	0,036889	0,88	0,3520
D2	1	0,044193	0,044193	1,05	0,3087
D3	1	0,057658	0,057658	1,37	0,2454
D4	0	0,000000	-	-	-
Erro	76	3,197511	0,042072	-	-
Total	80	5,704472	-	-	-

Sendo: FV = fonte de variação; GL = graus de liberdade; SQ = soma dos quadrados; QM = quadrado médio; F = valor de F calculado; Prob.>F = nível de probabilidade de erro; D1 = tratamento 1 (testemunha, sem desbaste); D2 = tratamento 2; D3 = tratamento 4; D4 = tratamento 8 (Tabela 1).

A análise estatística mostrou que o modelo selecionado pode ser utilizado para todas as intensidades de desbaste, pois, todas as Dummy empregadas para

verificar a influência dos tratamentos na contração radial total não foram significativas em nível $\alpha = 5\%$ de probabilidade de erro. As estimativas dos coeficientes e os valores estatísticos deste modelo estão descritos na Tabela 27.

TABELA 27 – Coeficientes e estatísticas do modelo testado para verificar a influência da intensidade de desbaste na contração radial total das árvores dominantes, aos 14 anos de idade.

Coeficientes	Estimadores	F'	Prob.>F
b ₀	1,175549	17,18	< 0,001
b ₁	0,006887	7,46	< 0,001
D1	-0,07035	-1,07	0,2891
D2	0,01535	0,23	0,8165
D3	-0,07714	-1,17	0,2454
D4	0,0000	-	-

Sendo: D1 = tratamento 1 (testemunha, sem desbaste); D2 = tratamento 2; D3 = tratamento 4; D4 = tratamento 8 (Tabela 1); b₀ e b₁ = coeficientes do modelo; F' = valor de F calculado para o coeficiente; Prob.>F = nível de probabilidade de erro.

Após a escolha do modelo e a constatação de que a intensidade de desbaste não influencia a contração radial total das árvores dominantes, foi verificada a variação desta característica no sentido medula-casca.

A Figura 11 mostra que a retratibilidade da madeira de *Eucalyptus grandis* aos 14 anos de idade, na altura do DAP, apresenta menores valores na região da medula com acréscimo até a região mais periférica do tronco.

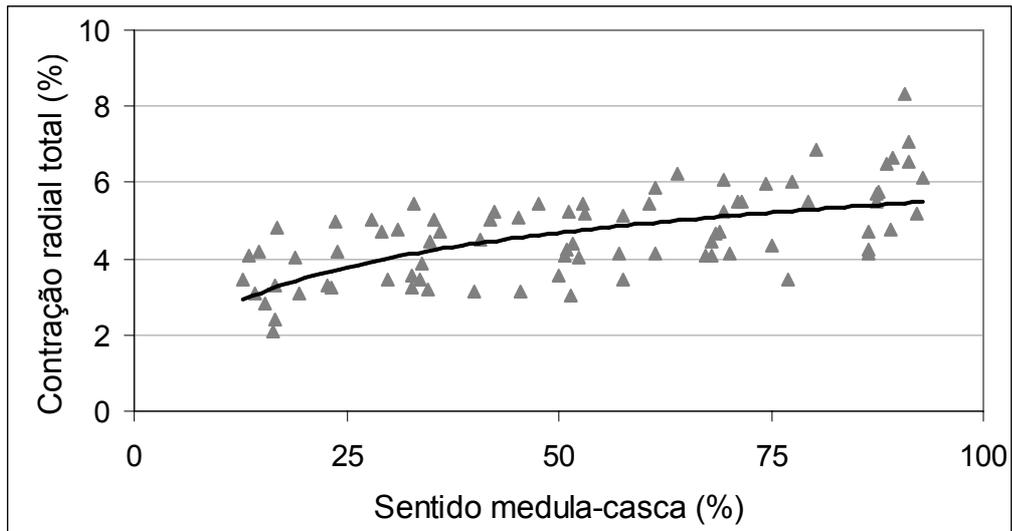


FIGURA 11 – Variação da contração radial total no sentido medula-casca das árvores dominantes, aos 14 anos de idade.

Da mesma forma, Oliveira (1998), estudando várias espécies de eucalipto, verificou um padrão crescente de retratibilidade na direção medula-casca. Lima (1996) *apud* Oliveira & Silva (2003) também observou uma tendência de aumento de todos os coeficientes de contração examinados no sentido medula-casca, com uma pequena queda, às vezes, no alburno.

Os valores inferiores dos coeficientes de contração volumétrica e lineares na região medular, segundo Oliveira & Silva (2003), podem ocorrer devido à existência de grandes ângulos microfibrilares, que são comuns nas regiões mais internas do tronco, acarretando, conseqüentemente, maiores contrações longitudinais e menores coeficientes de contrações na direção transversal.

4.2.3.2 Contração radial total das árvores médias

Os dados de contração radial total em função da posição relativa no sentido medula-casca das árvores médias, submetidos ao procedimento Stepwise de regressão, apresentou os seguintes coeficientes e os valores estatísticos descritos na Tabela 28.

TABELA 28 – Modelo de regressão obtido pelo procedimento Stepwise para descrever a contração radial total em função da posição relativa no sentido medula-casca das árvores médias, aos 14 anos de idade.

Passo	Modelo	Coeficientes	Estatísticas			
			F'	Prob.>F	S _{yx}	R ² _{aj.}
1	$Ct_{Rd} = e^{(b_0 + b_1 \cdot (1/\log(P)))}$	$b_0 = 3,17177$ $b_1 = -6,50711$	29,45	< 0,001	0,39	0,32

Sendo: Ct_{Rd} = contração radial total; b_0 e b_1 = coeficientes do modelo; P = posição relativa no sentido medula-casca; F' = valor de F calculado para o modelo; Prob.>F = nível de probabilidade de erro; S_{yx} = erro padrão da estimativa y; R²_{aj.} = coeficiente de determinação ajustado.

A Tabela 28 demonstra que o procedimento Stepwise selecionou apenas um modelo de regressão com valor de $F_{calc.} = 29,45$ significativo em nível $\alpha = 5\%$ de probabilidade de erro.

Os dados de contração radial total das árvores médias dos respectivos tratamentos de desbaste, submetidos à análise de regressão com o emprego de variável Dummy, são mostrados na Tabela 29.

TABELA 29 – Análise de regressão com variável Dummy (tipo - SS1) da contração radial total das árvores médias em função da intensidade de desbaste, aos 14 anos de idade.

FV	GL	SQ	QM	F	Prob.>F
Modelo	4	4,437513	1,109378	7,11	< 0,001
P	1	4,393222	4,393222	28,16	< 0,001
D1	1	0,001099	0,001099	0,01	0,9334
D2	1	0,000591	0,000591	0,00	0,9511
D3	1	0,042601	0,042601	0,27	0,6032
D4	0	0,000000	-	-	-
Erro	59	9,204823	0,156013	-	-
Total	63	13,64233	-	-	-

Sendo: FV = fonte de variação; GL = graus de liberdade; SQ = soma dos quadrados; QM = quadrado médio; F = valor de F calculado; Prob.>F = nível de probabilidade de erro; D1 = tratamento 1 (testemunha, sem desbaste); D2 = tratamento 2; D3 = tratamento 4; D4 = tratamento 8 (Tabela 1).

A análise estatística mostrou que o modelo selecionado pode ser utilizado para todas as intensidades de desbaste, pois todas as Dummy empregadas para

verificar a influência dos tratamentos na contração radial total não foram significativas em nível $\alpha = 5\%$ de probabilidade de erro. As estimativas dos coeficientes e os valores estatísticos deste modelo estão descritos na Tabela 30.

TABELA 30 – Coeficientes e estatísticas do modelo testado para verificar a influência da intensidade de desbaste na contração radial total das árvores médias, aos 14 anos de idade.

Coeficientes	Estimadores	F'	Prob.>F
b ₀	3,211406	9,63	< 0,001
b ₁	-6,539182	-5,32	< 0,001
D1	-0,039662	-0,28	0,7794
D2	-0,023639	-0,17	0,8642
D3	-0,068141	-0,52	0,6032
D4	0,000000	-	-

Sendo: D1 = tratamento 1 (testemunha, sem desbaste); D2 = tratamento 2; D3 = tratamento 4; D4 = tratamento 8 (Tabela 1); b₀ e b₁ = coeficientes do modelo; F' = valor de F calculado para o coeficiente; Prob.>F = nível de probabilidade de erro.

Após a escolha do modelo e a constatação de que a intensidade de desbaste não influencia a contração radial total das árvores médias, foi verificada a variação desta característica no sentido medula-casca.

A Figura 12 mostra que a retratibilidade da madeira das árvores médias de *Eucalyptus grandis* aos 14 anos de idade, na altura do DAP, apresenta menores valores na região da medula com acréscimo até a região mais periférica do tronco.

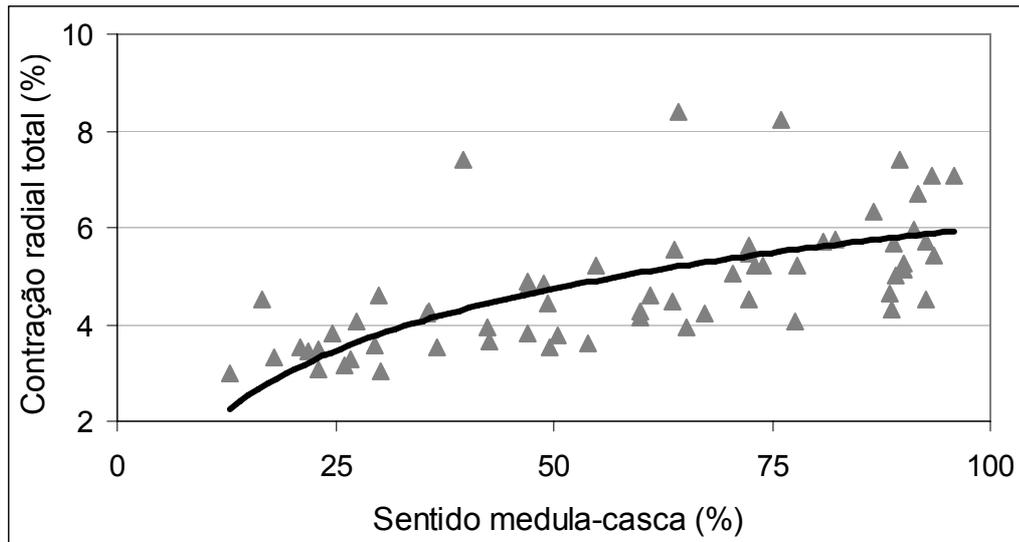


FIGURA 12 – Variação da contração total radial no sentido medula-casca das árvores médias, aos 14 anos de idade.

4.2.4 Defeitos da madeira serrada

4.2.4.1 Rachaduras de topo das tábuas

Árvores Dominantes

Os dados referentes às rachaduras de topo das tábuas (Rtb) das árvores dominantes em função da intensidade de desbaste e condição de processamento, submetidos à análise de variância, estão descritos na Tabela 31.

Verifica-se que houve influência significativa da intensidade de desbaste e da condição de processamento no desenvolvimento de rachaduras de topo das tábuas das árvores dominantes, aos 14 anos de idade. Pode-se observar ainda que o valor de $F_{cal} = 16,75$, para o fator intensidade de desbaste (tratamentos), e o valor de $F_{cal} = 3,70$, para o fator condição de processamento, foram significativos ao nível de 5% de probabilidade de erro.

TABELA 31 – Análise de variância das rachaduras de topo das tábuas das árvores dominantes em função da intensidade de desbaste e condição de processamento, aos 14 anos de idade.

FV	GL	SQ	QM	F	Prob.>F
Tratamento	2542,15	3	847,382	16,75	< 0,001
Bloco	950,19	2	316,73	6,26	< 0,001
Cond.	374,001	2	187,0	3,70	0,0264
Erro	11077,5	219	50,5835	-	-
Total	14880,5	227	-	-	-

Sendo: FV = fonte de variação; Cond. = condição de processamento; GL = graus de liberdade; SQ = soma dos quadrados; QM = quadrado médio; F = valor de F calculado; Prob.>F = nível de probabilidade de erro.

A Tabela 32 apresenta o teste de comparação de médias (teste T – LSD) para a variável rachadura de topo das tábuas das árvores dominantes em função da intensidade de desbaste (tratamentos) e condição de processamento.

TABELA 32 – Comparação de médias (LSD) do parâmetro rachaduras de topo das tábuas das árvores dominantes, aos 14 anos de idade, em função da intensidade de desbaste e condição de processamento.

Tratamentos	Rtb ¹ (%)	LSD ³	Condição ²	Rtb ¹ (%)	LSD ³
2	20,3	A	3	16,3	A
1	14,4	B	2	15,3	AB
4	13,9	B	1	13,2	B
8	11,1	C			

¹ Rtb = médias das rachaduras de topo das tábuas das árvores dominantes, em %.

² Condição de processamento: 1 = desdobro; 2 = secagem ao ar; 3 = secagem na estufa.

³ médias seguidas por letras iguais não diferem significativamente entre si; LSD = Least Significant Difference.

O teste de médias para o fator intensidade de desbaste mostra uma tendência significativa de diminuição das rachaduras de topo das tábuas das árvores dominantes conforme aumenta o espaço vital.

Pode-se observar, na Tabela 32, que o tratamento 2 (média de 1150 árvores/ha) apresentou maior média de percentagem de rachaduras de topo das

tábuas (20,3%), diferindo estatisticamente dos demais tratamentos. Verifica-se ainda que o tratamento 1 (testemunha sem desbaste) e o tratamento 4 (média de 589 árvores/ha), com valores médios de Rtb iguais a 14,4% e 13,9%, respectivamente, não diferem entre si. A análise mostra também que a menor média de percentagem de rachaduras de topo das tábuas (11,1%) ocorre no tratamento 8 (média de 192 árvores/ha), o qual apresenta maior espaço vital.

Estes resultados estão de acordo com Wilkins & Kitahara (1991), os quais verificaram que intervenções silviculturais de desbastes efetuados em uma população de *Eucalyptus grandis*, aos 12,5 anos de idade, aumentaram a taxa de crescimento das árvores e diminuíram a tensão de crescimento, que segundo Ferrand (1983), é a causa principal do aparecimento de rachaduras na madeira.

As mesmas conclusões foram descritas por Miranda & Nahuz (1999) afirmando que o maior espaçamento de plantio reduziu a percentagem de rachaduras de topo das tábuas e conseqüentemente a perda de material serrado.

Por outro lado, Lima *et al.* (2000) e Malan & Hoon (1992) observaram que diferentes intensidades de desbastes não influenciaram significativamente o aparecimento de rachaduras de topo das tábuas na espécie de *Eucalyptus grandis*. Os autores afirmam ainda que o desenvolvimento deste defeito está ligado, principalmente, a fatores genéticos.

Resultados semelhantes descritos por Zobel & Jett (1995), para as espécies de *Eucalyptus grandis* e *Eucalyptus globulus*, relatam que, devido à grande variação das rachaduras de árvore para árvore, é possível a seleção e clonagem de genótipos com menor propensão a este parâmetro.

Estudando as características tecnológicas de matrizes de *Eucalyptus grandis*, Lopes (2003) encontrou valores elevados de rachaduras de topo das tábuas com média igual a 63,56%.

A condição de processamento também teve influência significativa no desenvolvimento de rachaduras de topo das tábuas das árvores dominantes. A Tabela 32 demonstra que a maior percentagem de rachaduras (Rtb) ocorreu na condição 3 (mensuração das rachaduras após secagem na estufa) com valor médio de 16,3%, diferindo estatisticamente da condição 1 (mensuração das rachaduras após desdobro), que apresentou valor médio de 13,2%. Pode-se verificar ainda que o valor médio de 15,3% de Rtb da condição 2 (mensuração das rachaduras após secagem ao ar livre) não diferiu estatisticamente das demais condições.

Comparando as médias dos valores encontrados, principalmente entre as condições 1 e 3, pode-se verificar que as tábuas continuaram desenvolvendo rachaduras de topo durante a secagem.

Estes resultados estão de acordo com Rocha & Tomaselli (2002) e Del Menezzi (1999), os quais, estudando a espécie de *Eucalyptus grandis*, também descrevem um aumento das rachaduras de topo das tábuas com a secagem.

A Figura 13 demonstra graficamente a influência significativa da intensidade de desbaste e condição de processamento na percentagem média de rachaduras de topo das tábuas.

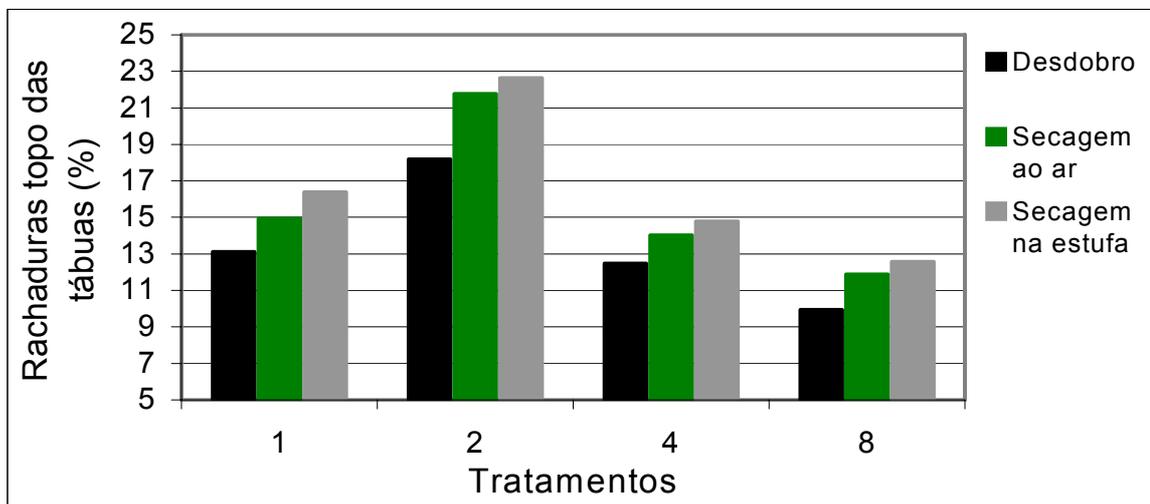


FIGURA 13 – Influência da intensidade de desbaste (tratamentos) e condição de processamento na percentagem média de rachaduras de topo das tábuas das árvores dominantes, aos 14 anos de idade.

Árvores Médias

Os dados referentes às rachaduras de topo das tábuas (Rtb) das árvores médias, em função da intensidade de desbaste e condição de processamento, submetidos à análise de variância, estão na Tabela 33.

TABELA 33 – Análise de variância das rachaduras de topo das tábuas das árvores médias em função da intensidade de desbaste e condição de processamento, aos 14 anos de idade.

FV	GL	SQ	QM	F	Prob.>F
Tratamento	3	19173,8	6391,27	36,70	< 0,001
Bloco	3	10589,1	3529,7	20,27	< 0,001
Cond.	2	264,288	132,144	0,76	0,4697
Erro	180	31345,4	174,141	-	-
Total	188	58229,7	-	-	-

Sendo: FV = fonte de variação; Cond. = Condição de processamento; GL = graus de liberdade; SQ = soma dos quadrados; QM = quadrado médio; F = valor de F calculado; Prob.>F = nível de probabilidade de erro.

A análise estatística apresentada demonstra que, aos 14 anos de idade, a percentagem média de rachaduras de topo das tábuas das árvores médias foi influenciada significativamente pela intensidade de desbaste em nível $\alpha = 5\%$ de probabilidade de erro e valor de $F_{cal.} = 36,70$. Pode-se observar ainda que o fator condição de processamento com valor de $F_{cal.} = 0,76$ não foi significativo ao mesmo nível de probabilidade de erro.

Na Tabela 34 encontra-se o teste de comparação de médias (teste T – LSD) para a variável rachadura de topo das tábuas das árvores médias em função da intensidade de desbaste (tratamentos) e condição de processamento. A comparação de médias mostra que o maior valor percentual de rachaduras de topo das tábuas para as árvores médias ocorreu no tratamento 4 (média de 589 árvores/ha), com valor de 40,8%, sendo diferente estatisticamente dos demais tratamentos. O tratamento 2 (média de 1150 árvores/ha), com valor de $R_{tb} = 24,7\%$, também difere estatisticamente dos tratamentos 8 (média de 192 árvores/ha) e 1 (testemunha sem desbaste), com médias de R_{tb} de 16,6% e 15,9%, respectivamente. Estes últimos tratamentos não diferem estatisticamente entre si.

TABELA 34 – Comparação de médias (LSD) do parâmetro rachaduras de topo das tábuas das árvores médias, aos 14 anos de idade, em função da intensidade de desbaste e condição de processamento.

Tratamentos	Rtb ¹ (%)	LSD ³	Condição ²	Rtb ¹ (%)
4	40,8	A	3	26,0
2	24,7	B	2	24,5
8	16,6	C	1	23,0
1	15,9	C		

¹ Rtb = médias das rachaduras de topo das tábuas das árvores médias, em %.

² condição de processamento: 1 = desdobro; 2 = secagem ao ar; 3 = secagem na estufa.

³ médias seguidas por letras iguais não diferem significativamente entre si; LSD = Least Significant Difference.

É interessante observar a partir destes resultados que não existe interação (positiva ou negativa) significativa entre as intensidades de desbaste e a percentagem de rachaduras de topo das tábuas das árvores médias. Possivelmente, com a inclusão de outros tratamentos no estudo e maior número de árvores por tratamento, esta questão seria melhor elucidada (Figura 14).

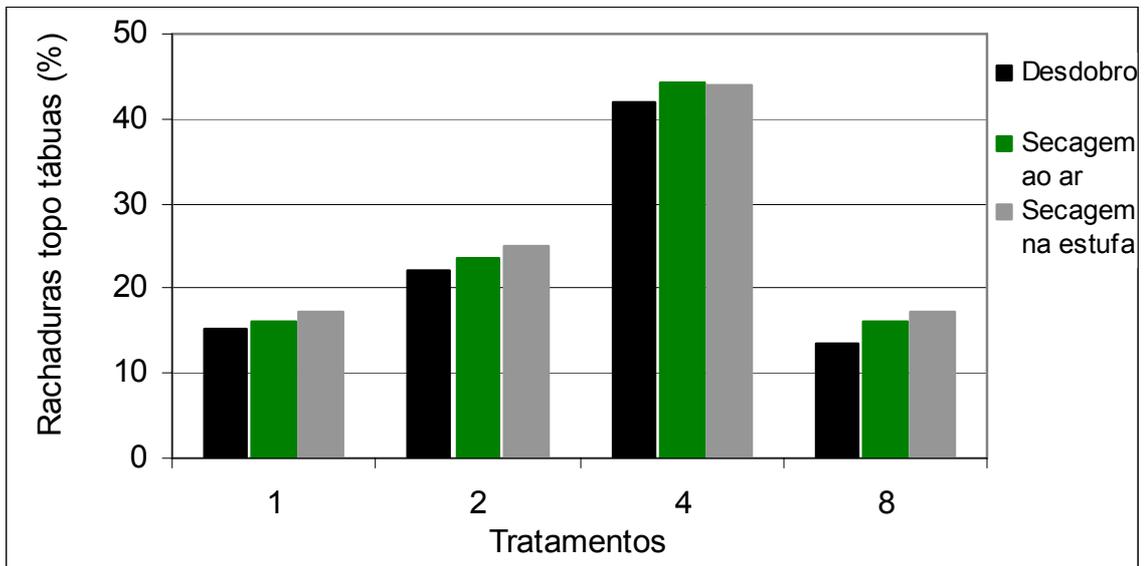


FIGURA 14 – Influência da intensidade de desbaste (tratamentos) e condição de processamento na porcentagem média de rachaduras de topo das tábuas das árvores médias, aos 14 anos de idade.

A condição de processamento não teve influência significativa no desenvolvimento de rachaduras de topo das tábuas das árvores médias, entretanto é interessante observar os valores médios de Rtb em cada condição.

A Tabela 34 mostra que a maior porcentagem de rachaduras (Rtb) das árvores médias, assim como nas árvores dominantes, ocorreu na condição 3 (mensuração das rachaduras após secagem na estufa), com valor médio de 26,0%, a qual não diferiu estatisticamente da condição 2 (mensuração das rachaduras após secagem ao ar livre) e da condição 1 (mensuração das rachaduras após desdobro), que apresentaram valores médios de Rtb = 24,5% e 23,0%, respectivamente.

Nota-se que, entre as médias de rachaduras de topo das tábuas das árvores médias, ocorre uma tendência de aumento da porcentagem deste defeito em relação à condição de processamento. Esta tendência também é verificada para as árvores dominantes.

É interessante observar também que as médias de rachaduras de topo em todas as condições de processamento foram aproximadamente 1,6 vezes maior nas árvores médias do que nas árvores dominantes. Na Figura 15, pode-se visualizar graficamente esta tendência de aumento das rachaduras com a condição de processamento nas árvores dominantes e médias.

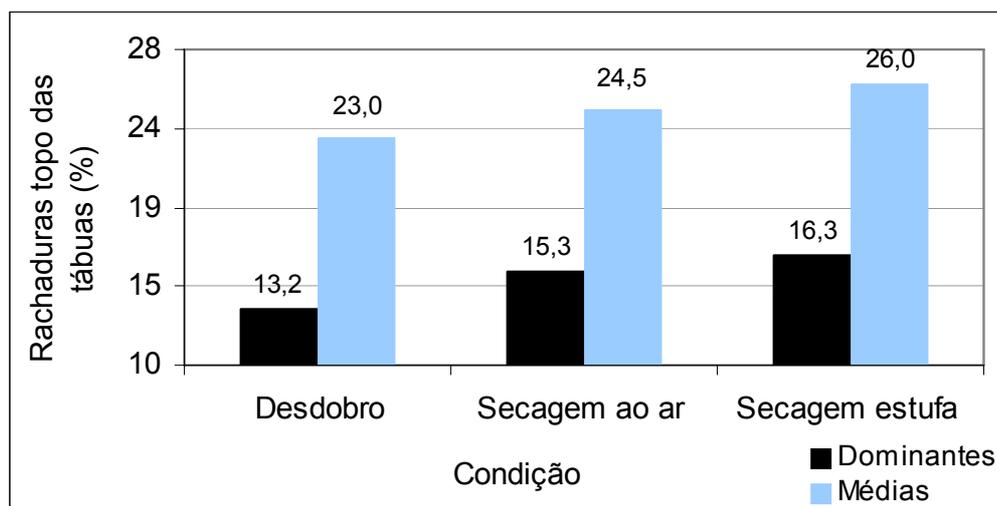


FIGURA 15 – Tendência de rachaduras de topo das tábuas em relação à condição de processamento das árvores médias e dominantes, aos 14 anos de idade.

4.2.4.2 Empenamentos

4.2.4.2.1 Encurvamento

Árvores dominantes

Os dados de encurvamento das tábuas (En) das árvores dominantes em função da intensidade de desbaste e condição de processamento (somente condições 2 e 3), submetidos à análise de variância, estão na Tabela 35.

TABELA 35 – Análise de variância do encurvamento das tábuas das árvores dominantes em função da intensidade de desbaste e condição de processamento, aos 14 anos de idade.

FV	GL	SQ	QM	F	Prob.>F
Tratamento	3	0,103058	0,034352	2,15	0,0971
Bloco	3	0,098434	0,032811	2,05	0,1096
Cond.	1	0,030810	0,030811	1,92	0,1675
Erro	142	2,27292	0,016006	-	-
Total	149	2,4974	-	-	-

Sendo: FV = fonte de variação; Cond. = condição de processamento; GL = graus de liberdade; SQ = soma dos quadrados; QM = quadrado médio; F = valor de F calculado; Prob.>F = nível de probabilidade de erro.

A análise estatística mostra que não houve influência significativa da intensidade de desbaste e condição de processamento sobre a variável encurvamento das tábuas das árvores dominantes, aos 14 anos de idade. Pode-se observar que o valor de $F_{cal} = 2,15$ para o fator intensidade de desbaste (tratamentos) e o valor de $F_{cal} = 1,92$ para o fator condição de processamento não foram significativos ao nível de 5% de probabilidade de erro.

Da mesma forma, Lima (2005) cita em seus resultados que a intensidade de desbaste não influenciou o desenvolvimento deste tipo de empenamento na madeira de *Eucalyptus grandis*, com 21 anos de idade.

Resultados semelhantes também foram descritos por Lima *et al.* (2000), os quais observaram diferenças significativas para a variável encurvamento em função

da intensidade de desgaste, concluindo, no entanto, que este fator não influencia os indicadores de tensões de crescimento.

É conveniente observar a tendência decrescente entre o encurvamento das tábuas das árvores dominantes e a condição de processamento. Nota-se que a média deste defeito na condição 2 (mensuração do encurvamento após secagem ao ar livre) foi de 0,13%, enquanto que a média para a condição 3 (mensuração do encurvamento após secagem na estufa) foi de 0,10% (Figura 16).

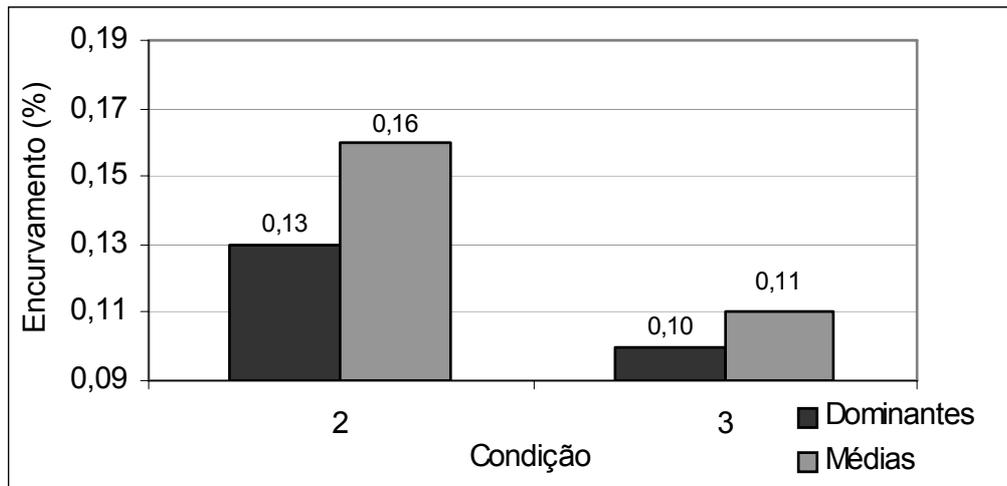


FIGURA 16 – Tendência do encurvamento das tábuas em relação à condição de processamento das árvores dominantes e médias, aos 14 anos de idade.

Árvores médias

Os dados de encurvamento das tábuas (En) das árvores médias em função da intensidade de desgaste e condição de processamento, submetidos à análise de variância, estão na Tabela 36.

Pode-se observar que os fatores intensidade de desgaste e condição de processamento influenciaram significativamente o desenvolvimento deste defeito nas tábuas das árvores médias, aos 14 anos de idade. O valor de $F_{cal.} = 4,63$ para o fator intensidade de desgaste e $F_{cal.} = 4,91$ para condição de processamento demonstram esta influência em nível $\alpha = 5\%$ de probabilidade de erro.

TABELA 36 – Análise de variância do encurvamento das tábuas das árvores médias em função da intensidade de desbaste e condição de processamento, aos 14 anos de idade.

FV	GL	SQ	QM	F	Prob.>F
Tratamento	3	0,218418	0,0728061	4,63	0,0043
Bloco	3	0,067847	0,0226156	1,44	0,2351
Cond.	1	0,077183	0,0771832	4,91	0,0286
Erro	117	1,83922	0,0157198	-	-
Total	124	2,2192	-	-	-

Sendo: FV = fonte de variação; Cond. = condição de processamento; GL = graus de liberdade; SQ = soma dos quadrados; QM = quadrado médio; F = valor de F calculado; Prob.>F = nível de probabilidade de erro.

Nota-se, na Tabela 37, que o tratamento 2 (média de 1150 árvores/ha) apresentou maior média de porcentagem de encurvamento das tábuas (0,20 %), diferindo estatisticamente dos demais tratamentos. Verifica-se ainda que os tratamentos 1 (testemunha sem desbaste), 4 (média de 589 árvores/ha) e 8 (média de 192 árvores/ha), com valores médios de encurvamento iguais a 0,14%, 0,10% e 0,09%, respectivamente, não diferem entre si.

TABELA 37 – Comparação de médias (LSD) do parâmetro encurvamento das tábuas das árvores médias, aos 14 anos de idade, em função da intensidade de desbaste e condição de processamento.

Tratamentos	En ¹ (%)	LSD ³	Condição ²	En ¹ (%)	LSD ³
2	0,20	A	2	0,16	A
1	0,14	B	3	0,11	B
4	0,10	B			
8	0,09	B			

¹ En = média do encurvamento das tábuas das árvores médias, em %.

² Condição de processamento: 1 = desdobro; 2 = secagem ao ar; 3 = secagem na estufa.

³ médias seguidas por letras iguais não diferem significativamente entre si; LSD = Least Significant Difference.

A condição de processamento também teve influência significativa no desenvolvimento do encurvamento das tábuas das árvores médias. A Tabela 37

demonstra que a maior porcentagem deste defeito ocorreu na condição 2 (mensuração do encurvamento após secagem ao ar livre), com valor médio de 0,16%, diferindo estatisticamente da condição 3 (mensuração do encurvamento após secagem na estufa), que apresentou valor médio de 0,11%.

Desta maneira, pode-se verificar que existe uma tendência negativa entre a condição de processamento e o desenvolvimento desse defeito (Figura 16).

4.2.4.2.2 Arqueamento

Árvores dominantes

Os dados de arqueamento das tábuas (Ar) das árvores dominantes em função da intensidade de desbaste e condição de processamento, submetidos à análise de variância, estão na Tabela 38.

TABELA 38 – Análise de variância do arqueamento das tábuas das árvores dominantes em função da intensidade de desbaste e condição de processamento, aos 14 anos de idade.

FV	GL	SQ	QM	F	Prob.>F
Tratamento	3	3,32724	1,10908	26,52	< 0,001
Bloco	3	0,35417	0,11806	2,82	0,0397
Cond.	2	0,00925	0,00462	0,11	0,8954
Erro	219	9,15751	0,04181	-	-
Total	227	12,8023	-	-	-

Sendo: FV = fonte de variação; Cond. = condição de processamento; GL = graus de liberdade; SQ = soma dos quadrados; QM = quadrado médio; F = valor de F calculado; Prob.>F = nível de probabilidade de erro.

A análise estatística mostra que, aos 14 anos de idade, o arqueamento das tábuas das árvores dominantes foi influenciado significativamente pelo fator intensidade de desbaste, em nível $\alpha = 5\%$ de probabilidade de erro e valor de $F_{cal.} = 26,52$. Pode-se observar ainda que o fator condição de processamento, com valor de $F_{cal.} = 0,11$, não foi significativo ao mesmo nível de probabilidade de erro.

Na Tabela 39, encontra-se o teste de comparação de médias (teste T – LSD) para a variável arqueamento das tábuas das árvores dominantes em função da intensidade de desbaste (tratamentos).

TABELA 39 – Comparação de médias (LSD) do parâmetro arqueamento das tábuas das árvores dominantes, aos 14 anos de idade, em função da intensidade de desbaste.

Tratamentos	Ar (%)	LSD ²
2	0,47	A
4	0,40	AB
8	0,34	B
1	0,15	C

¹ Ar = média do arqueamento das tábuas das árvores dominantes, em %.

² médias seguidas por letras iguais não diferem significativamente entre si; LSD = Least Significant Difference.

A comparação de médias mostra que o maior valor percentual deste defeito nas tábuas das árvores dominantes ocorreu no tratamento 2 (média de 1150 árvores/ha), com valor de Ar = 0,47%, não diferindo estatisticamente do tratamento 4 (média de 589 árvores/ha), que apresentou valor de Ar = 0,40%. O tratamento 8 (média de 192 árvores/ha), com valor de Ar = 0,34%, foi semelhante ao tratamento 4 e diferiu do tratamento 1 (testemunha sem desbaste), que apresentou o menor valor médio desse defeito (0,15%).

Pode-se observar ainda que os resultados encontrados para esse parâmetro estão de acordo com a Norma para Classificação de Madeira Serrada de Folhosas (1983), que regulamenta um arqueamento máximo de 0,5% em relação ao comprimento total da tábua.

Árvores médias

Os dados de arqueamento das tábuas (Ar) das árvores médias em função da intensidade de desbaste e condição de processamento, submetidos à análise de variância, estão descritos na Tabela 40.

TABELA 40 – Análise de variância do arqueamento das tábuas das árvores médias em função da intensidade de desbaste e condição de processamento, aos 14 anos de idade.

FV	GL	SQ	QM	F	Prob.>F
Tratamento	3	5,48228	1,82743	25,22	<0,001
Bloco	3	1,16092	0,38697	5,34	0,0015
Cond.	2	0,04072	0,02036	0,28	0,7554
Erro	180	13,0453	0,07247	-	-
Total	188	18,9592	-	-	-

Sendo: FV = fonte de variação; Cond. = condição de processamento; GL = graus de liberdade; SQ = soma dos quadrados; QM = quadrado médio; F = valor de F calculado; Prob.>F = nível de probabilidade de erro.

Verifica-se que o fator intensidade de desbaste influenciou significativamente o desenvolvimento desse defeito nas tábuas das árvores médias, aos 14 anos de idade, com valor de $F_{cal.} = 25,22$ em nível $\alpha = 5\%$ de probabilidade de erro.

Na Tabela 41, encontra-se o teste de comparação de médias (teste T – LSD) para a variável arqueamento das tábuas das árvores médias em função da intensidade de desbaste. Nota-se que apenas o tratamento 8 (média de 192 árvores/ha), com valor médio de arqueamento igual a 0,67%, não está de acordo com a Norma para Classificação de Madeira Serrada de Folhosas (1983), que é de 0,5% em relação ao comprimento total da tábua.

TABELA 41 – Comparação de médias (LSD) do parâmetro arqueamento das tábuas das árvores médias, aos 14 anos de idade, em função da intensidade de desbaste.

Tratamentos	Ar (%)	LSD ²
8	0,67	A
1	0,39	B
4	0,30	BC
2	0,19	C

¹ Ar = média do arqueamento das tábuas das árvores médias, em %.

² médias seguidas por letras iguais não diferem significativamente entre si; LSD = Least Significant Difference.

4.2.4.3 Nodosidade

4.2.4.3.1 Índice de nós

Árvores dominantes

Os dados dos índices de nós por metro quadrado das tábuas das árvores dominantes, submetidos à análise de variância em função das diferentes intensidades de desbaste estão descritos na Tabela 42. A diferença entre as médias dessa variável, aos 14 anos de idade, não foi significativa a 5% de probabilidade de erro.

TABELA 42 – Análise de variância do índice de nós das tábuas das árvores dominantes em função da intensidade de desbaste, aos 14 anos de idade.

FV	GL	SQ	QM	F	Prob.>F
Tratamento	3	92,6426	30,8809	1,68	0,1785
Bloco	3	546,152	182,051	9,92	0,001
Erro	71	1303,22	18,3553	-	-
Total	77	1994,15	-	-	-

Sendo: FV = fonte de variação; GL = graus de liberdade; SQ = soma dos quadrados; QM = quadrado médio; F = valor de F calculado; Prob.>F = nível de probabilidade de erro.

A análise estatística mostra que a intervenção silvicultural de desbaste em diferentes intensidades não influenciou o índice de nós por metro quadrado das tábuas das árvores dominantes, apresentando um $F_{\text{calc.}} = 1,68$ e nível de probabilidade de erro (Prob.>F = 0,1785) não-significativo.

A média desta variável para todos os tratamentos de desbaste nas árvores médias, aos 14 anos de idade, foi de 9,8 nós/m². Lopes (2003), estudando matrizes de *Eucalyptus grandis* com 26 anos de idade, relata que a média encontrada para a variável índice de nós por metro quadrado foi de 3,15 nós/m².

Árvores médias

Os dados dos índices de nós por metro quadrado das tábuas das árvores médias, submetidos à análise de variância em função das diferentes intensidades de desbaste, estão na Tabela 43.

TABELA 43 – Análise de variância do índice de nós das tábuas das árvores médias em função da intensidade de desbaste, aos 14 anos de idade.

FV	GL	SQ	QM	F	Prob.>F
Tratamento	3	1038,06	346,022	12,62	0,001
Bloco	3	127,492	42,4973	1,55	0,2117
Erro	57	1563,46	27,4292	-	-
Total	63	2685,17	-	-	-

Sendo: FV = fonte de variação; GL = graus de liberdade; SQ = soma dos quadrados; QM = quadrado médio; F = valor de F calculado; Prob.>F = nível de probabilidade de erro.

A análise estatística apresentada na Tabela 43 demonstra que, aos 14 anos de idade, este parâmetro tecnológico foi influenciado significativamente pela intensidade de desbaste em nível $\alpha = 5\%$ de probabilidade de erro e valor de $F_{\text{calc.}} = 12,62$.

O teste de comparação de médias (teste T – LSD) para o fator intensidade de desbaste, com as médias dos índices de nós por metro quadrado das árvores médias, é demonstrado na Tabela 44. O teste de comparação de médias mostra que o tratamento 2 (média de 1150 árvores/ha) apresenta o maior índice de nós por metro quadrado ($16,05 \text{ nós/m}^2$), diferindo estatisticamente dos demais tratamentos. Em seguida, pode-se verificar que o tratamento 1 (média de 1638 árvores/ha), com média de $11,31 \text{ nós/m}^2$, também difere estatisticamente dos tratamentos 8 (média de 192 árvores/ha) e 4 (média de 589 árvores/ha), com médias de $7,12 \text{ nós/m}^2$ e $5,17 \text{ nós/m}^2$, respectivamente. Estes últimos tratamentos não diferem significativamente entre si.

TABELA 44 – Comparação de médias (LSD) do parâmetro índice de nós por metro quadrado das tábuas das árvores médias, aos 14 anos de idade, em função da intensidade de desbaste.

Tratamentos	Índice de nós / m ²	LSD ¹
2	16,05	A
1	11,31	B
8	7,12	C
4	5,17	C

¹ médias seguidas por letras iguais não diferem significativamente entre si; LSD = Least Significant Difference.

Ao comparar as médias para este índice, percebe-se que existe uma tendência de maiores valores nos menores espaços vitais.

4.2.4.3.2 Diâmetro do maior nó

Árvores dominantes

Os dados do diâmetro do maior nó nas tábuas das árvores dominantes em função das diferentes intensidades de desbastes, submetidos à análise de variância estão descritos na Tabela 45. A diferença entre as médias deste defeito, aos 14 anos de idade, não foi significativa a 5% de probabilidade de erro.

Com base nesta estatística, pode-se observar que a intervenção silvicultural de desbaste em diferentes intensidades não influenciou o diâmetro do maior nó nas tábuas das árvores dominantes, apresentando um $F_{\text{calc.}} = 1,62$ e nível de probabilidade de erro ($\text{Prob.}>F = 0,1925$) não-significativo.

O resultado médio de todos os tratamentos de desbaste para este parâmetro tecnológico nas árvores dominantes, aos 14 anos de idade, foi de 2,6 cm.

Analisando matrizes de *Eucalyptus grandis* com 26 anos de idade, Lopes (2003) relata que a média encontrada para o diâmetro do maior nó foi de 2,79 cm.

TABELA 45 – Análise de variância do diâmetro do maior nó nas tábuas das árvores dominantes em função da intensidade de desbaste, aos 14 anos de idade.

FV	GL	SQ	QM	F	Prob.>F
Tratamento	3	9,9852	3,32842	1,62	0,1925
Bloco	3	8,9575	2,98583	1,45	0,2348
Erro	71	145,932	2,05538	-	-
Total	77	166,461	-	-	-

Sendo: FV = fonte de variação; GL = grau de liberdade; SQ = soma dos quadrados; QM = quadrado médio; F = valor de F calculado; Prob.>F = nível de probabilidade de erro.

Árvores médias

A análise de variância para a variável diâmetro do maior nó nas tábuas das árvores médias (Tabela 46), assim como nas árvores dominantes, também evidenciou que o fator intensidade de desbaste não foi significativo em nível $\alpha = 5\%$ de probabilidade de erro, apresentando valor de $F_{\text{calc.}} = 0,71$.

TABELA 46 – Análise de variância do diâmetro do maior nó nas tábuas das árvores médias em função da intensidade de desbaste, aos 14 anos de idade.

FV	GL	SQ	QM	F	Prob.>F
Tratamento	3	4,69962	1,56654	0,71	0,5516
Bloco	3	1,84356	0,61452	0,28	0,8414
Erro	57	126,226	2,21449	-	-
Total	63	134,109	-	-	-

Sendo: FV = fonte de variação; GL = grau de liberdade; SQ = soma dos quadrados; QM = quadrado médio; F = valor de F calculado; Prob.>F = nível de probabilidade de erro.

O resultado médio de todos os tratamentos de desbaste para este parâmetro tecnológico nas árvores médias, aos 14 anos de idade, foi de 2,9 cm.

5 CONCLUSÕES

Os resultados obtidos neste estudo, para a espécie *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden, aos 14 anos, permitem concluir que:

- a) Os desbastes quando aplicados por baixo não influenciam as características dendrométricas das árvores dominantes, porém alteram significativamente as características das árvores médias.
- b) Os tratamentos com desbaste demonstram um acréscimo de diâmetro à altura do peito nas árvores médias, em relação à testemunha sem desbaste. Este ganho foi igual a 11,3% na intensidade mais leve (1150 árvores/ha), chegando até 38,8% no tratamento com desbaste mais pesado (192 árvores/ha).
- c) De modo geral, os tratamentos com desbastes aumentam significativamente o volume individual das árvores médias, porém diminuíram a produção por unidade de área. As áreas manejadas com desbastes mais pesados ocasionaram perda de produção em volume de até 59,6% (429,27 m³/ha) em relação à testemunha sem desbaste.
- d) A massa específica ponderada das árvores dominantes não foi influenciada pelo desbaste, sendo a madeira classificada como leve a moderadamente leve. Para as árvores médias, contudo, variou significativamente com a aplicação de desbastes, sem apresentar tendência com a intensidade desta intervenção silvicultural.
- e) O emprego de desbaste pesado aumenta a produção de massa seca das árvores médias, mas das dominantes não influencia significativamente.
- f) A contração radial total da madeira na altura do DAP (diâmetro à altura do peito) das árvores dominantes e médias não foi influenciada pela intensidade de desbaste; porém, variou no sentido medula-casca, apresentando menores valores na região da medula com acréscimo até a região mais periférica do tronco.
- g) Para as árvores dominantes o maior espaço vital reduziu a porcentagem de rachaduras de topo das tábuas, enquanto que nas árvores médias não houve tendência significativa com a intensidade desta intervenção.

- h) A condição de processamento influenciou o desenvolvimento de rachaduras de topo das tábuas das árvores dominantes; nas médias não. A proporção deste parâmetro apresentou tendência de aumentar quando a secagem é efetuada em estufa.
- i) A intensidade de desbaste não afeta significativamente o encurvamento das tábuas das árvores dominantes; porém, para as árvores médias, o maior espaço vital reduziu o desenvolvimento deste defeito. A condição de processamento, tanto para as árvores dominantes quanto para as médias, apresentou tendência de diminuir a magnitude do encurvamento com a secagem na estufa.
- j) O arqueamento das tábuas das árvores dominantes e médias é influenciado pelo desbaste, porém, sem tendências com a intensidade desta intervenção. A condição de processamento não afeta este defeito nas tábuas das árvores dominantes e médias.
- k) A presença de nós por metro quadrado apresenta tendência de aumentar a medida que diminui a intensidade de desbaste aplicado, somente nas árvores médias.
- l) Com base nas características dendrométricas e tecnológicas das árvores dominantes e médias, pode-se afirmar que o planejamento e emprego da intervenção silvicultural de desbaste no povoamento florestal deverá considerar a utilização final da madeira.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVES, A.A.M. **Técnicas de produção florestal: fundamentos, tipificação e métodos.** Lisboa: Instituto Nacional de Investigação Científica, 1982. 331p.

ASSIS, R.L.; et al. Produção de biomassa de *Eucalyptus urophylla* S.T. Blake sob diferentes espaçamentos na região de cerrado de Minas Gerais. **Revista Árvore**, v.23, n.2, p.151- 156, 1999.

ASSIS, T.F. Qualificação tecnológica da madeira de *Eucalyptus* para serraria: Aspectos genéticos e de manejo. In: SIMPÓSIO LATINO-AMERICANO SOBRE MANEJO FLORESTAL, 1., 2000. Santa Maria, UFSM, **Anais...** Santa Maria: Programa de Pós-graduação em Engenharia Florestal , 2000. p. 59-80.

BALLONI, E.A. & SIMÕES, J.W. O espaçamento de plantio e suas implicações silviculturais. **IPEF**, 1980. 16p. (Série Técnica, 3).

BAUER, L.A.F. **Materiais de Construção.** 2 ed. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos, 1985. 705p.

BERGER, R. **Crescimento e qualidade da madeira de um clone de *Eucalyptus saligna* Smith sob o efeito do espaçamento e da fertilização.** 2000. 126f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2000.

BLANCO, J.J.; et al. Comportamiento de *Pinus tropicalis* en cinco espaciamentos de plantación en los suelos ferralíticos cuarcíticos amarillos de Viñales, Cuba. **Revista Forestal Baracoa**, v.18,n.2, p.21-30, 1988.

BRASIL, M.A.M. **Variação da densidade básica da madeira de *Eucalyptus propinqua* Deane & Maiden em função do local e do espaçamento.** 1972. 75f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, 1972.

BRASIL, M.A.M. **Variação da densidade básica da madeira entre e dentro de procedências de *Eucalyptus urophylla* S. T. Blake.** 1983. 89f. (Tese - Livre Docência). UNESP, Botucatu, 1983.

BRASIL, M.A.M. & FERREIRA, M. Variação da densidade básica da madeira de *Eucalyptus alba* Reinw, *Eucalyptus saligna* Smith e *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden aos cinco anos de idade, em função do local e do espaçamento. **Revista IPEF**, v.2, n.3, p.129 – 149, 1971.

_____. Variação da densidade básica e das características das fibras em *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden ao nível do dap. **Revista IPEF**, Piracicaba, n.5, p. 81 – 90, 1972.

BRASIL, M.A.M.; VEIGA, R.A.A.; TIMONI, J.L. Erros na determinação da densidade básica da madeira. **Cerne**, v.1, n.1, 1994. p. 55-57.

BURGER, D. **Ordenamento Florestal I. A Produção Florestal**. Curitiba: FUPEF, 1980. 124 p.

BUSNARDO, C.A.; et al. Em busca da qualidade ideal da madeira do eucalipto para produção de celulose: II. Inter-relações entre propriedades das árvores e de suas madeiras. In: CONGRESSO LATINO-AMERICANO DE CELULOSE E PAPEL, 3., 1983, São Paulo. **Anais...** São Paulo, ABCP, 1983a. v.1, p.31-47.

_____. Em busca da qualidade ideal da madeira do eucalipto para produção de celulose: III. A importância da altura de amostragem para avaliação da densidade básica média da árvore. In: CONGRESSO LATINOAMERICANO DE CELULOSE E PAPEL, 3., 1983, São Paulo. **Anais...** São Paulo, ABCP, 1983b. v.1, p.55-72.

BUSNARDO, C.A.; et al. **Em busca da qualidade ideal da madeira do eucalipto para produção de celulose, IV. Altura ideal de amostragem para avaliação da densidade média para árvores de *Eucalyptus grandis***. Guaíba: Riocell S. A., 1987, 18p. (Relatório Técnico).

CAIXETA, R.P.; et al. Propriedades e classificação da madeira aplicadas à seleção de genótipos de *Eucalyptus*. **Revista Árvore**, v. 27, n. 1, p. 43 – 51, 2003.

CARMO, A.P.T. **Avaliação de algumas propriedades da madeira de seis espécies de eucalipto**. 1996. 74f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1996.

CHIMELO, J. **Anotações sobre anatomia e identificações de madeiras**. São Paulo, IPT 1980. (Apostila).

COMÉRIO, J. & XAVIER, A. Estratégia de melhoramento para a qualidade da madeira na Champion In: SIMPÓSIO INSTITUTO PESQUISAS FLORESTAIS, 6., 1996, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba, IPEF, 1996. v.3, p.1-4.

DEL MENEZZI, C.H.S. **Utilização de um método combinado de desdobro e secagem para a produção de madeira serrada de *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden e *Eucalyptus cloeziana* F. Muell.** 1999. 87f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Escola Superior de “Agricultura Luiz de Queiroz”, Piracicaba, 1999.

DOWNES, G.M. & RAYMOND, C.A. **Variation in wood density in plantation eucalypts.** Sampling Plantation eucalypts for wood and fibre properties. Austrália, p. 88 – 99, 1997.

DURLO, M. A. **Tecnologia da madeira: peso específico.** Santa Maria: UFSM/CEPEF/FATEC, 1991. 29 p. (Série Técnica, 8).

DURLO, M.A. & MARCHIORI, J.N.C. **Tecnologia da madeira: retratibilidade.** Santa Maria: UFSM/CEPEF/FATEC, 1992. 33 p. (Série Técnica, 10).

FERRAND, J.C. Growth stresses and silviculture of eucalypts. **Australian forest research**, v. 13, n. 1, p. 75 – 81, 1983.

FERREIRA, G.W. **Qualidade da celulose kraft-antraquinona de *Eucalyptus dunnii* Maiden plantado em cinco espaçamentos em relação ao *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden e *Eucalyptus saligna* Smith.** 1996. 135f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 1996.

FERREIRA, M. & KAGEYAMA, P.Y. Melhoramento genético da densidade da madeira de eucalipto. **Boletim Informativo IPEF**, v.6, n.20, .A1-A15, 1978.

FINGER, C.A.G. **Fundamentos de Biometria Florestal.** Santa Maria: UFSM/CEPEF/ FATEC, 1992. 269 p.

FISHWICK, R.W. Estudo de espaçamentos e desbastes em plantações brasileiras. **Brasil Florestal**, v.7, p. 13 – 23, 1976.

GARCIA, C.H.; CORRADINE, L.; ALVARENGA, S.F. Comportamento florestal do *Eucalyptus grandis* e *Eucalyptus saligna* em diferentes espaçamentos. **IPEF**, 1991. 8 p. (Circular Técnica, 179).

GARCIA, J.N. Técnicas de desdobro de eucalipto. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE UTILIZAÇÃO DE EUCALIPTO PARA SERRARIA, 1., 1995, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: IPEF, 1995, p.59-67.

GROSSER, D. **Defeitos da madeira**. Curitiba: FUPEF, 1979. 63p. (Série Técnica, 2)

HASELEIN, C.R.; et al. Propriedades de flexão estática da madeira úmida e a 12 % de umidade de um clone de *Eucalyptus saligna* Smith quando submetido a diferentes espaçamentos e doses de adubação. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 12, n. 2, p. 147 – 152, 2002.

HILLIS, W.E. & BROWN, A.G. (Eds.) **Eucalypts for wood production**. Melbourne: CSIRO, 1978.

I.B.D.F. **Norma para classificação de madeira serrada de folhosas**. Brasília: Brasiliense, 1983. 67 p.

INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS. **Métodos de ensaios adotados no IPT para o estudo de madeiras nacionais**: tabelas de resultados obtidos para madeiras nacionais, nomenclatura das madeiras nacionais. 2.ed. São Paulo: 1956. 62 p. (Boletim Técnico, 31).

JACOBS, M.R. The Growth Stresses of Woddy Stems. **Commonwealth Forestry Bureau**. Canberra, Australia, (Bulletin), n. 28, 1945. 67p.

JANKOWSKY, I.P. Equipamentos e processos para a secagem de madeiras. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE UTILIZAÇÃO DA MADEIRA DE EUCALIPTO PARA SERRARIA, 1995, São Paulo. **Anais...** São Paulo: IPEF/IPT/IUFRO/LCF/ESALQ/USP, 1995, p. 109 – 118.

JOHNSTON, D.R., GRAYSON, A.J., BRADLEY, R.T. **Planejamento Florestal**. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 1967. 798p.

KOLLMANN, F.F.P. & CÔTÉ, W.A. **Principles of wood science and technology**: I. Solid Wood. New York: Springer-Verlag, 1968. 592 p.

LADRACH, W.E. Control of wood properties in plantations. In: IUFRO WORLD CONGRESS 18., 1986, Ljubljana. **Proceedings...** Ljubljana, p. 369 – 379, 1986.

LATORRACA, J.V.F. & ALBUQUERQUE, C.E.C. Efeito do rápido crescimento sobre as propriedades da madeira. **Floresta e Ambiente**, Rio de Janeiro, v.7, n.1, p. 279-291, 2000.

LIMA, J.T. The wood density of three *Eucalyptus saligna* Smith clones in relation to age. **Annuary Science Forestry**, v. 52, p. 347 – 352, 1994.

LIMA, I.L.; GARCIA, J.N.; NOGUEIRA, M.C.S. Influência do desbaste nas tensões de crescimento de *Eucalyptus grandis* Hill ex-Maiden. **Scientia Forestalis**, n. 58, p. 111 – 125, 2000.

LIMA, I.L. **Influência do desbaste e da adubação na qualidade da madeira serrada de *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden**. 2005. 161f. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, 2005.

LOPES, M.C. **Agrupamento de árvores matrizes de *Eucalyptus grandis* em função das variáveis dendrométricas e das características tecnológicas da madeira**. 2003. 93f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2003.

LOPES, M.C.; et al. Variação axial das propriedades da madeira de três espécies de coníferas precedentes de reflorestamento. In: CONGRESSO FLORESTAL ESTADUAL DO RIO GRANDE DO SUL, 8., 2000, Nova Prata. **Anais...**Nova Prata, 2000.

LOPEZ, J.A. & APARICIO, J.L. Crecimiento y producción de *Eucalyptus grandis* com diferentes densidades de plantación (Información hasta el 120 año de edad). **INTA**, Bella Vista - Corrientes - República Argentina, 1995. 12 p. (Informe Técnico nº 8).

LUZ, H.F.; et al. Manejo de florestas de eucalipto para usos múltiplos. In: CONGRESSO FLORESTAL PAN-AMERICANO, 1993, Curitiba. **Anais...** Curitiba: SBS-SBEF, v. 1, p. 283 – 290, 1993.

MAESTRI, R.; NUTTO L.; SARTORIO R.C. Ganhos tecnológicos na produção de madeira reflorestada sob manejo. In: SEMINÁRIO DE PRODUTOS SÓLIDOS DE MADEIRA DE EUCALIPTO E TECNOLOGIAS EMERGENTES PÁRA A INDÚSTRIA MOVELEIRA, 3., 2005, Vitória. **Anais...** Vitória, SIF, 2005. v.1, p.1-19.

MALAN, F.S. The control of end splitting in sawlogs: a short literature review. **South African Forestry Journal**, n. 109, p. 14 – 79, 1979.

MALAN, F.S. & HOON, M. Effect of initial spacing and thinning on some wood properties of *Eucalyptus grandis*. **South African Forestry Journal**, n.163, p.13-20, 1992.

MIGLIORINI, J.A. **Variação da densidade básica da madeira de *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden em função de diferentes níveis de produtividade da floresta.** 1986. 89f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, 1986.

MIRANDA, J.A.C. & NAHUZ, M.A.R. Estudo do espaçamento de plantio de *Eucalyptus saligna* Smith nos índices de rachamento após o desdobro e após a secagem. **Scientia Forestalis**, n.55, p. 107-116, 1999.

MORENO, J.A. **Clima do Rio Grande do Sul.** Porto Alegre: Governo do Estado do Rio Grande do Sul, Secretaria da Agricultura, 1961. 41p.

MOTA, F.S. & ZAHLER, P.J.M. **Clima, agricultura e pecuária no Rio Grande do Sul.** Pelotas: Editora Livraria Mundial, 1 ed., 1994, 166p.

MONTEIRO, R.F.R.; CORDEIRO, J.A.; KIKUTI, P. Competição entre espaçamentos com *Eucalyptus dunnii* Maiden. In: CONGRESSO FLORESTAL ESTADUAL, 5., 1984. Nova Prata, RS. **Anais...** Nova Prata, 1984.

NAHUZ, M.A.R.; FRANCO, N.; FIGUEROA, F.M.Z. O uso estrutural da madeira de eucalipto: a experiência do IPT. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL SOBRE PRODUTOS SÓLIDOS DE MADEIRA DE ALTA TECNOLOGIA E ENCONTRO SOBRE TECNOLOGIA APROPRIADAS DE DESDOBRO, SECAGEM E UTILIZAÇÃO DA MADEIRA DE EUCALIPTO, 1., 1998, Belo Horizonte. **Anais...** Belo Horizonte: SIF, 1998. p. 125-133.

NIMER, E. **Climatologia do Brasil.** Rio de Janeiro: IBGE, Departamento de Recursos Naturais e Estudos Ambientais, 2 ed., 1989, 422p.

NUTTO, L. & MAESTRI, R. Growth rate and growth stresses in brazilian eucalypts: preliminary results of growth and quality modeling on an individual tree basis. In: IUFRO DIVISION 5.01.04 – BIOLOGICAL IMPROVEMENT OF WOOD PROPERTIES. 2002, Harrison Hot Springs. **Proceedings...** Harrison Hot Springs, British Columbia, Canada, 2002.

OLIVEIRA, J.T.S. **Caracterização da madeira de eucalipto para a construção civil**. 1998. 429f. Tese (Doutorado) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, 1998.

OLIVEIRA, J.T.S.; et al. Caracterização da madeira de sete espécies de eucaliptos para a construção civil. **Scientia Forestalis**, n.56, p.113-124, 1999.

OLIVEIRA, J.T.S. Experiência mundial com a madeira de eucalipto. **Revista da Madeira**, v.9, n.54, p.98, 2001.

OLIVEIRA, J.T.S. & SILVA, J.C.R. Variação radial da retratibilidade e densidade básica da madeira *Eucalyptus saligna* Sm. **Revista Árvore**, v.27, n.3, p.381-385, 2003.

PONCE, R.H. & WATAI, L.T. **Manual de secagem da madeira**. Brasília: Ministério da Indústria e do Comércio, 1985. 70p.

PONCE, H.R. Madeira serrada de Eucalipto: desafios e perspectivas. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE UTILIZAÇÃO DA MADEIRA DE EUCALIPTO PARA SERRARIA, 1. São Paulo, 1995. **Anais...** São Paulo: IPT, 1995. p. 50-58.

REFOSCO, J.C. & SANTINI, E.J. Propriedades físicas e mecânicas da madeira de *Didymopanax morototoni*. In: CONGRESSO FLORESTAL ESTADUAL DO RIO GRANDE DO SUL, 6, Nova Prata, 1988. **Anais...** Nova Prata, RS, 1988.

REINSTORF, L.O. **The influence of stand density on growth of *Pinus elliottii***. 1970. 62f. Dissertação (Mestrado) – University of Stellenbosch, Stellenbosch, 1970.

REZENDE, M.A.; SAGLIETTI, J.R.C.; CHAVES, R. Variação da massa específica da madeira de *Eucalyptus grandis* aos 8 anos de idade em função de diferentes níveis de produtividade. **Scientia Forestalis**, n.53, p. 71-78, 1998.

ROCHA, M.P. & TOMASELLI, I. Efeito do modelo de desdobro na qualidade da madeira serrada de *Eucalyptus grandis* e *Eucalyptus dunii*. **Cerne**, v.8, n.2, p. 70-83, 2002.

SANTINI, E.J. Qualidade de madeira seca. In: SEMINÁRIO SOBRE SECAGEM DE MADEIRA, 1., Santa Maria, 1990. **Anais...** Santa Maria: UFSM/ CEPEF/ FATEC, 1990. 100 p.

SAS – STATISTICAL ANALYSIS SYSTEM: **Programa de computador**, ambiente VM. Cary, 1993. Versão 6.08.

SCHILLING, A.C. **Influência da desrama sobre a qualidade da madeira de primeiro desbaste de *Pinus elliotti* Engelm.** 1996. 73f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 1996.

SCHEEREN, L..W. **Estruturação da produção de povoamentos monoclonais de *Eucalyptus saligna* Smith manejados em alto fuste.** 2003. 181f. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2003.

SCHNEIDER, P.R. **Manejo Florestal: Planejamento da produção florestal.** Santa Maria: UFSM, 2002. 492 p.

SCHNEIDER, P.R.; et al. Produção de *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden em diferentes intensidades de desbaste. **Ciência Florestal**, v.8, n.1, p.129-140, 1998.

SCHNEIDER, P.R.; et al. Efeito da intensidade de desbaste sobre o crescimento e produção de povoamentos de *Pinus elliottii* E. In: SIMPÓSIO DE MANEJO DE FLORESTAS PLANTADAS, Esteio, 1991. **Anais...** Santa Maria: UFSM/CEPEF, p. 150-167, 1991.

SCOLFORO, J.R.S. **Manejo Florestal.** Lavras: UFLA/FAEPE, 1997. 438 p.

SILVA, J.A. **Biometria e estatística florestal.** Santa Maria: UFSM, 1977. 235p.

SILVA, J.C. Características da madeira de eucalipto. **Revista da Madeira**, v.9, n. 52, 2000. p.30-38.

_____. Influência dos tratamentos silviculturais na qualidade da madeira. **Revista da Madeira**, v.10, n.55, 2001. p.62-65.

_____. Eucalipto: a madeira do futuro. **Revista da Madeira**, edição especial, 2001. 114p.

SILVA, J.C. **Caracterização da madeira de *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden, de diferentes idades, visando a sua utilização na indústria moveleira.** 2002. 148f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Universidade Federal do Paraná, Paraná, 2002.

SILVA, J.C. & OLIVEIRA, J.T.S. Avaliação das propriedades higroscópicas da madeira de *Eucalyptus saligna* Sm. em diferentes condições de umidade relativa do ar. **Revista Árvore**, v. 27, n. 2, p. 233 – 239, 2003.

SILVA, J.F. **Variabilidade genética em progênies de *Eucalyptus camaldulensis* Dehnh e sua interação com espaçamentos.** 1990. 126f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1990.

SILVEIRA, R.L.V.A.; et al. **Arquivo do Agrônomo: Seja o Doutor do seu Eucalipto.** Piracicaba, 2001. 32p. (Série Técnica, 12).

SMITH, D.M. **The practice of silviculture.** New York: John Wiley & Sons, 1962. 578 p.

SOARES, T.S.; et al. Avaliação econômica de plantações de Eucalipto submetidas a desbaste. **Revista Árvore**, v.27, n.4, p.481-486, 2003.

SOUZA, R.N. **Efeito de dois espaçamentos na produção em peso e volume de *Eucalyptus grandis* (W. Hill ex Maiden).** 1989. 102f. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1989.

STAHL, J.; et al. Comparação entre as propriedades mecânicas da madeira verde e seca de *Eucalyptus grandis*. In: CONGRESSO FLORESTAL ESTADUAL DO RIO GRANDE DO SUL, 9, Nova Prata, 2003. **Anais...** Nova Prata, RS, 2003.

VERMAAS, H.F.A. Review of drying technology for young fast-grown eucalypts. In: THE FUTURE OF *Eucalyptus* FOR WOOD PRODUCTS, Launceston, 2000. **Proceedings...** Launceston: IUFRO, p. 193-203, 2000.

VITAL, B.R. Métodos de determinação da densidade da madeira. SIF/UFV. p. 1-21, 1984. (Boletim Técnico, 1).

VITAL, B.R. & DELLA LUCIA, R.M. Características físicas e mecânicas da madeira de *Eucalyptus grandis* W. Hill ex Maiden. **Revista Árvore**. v. 4, n. 1, p. 70 – 74, 1980.

_____. Propriedades físicas e mecânicas da madeira de eucalipto. **Informe Agropecuário**, v. 12, n. 141, p. 71-74, 1986.

_____. Efeito do espaçamento na produção em peso e na qualidade da madeira de *Eucalyptus grandis* e *Eucalyptus saligna* aos 52 meses de idade. **Revista Árvore**, v.11, n.2, p.132-145, 1987.

WILKINS, A.P. & KITAHARA, R. Silvicultural treatments and associated growth rates, growth strains and wood properties in 12,5-year-old *Eucalyptus grandis*. **Australian forestry**, v.54, n. 1/2, p.99-104, 1991.

ZOBEL, B.J. & JETT, J.B. **Genetics of Wood Production**. Berlin: Springer-Verlag, 1995. 337 p.

7 ANEXOS

ANEXO 1. Valores das características dendrométricas das árvores dominantes e médias.

TABELA 47 – Valores das características dendrométricas das árvores dominantes.

Tratamento	Bloco	DAP _{C/C} (cm)	DAP _{S/C} (cm)	h (m)	h ₁₃ (m)	v c/c (m ³)	v s/c (m ³)	V _{13 C/C} (m ³)	V _{13 S/C} (m ³)
1	1	35,0	33,3	37,0	29,8	1,564	1,416	1,259	1,140
	2	36,0	35,4	37,8	31,5	1,688	1,633	1,408	1,361
	3	39,0	37,7	40,1	30,9	2,103	1,965	1,621	1,515
	4	36,0	34,5	37,8	28,3	1,688	1,551	1,265	1,162
2	1	38,7	37,5	39,9	30,4	2,058	1,933	1,570	1,474
	2	39,8	38,6	40,7	30,5	2,225	2,093	1,666	1,567
	3	37,0	35,1	38,5	27,3	1,819	1,637	1,289	1,160
	4	33,0	31,6	35,6	28,8	1,337	1,226	1,082	0,992
4	1	37,5	36,3	38,9	32,0	1,887	1,768	1,552	1,454
	2	36,6	35,6	38,2	30,3	1,766	1,671	1,400	1,324
	3	36,0	35,3	37,8	28,8	1,688	1,623	1,287	1,238
	4	37,1	35,8	38,6	29,3	1,833	1,706	1,391	1,295
8	1	38,0	35,4	39,3	30,0	1,957	1,699	1,494	1,297
	2	41,5	40,1	42,1	32,0	2,502	2,336	1,901	1,775
	3	38,5	37,3	39,7	29,7	2,029	1,905	1,518	1,425
	4	34,5	33,7	36,7	30,0	1,505	1,436	1,231	1,175

Sendo: DAP_{C/C} = diâmetro à altura do peito com casca; DAP_{S/C} = diâmetro à altura do peito sem casca; h = altura total; h₁₃ = altura comercial; v c/c = volume total com casca; v s/c = volume total sem casca; V_{13 C/C} = volume comercial com casca; V_{13 S/C} = volume comercial sem casca.

TABELA 48 – Valores das características dendrométricas das árvores médias.

Tratamento	Bloco	DAP _{C/C} (cm)	DAP _{S/C} (cm)	h (m)	h ₁₃ (m)	v c/c (m ³)	v s/c (m ³)	V _{13 C/C} (m ³)	V _{13 S/C} (m ³)
1	1	18,6	18,0	26,8	12,2	0,319	0,299	0,146	0,136
	2	21,4	21,1	28,3	13,0	0,447	0,434	0,205	0,200
	3	24,0	23,3	29,8	20,0	0,591	0,557	0,397	0,374
	4	20,5	19,6	27,8	14,0	0,403	0,368	0,203	0,186
2	1	23,8	23,1	29,7	17,3	0,579	0,546	0,338	0,318
	2	25,6	24,9	30,7	16,3	0,695	0,657	0,368	0,349
	3	23,0	22,2	29,2	16,5	0,533	0,496	0,301	0,280
	4	23,0	22,1	29,2	13,3	0,533	0,492	0,243	0,224
4	1	29,0	28,3	32,9	26,0	0,954	0,908	0,754	0,718
	2	28,6	27,9	32,6	27,4	0,920	0,876	0,773	0,736
	3	28,3	27,5	32,4	25,5	0,896	0,846	0,704	0,665
	4	27,2	26,2	31,7	23,8	0,810	0,751	0,607	0,563
8	1	36,6	36,5	38,2	31,0	1,766	1,756	1,432	1,424
	2	32,3	31,5	35,1	28,9	1,263	1,201	1,040	0,989
	3	37,0	36,1	38,5	29,5	1,819	1,732	1,393	1,326
	4	31,9	30,5	34,8	27,3	1,222	1,117	0,958	0,876

Sendo: DAP_{C/C} = diâmetro à altura do peito com casca; DAP_{S/C} = diâmetro à altura do peito sem casca; h = altura total; h₁₃ = altura comercial; v c/c = volume total com casca; v s/c = volume total sem casca; V_{13 C/C} = volume comercial com casca; V_{13 S/C} = volume comercial sem casca.

ANEXO 2. Valores das características tecnológicas das árvores dominantes e médias.

TABELA 49 – Valores das características tecnológicas das árvores dominantes.

Trat.	Bloco	$\rho_{b \text{ pond.}}$ (g/cm ³)	MS (kg)	Rtb (%)			Ar (%)		
				Cond. 1	Cond. 2	Cond. 3	Cond. 1	Cond. 2	Cond. 3
1	1	0,396	451,12	10,81	13,73	14,54	0,09	0,06	0,04
	2	0,395	537,39	26,28	27,06	29,79	0,14	0,08	0,10
	3	0,439	664,78	6,86	8,43	9,62	0,29	0,23	0,14
	4	0,404	469,27	8,49	10,51	11,64	0,23	0,14	0,23
2	1	0,401	591,35	17,68	20,85	21,76	0,34	0,33	0,45
	2	0,412	645,31	16,00	17,15	17,74	0,35	0,38	0,39
	3	0,431	499,45	22,15	31,67	32,51	0,63	0,76	0,82
	4	0,458	453,98	16,89	17,43	18,59	0,43	0,42	0,45
4	1	0,373	543,01	15,62	17,76	18,34	0,53	0,61	0,62
	2	0,419	555,28	12,18	13,51	14,04	0,51	0,54	0,55
	3	0,41	508,00	13,57	15,08	15,79	0,35	0,36	0,37
	4	0,447	578,99	8,60	9,84	10,95	0,19	0,15	0,16
8	1	0,415	538,80	9,08	13,59	14,35	0,36	0,34	0,27
	2	0,355	629,78	13,06	13,64	14,54	0,42	0,41	0,43
	3	0,417	594,86	6,80	9,07	9,78	0,36	0,33	0,25
	4	0,436	512,39	10,88	11,29	11,60	0,31	0,28	0,34

Onde: Trat. = tratamentos; $\rho_{b \text{ pond.}}$ = massa específica básica ponderada; MS = massa seca; Rtb = rachadura de topo das tábuas; Ar = arqueamento; Cond. 1 = desdobro; Cond. 2 = secagem ao ar; Cond. 3 = secagem na estufa.

TABELA 50 – Valores das características tecnológicas das árvores dominantes.

Trat.	Bloco	En (%)		Contração radial total (%)	Índice de nós/m ²	Diâmetro do maior nó (cm)
		Cond. 2	Cond. 3			
1	1	0,21	0,14	4,00	14,91	2,68
	2	0,13	0,10	3,86	7,25	2,01
	3	0,04	0,04	5,01	9,49	2,53
	4	0,08	0,03	4,96	8,83	2,43
2	1	0,21	0,17	3,63	11,35	2,36
	2	0,05	0,07	3,85	7,67	2,06
	3	0,07	0,07	5,36	9,38	1,72
	4	0,14	0,05	5,07	6,62	3,92
4	1	0,09	0,10	5,29	15,87	3,75
	2	0,19	0,18	4,36	6,11	2,42
	3	0,12	0,07	4,19	10,9	4,14
	4	0,37	0,19	5,45	11,92	2,24
8	1	0,14	0,09	3,85	17,97	3,90
	2	0,06	0,11	5,27	5,24	1,72
	3	0,10	0,12	4,26	7,32	2,43
	4	0,09	0,07	5,96	5,97	1,58

Onde: Trat. = tratamentos; En = encurvamento; Cond. 1 = desdobro; Cond. 2 = secagem ao ar; Cond. 3 = secagem na estufa; Índice de nós = razão entre somatório de número de nós e a área das tábuas analisadas.

TABELA 51 – Valores das características tecnológicas das árvores médias.

Trat.	Bloco	$\rho_{b \text{ pond.}}$ (g/cm ³)	MS (kg)	Rtb (%)			Ar (%)		
				Cond. 1	Cond. 2	Cond. 3	Cond. 1	Cond. 2	Cond. 3
1	1	0,394	53,60	8,21	8,49	9,59	0,96	0,92	0,99
	2	0,416	83,12	8,58	9,69	10,44	0,09	0,02	0,05
	3	0,407	152,25	8,57	9,99	10,72	0,11	0,09	0,08
	4	0,429	79,77	35,63	36,69	38,46	0,32	0,25	0,22
2	1	0,366	116,35	38,36	38,75	42,6	0,25	0,24	0,23
	2	0,385	134,29	7,66	8,99	9,65	0,35	0,30	0,28
	3	0,402	112,48	17,56	20,2	21,23	0,12	0,06	0,06
	4	0,414	92,78	4,95	6,23	6,9	0,52	0,49	0,49
4	1	0,445	319,64	42,24	46,58	47,83	0,11	0,09	0,10
	2	0,441	324,80	40,29	43,68	43,95	0,41	0,50	0,54
	3	0,413	274,35	19,7	17,47	19,26	0,33	0,36	0,53
	4	0,437	246,31	65,13	68,83	65,03	0,13	0,15	0,30
8	1	0,382	543,85	12,9	19,21	21,05	0,30	0,34	0,44
	2	0,378	373,41	22,24	23,56	23,78	0,69	0,64	0,78
	3	0,379	502,56	7,39	8,82	10,21	0,93	0,99	1,04
	4	0,433	378,90	11,23	12,23	13,63	0,41	0,39	0,37

Onde: Trat. = tratamentos; $\rho_{b \text{ pond.}}$ = massa específica básica ponderada; MS = massa seca; Rtb = rachadura de topo das tábuas; Ar = arqueamento; Cond. 1 = desdobro; Cond. 2 = secagem ao ar; Cond. 3 = secagem na estufa;

TABELA 52 – Valores das características tecnológicas das árvores médias.

Trat.	Bloco	En (%)		Contração radial total (%)	Índice de nós/m ²	Diâmetro do maior nó (cm)
		Cond. 2	Cond. 3			
1	1	0,16	0,14	4,35	5,47	2,34
	2	0,23	0,10	4,63	12,82	2,95
	3	0,14	0,09	5,59	22,47	3,03
	4	0,13	0,09	4,04	8,45	3,48
2	1	0,16	0,10	4,23	12,81	2,78
	2	0,33	0,23	4,56	14,56	2,92
	3	0,38	0,21	4,02	21,00	1,82
	4	0,00	0,00	5,52	18,95	4,19
4	1	0,21	0,16	5,01	7,54	2,12
	2	0,11	0,10	5,34	4,59	2,60
	3	0,07	0,08	4,75	5,00	3,55
	4	0,03	0,10	5,17	5,00	1,00
8	1	0,09	0,03	4,84	16,2	4,00
	2	0,13	0,09	4,11	5,18	2,91
	3	0,14	0,08	4,17	5,14	3,17
	4	0,10	0,06	4,89	8,46	4,00

Onde: Trat. = tratamentos; En = encurvamento; Cond. 1 = desdobro; Cond. 2 = secagem ao ar; Cond. 3 = secagem na estufa; Índice de nós = razão entre somatório de número de nós e a área das tábuas analisadas.

ANEXO 3. Análise dos resíduos em função dos parâmetros dendrométricos.

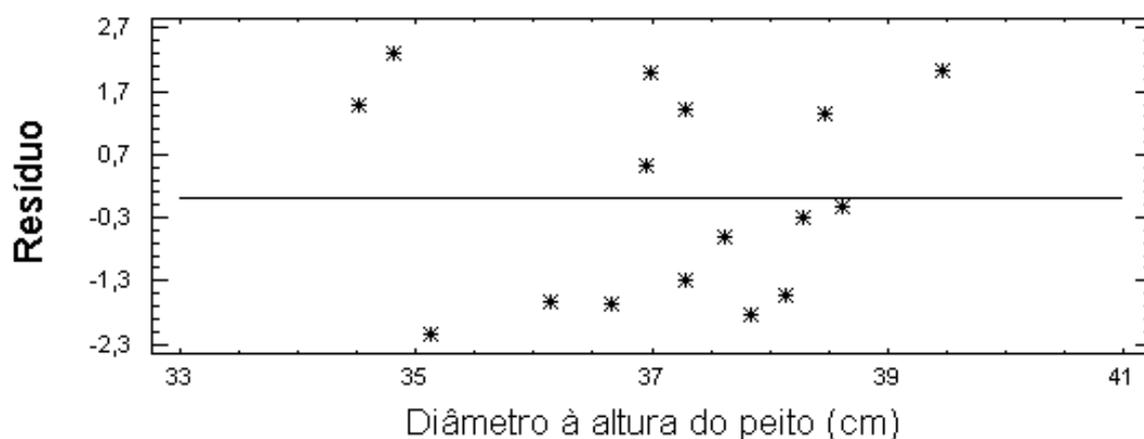


FIGURA 17 – Distribuição gráfica de resíduos em função do diâmetro à altura do peito das árvores dominantes, aos 14 anos de idade.

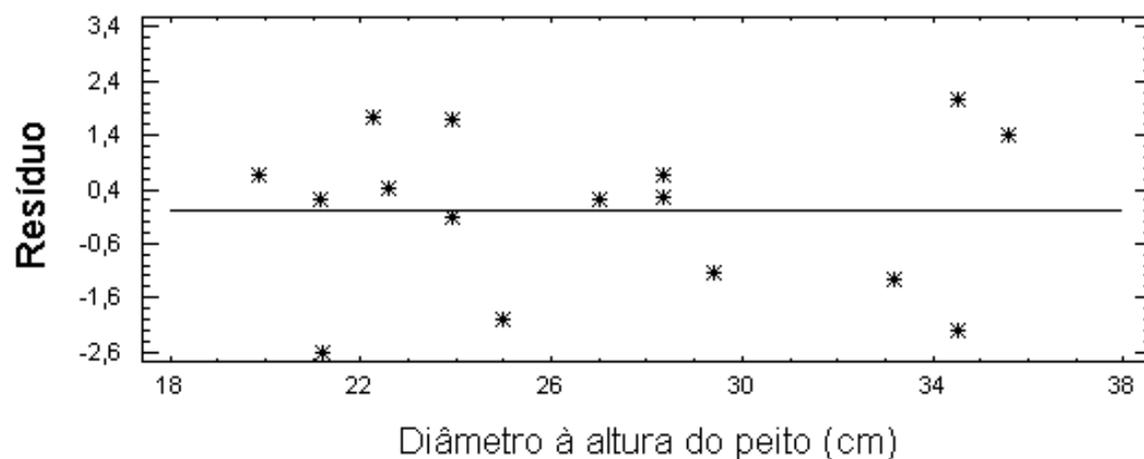


FIGURA 18 – Distribuição gráfica de resíduos em função do diâmetro à altura do peito das árvores médias, aos 14 anos de idade.

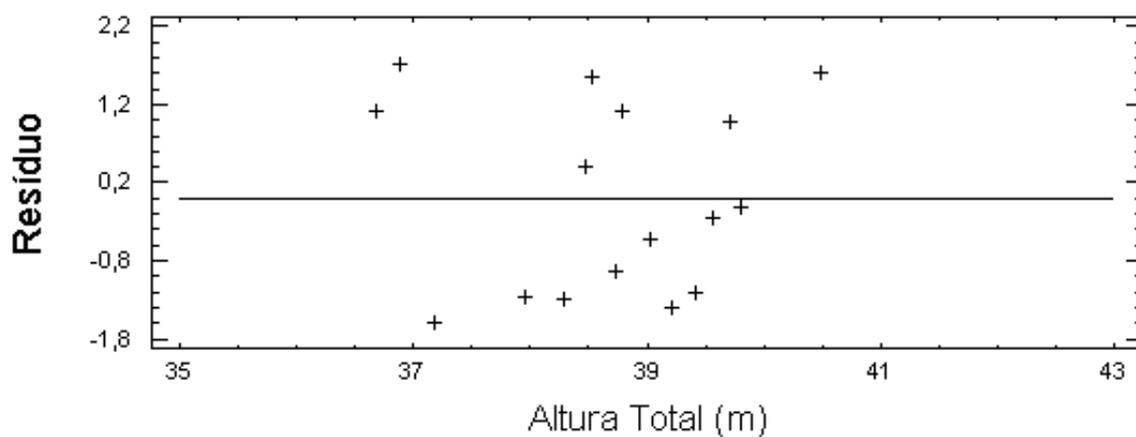


FIGURA 19 – Distribuição gráfica de resíduos em função da altura total das árvores dominantes, aos 14 anos de idade.

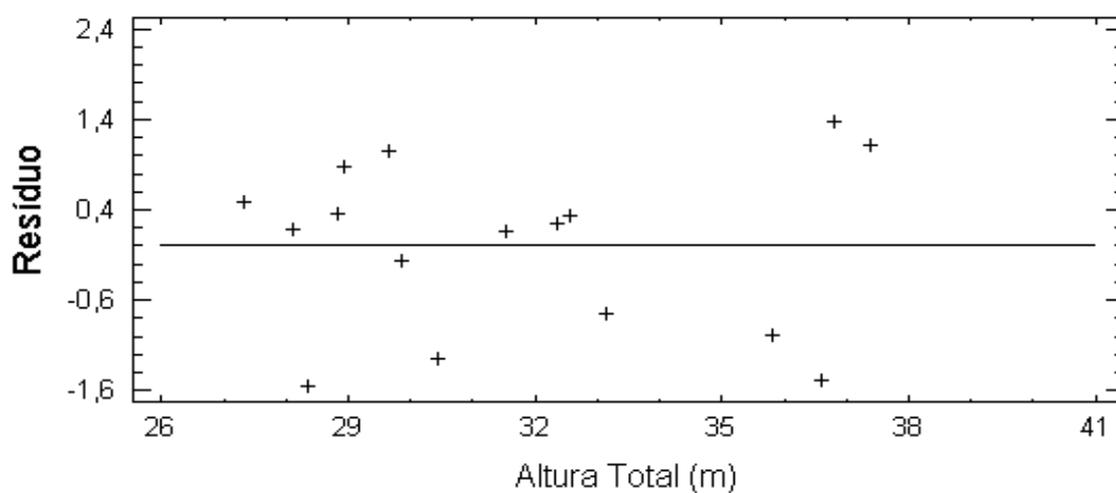


FIGURA 20 – Distribuição gráfica de resíduos em função da altura total das árvores médias, aos 14 anos de idade.

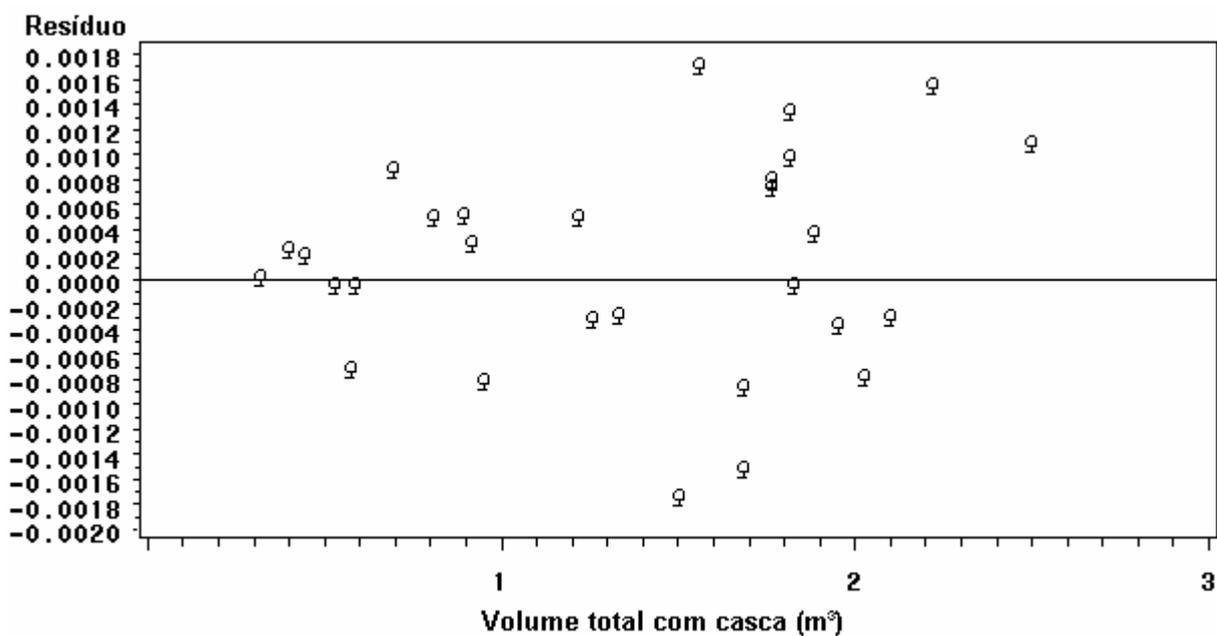


FIGURA 21 – Distribuição gráfica de resíduos em função do volume total com casca das árvores dominantes e médias, aos 14 anos de idade.

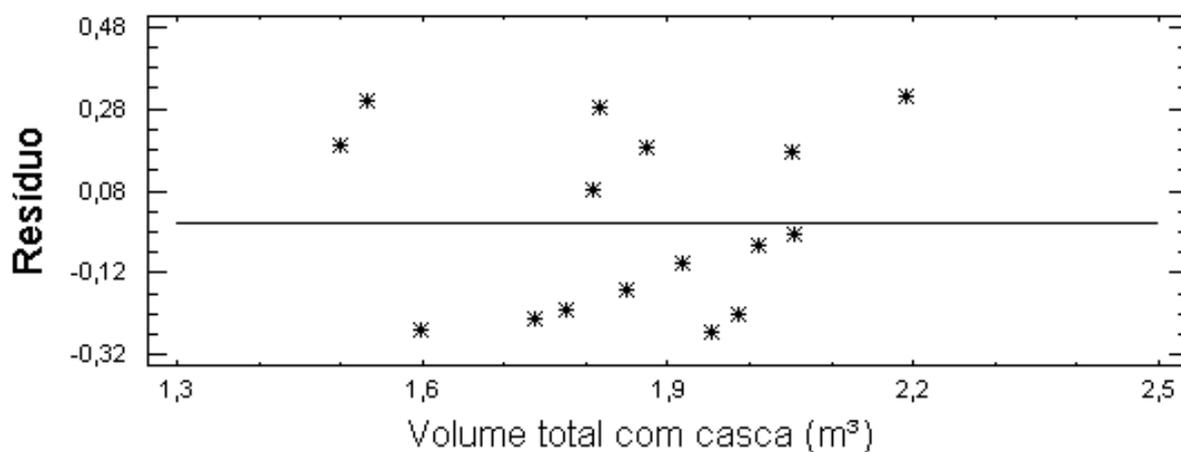


FIGURA 22 – Distribuição gráfica de resíduos em função do volume total com casca das árvores dominantes, aos 14 anos de idade.

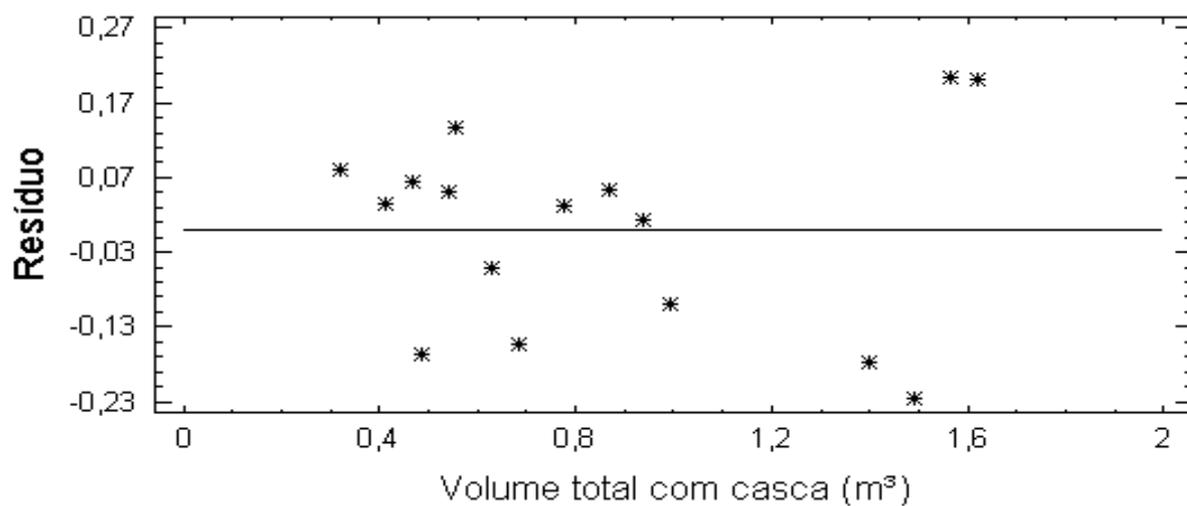


FIGURA 23 – Distribuição gráfica de resíduos em função do volume total com casca das árvores médias, aos 14 anos de idade.

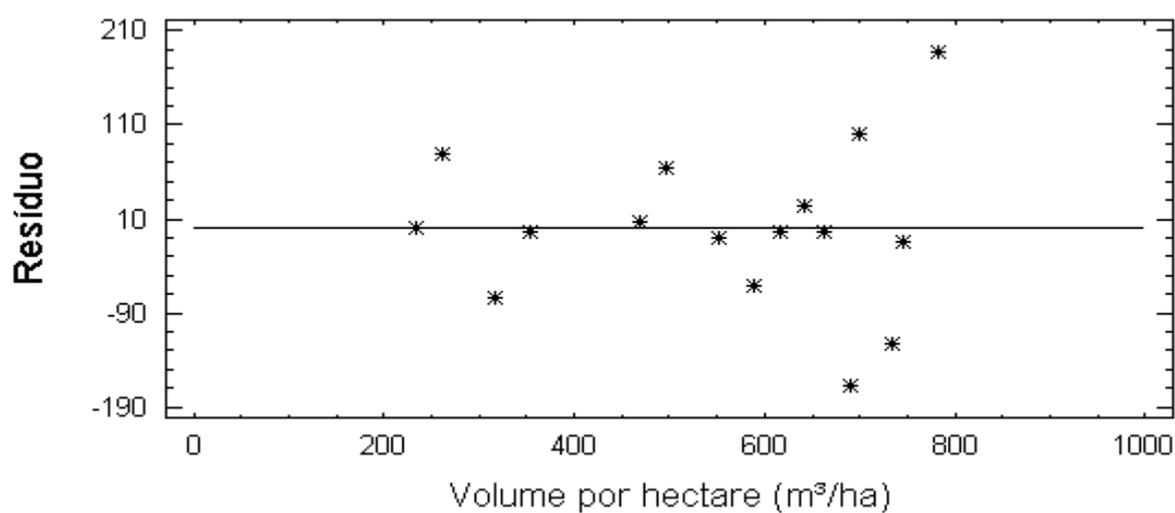


FIGURA 24 – Distribuição gráfica de resíduos em função da produção em volume por hectare das árvores médias, aos 14 anos de idade.

ANEXO 4. Análise dos resíduos em função dos parâmetros tecnológicos.

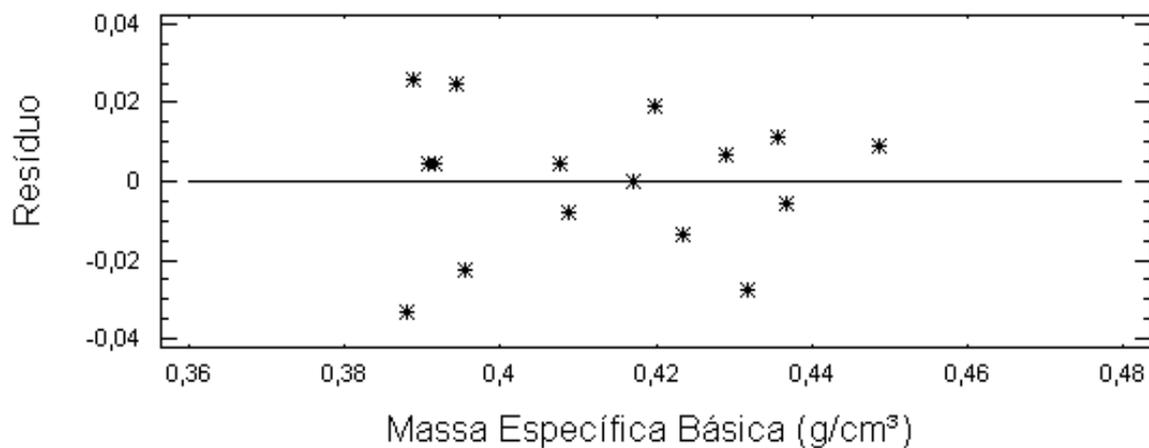


FIGURA 25 – Distribuição gráfica de resíduos em função da massa específica básica ponderada das árvores dominantes, aos 14 anos de idade.

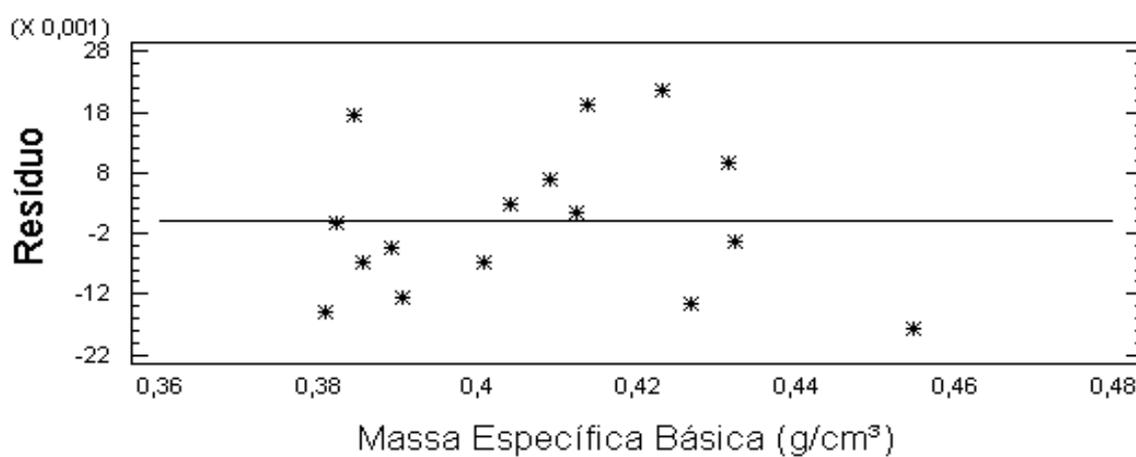


FIGURA 26 – Distribuição gráfica de resíduos em função da massa específica básica ponderada das árvores médias, aos 14 anos de idade.

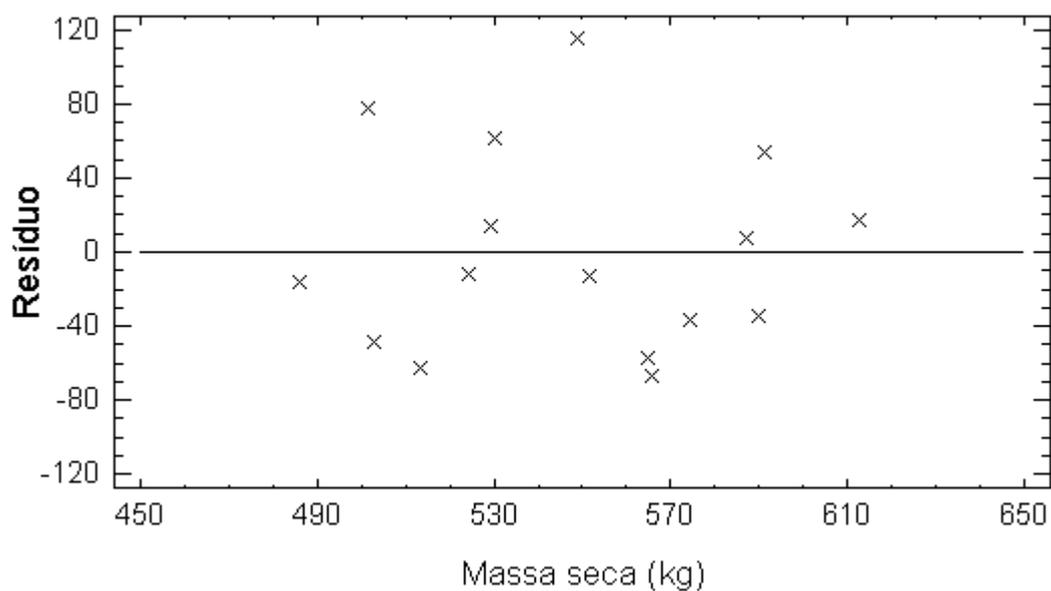


FIGURA 27 – Distribuição gráfica de resíduos em função da massa seca das árvores dominantes, aos 14 anos de idade.

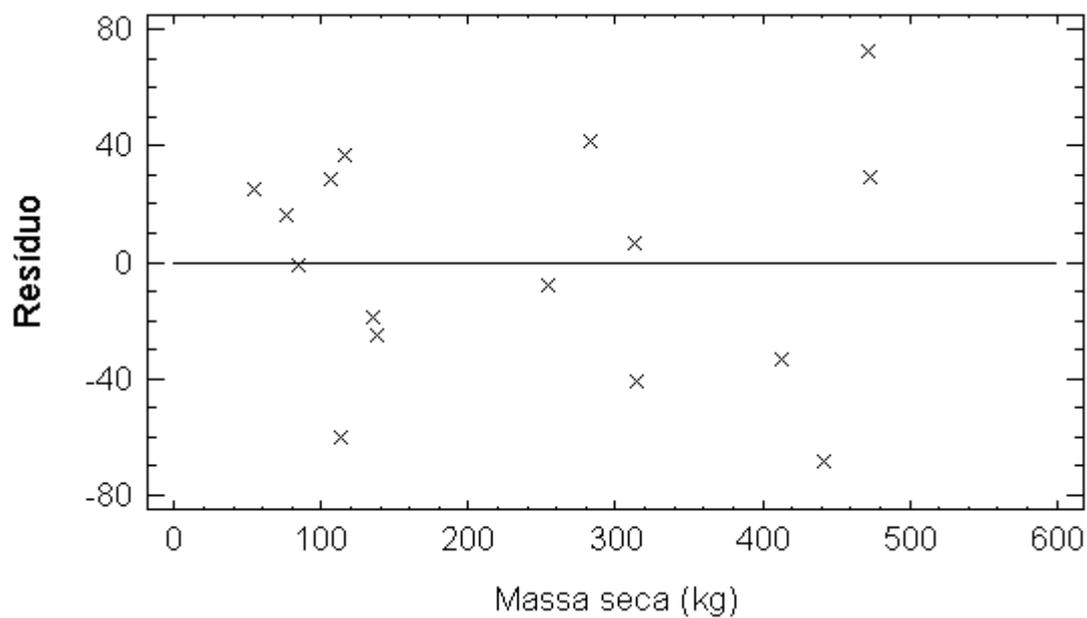


FIGURA 28 – Distribuição gráfica de resíduos em função da massa seca das árvores médias, aos 14 anos de idade.

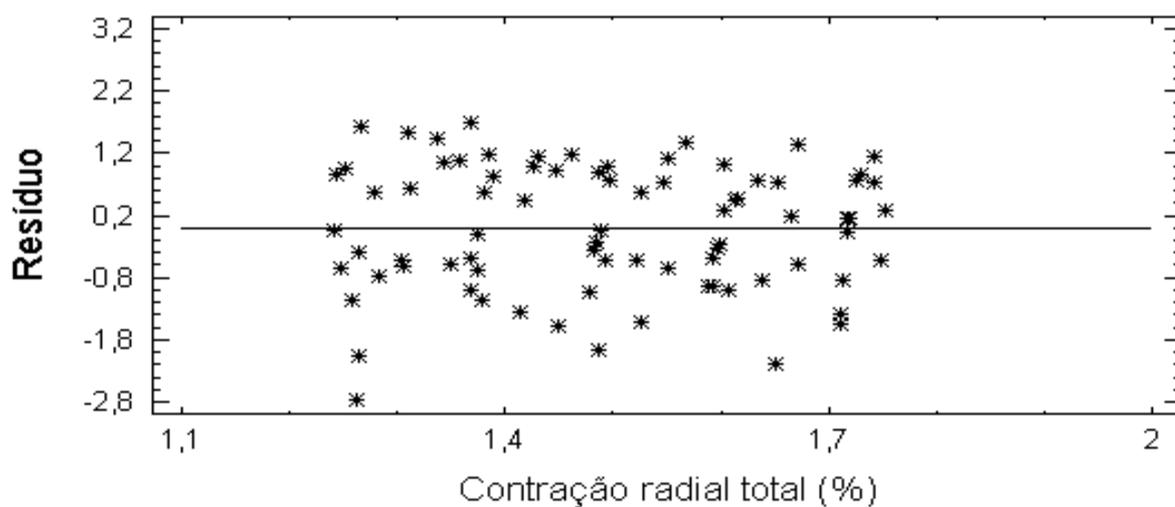


FIGURA 29 – Distribuição gráfica de resíduos em função da contração total radial das árvores dominantes, aos 14 anos de idade.

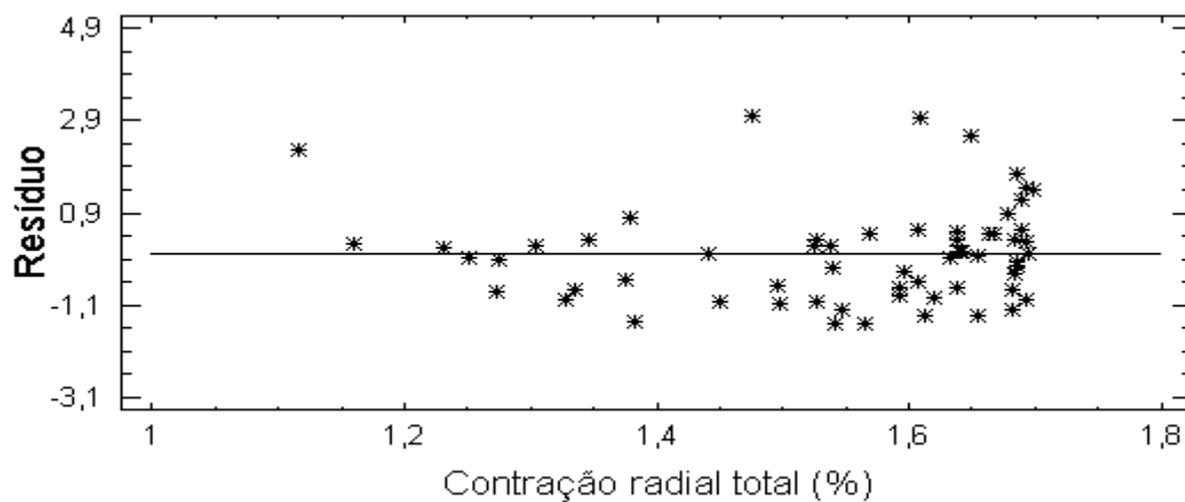


FIGURA 30 – Distribuição gráfica de resíduos em função da contração radial total das árvores médias, aos 14 anos de idade.

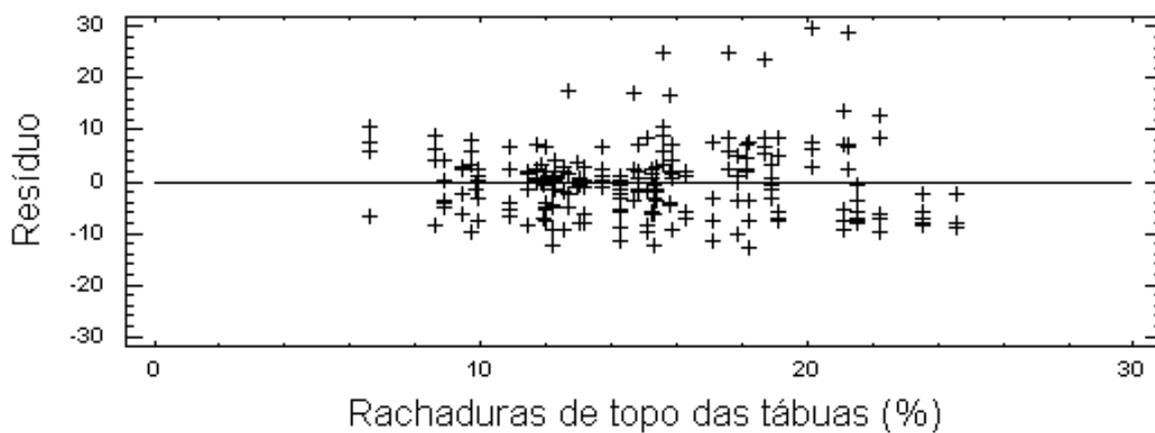


FIGURA 31 – Distribuição gráfica de resíduos em função das rachaduras de topo das tábuas das árvores dominantes, aos 14 anos de idade.

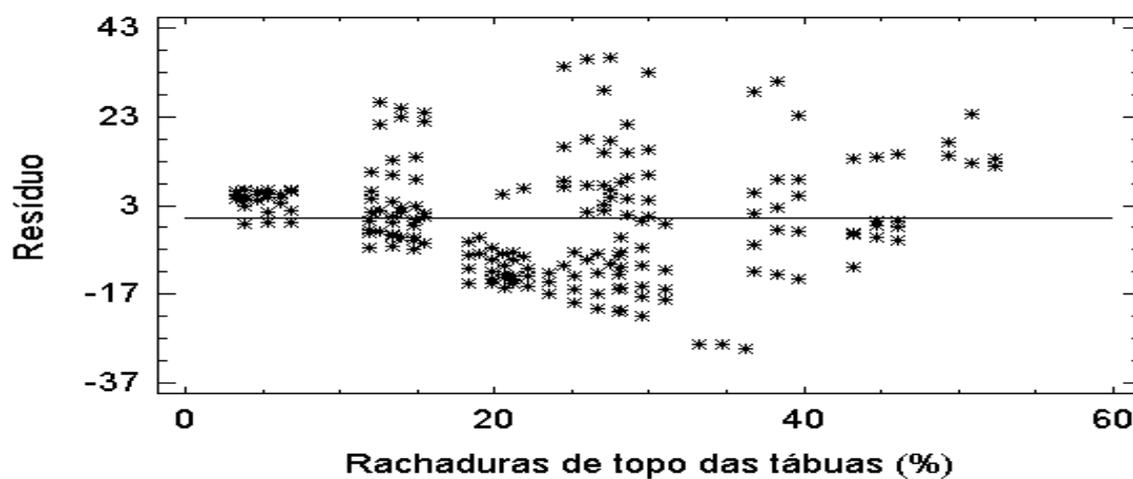


FIGURA 32 – Distribuição gráfica de resíduos em função das rachaduras de topo das tábuas das árvores médias, aos 14 anos de idade.

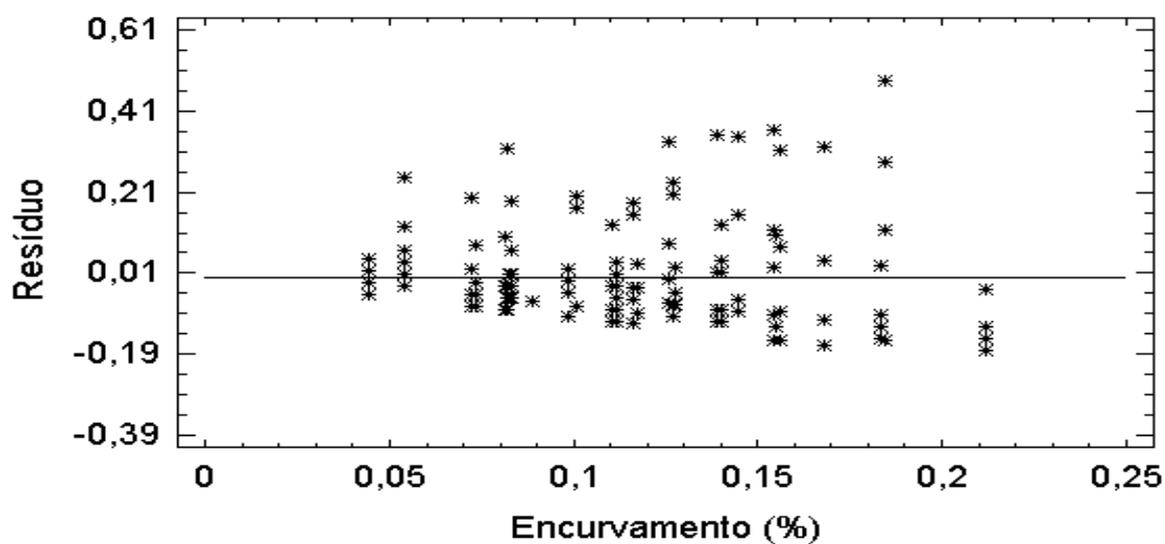


FIGURA 33 – Distribuição gráfica de resíduos em função do encurvamento das tábuas das árvores dominantes, aos 14 anos de idade.

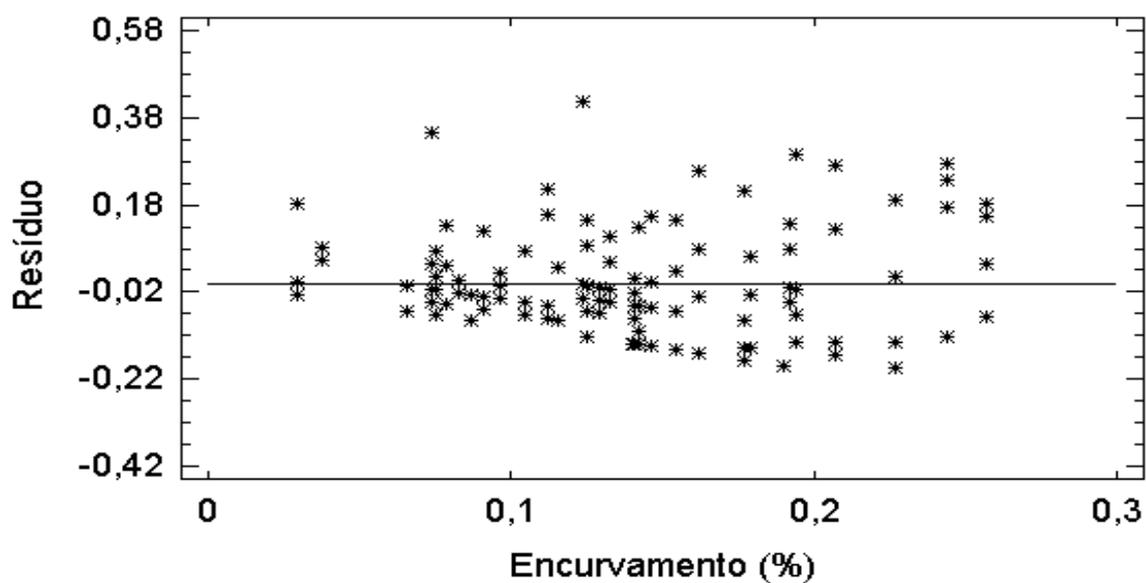


FIGURA 34 – Distribuição gráfica de resíduos em função do encurvamento das tábuas das árvores médias, aos 14 anos de idade.

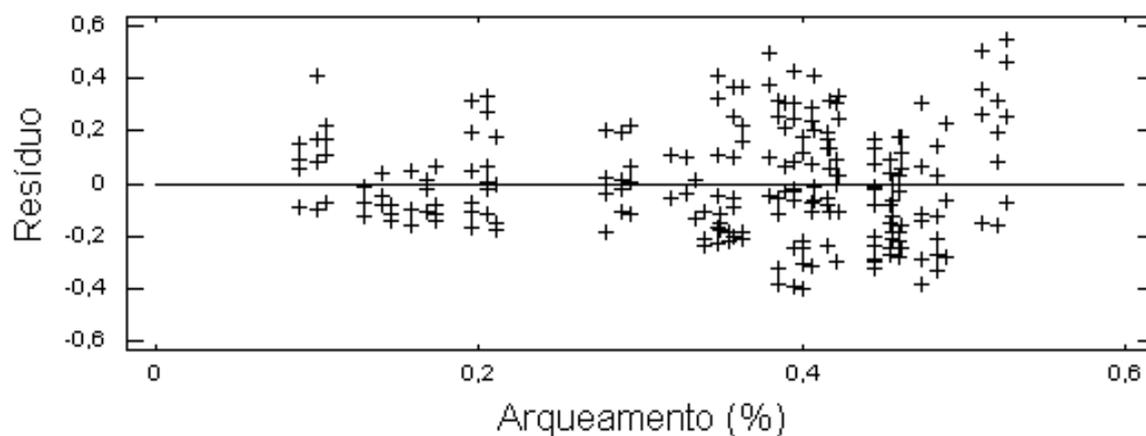


FIGURA 35 – Distribuição gráfica de resíduos em função do arqueamento das tábuas das árvores dominantes, aos 14 anos de idade.

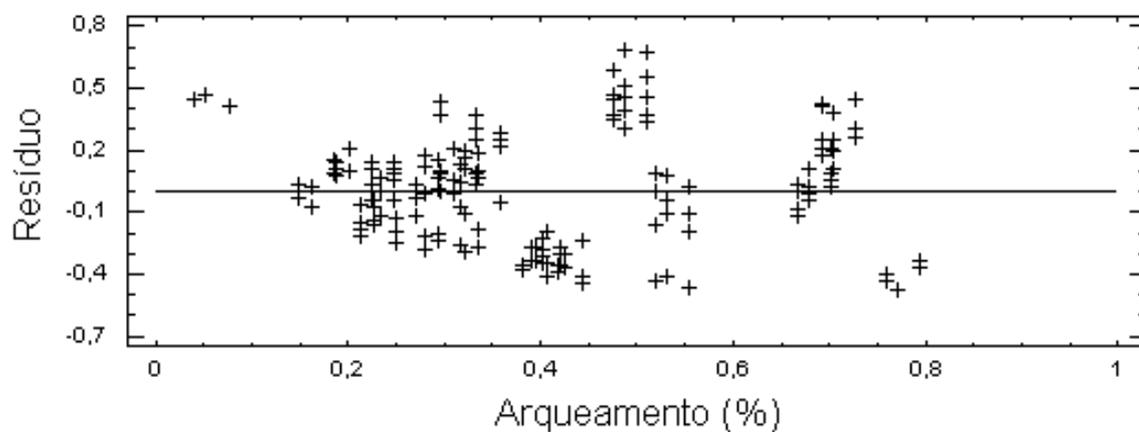


FIGURA 36 – Distribuição gráfica de resíduos em função do arqueamento das tábuas das árvores médias, aos 14 anos de idade.

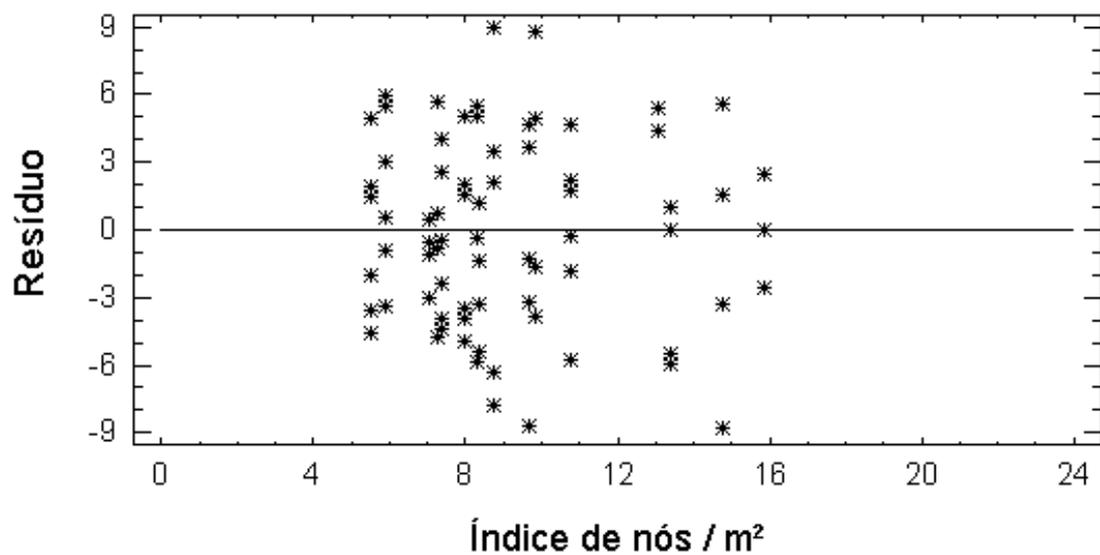


FIGURA 37 – Distribuição gráfica de resíduos em função do índice de nós por metro quadrado das tábuas das árvores dominantes, aos 14 anos de idade.

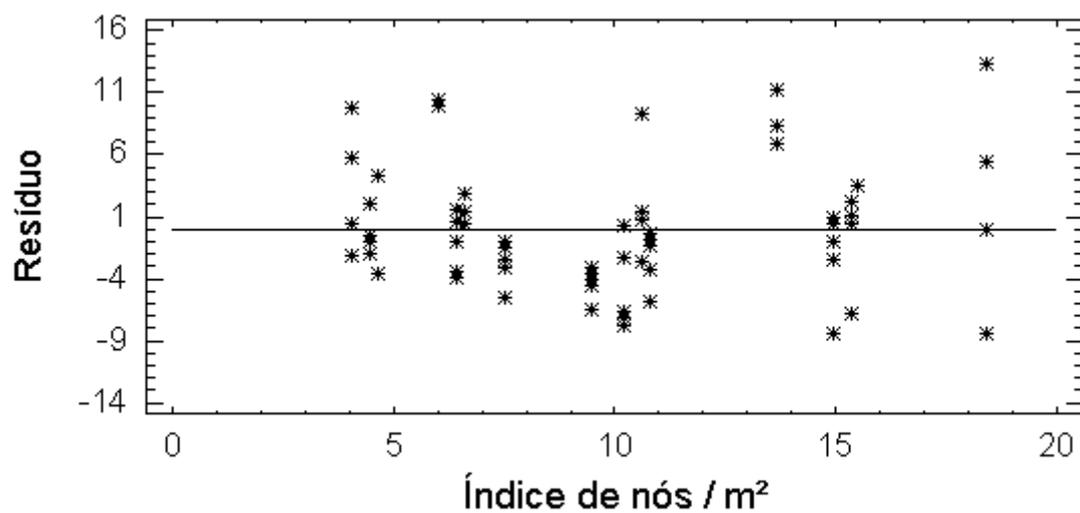


FIGURA 38 – Distribuição gráfica de resíduos em função do índice de nós por metro quadrado das tábuas das árvores médias, aos 14 anos de idade.

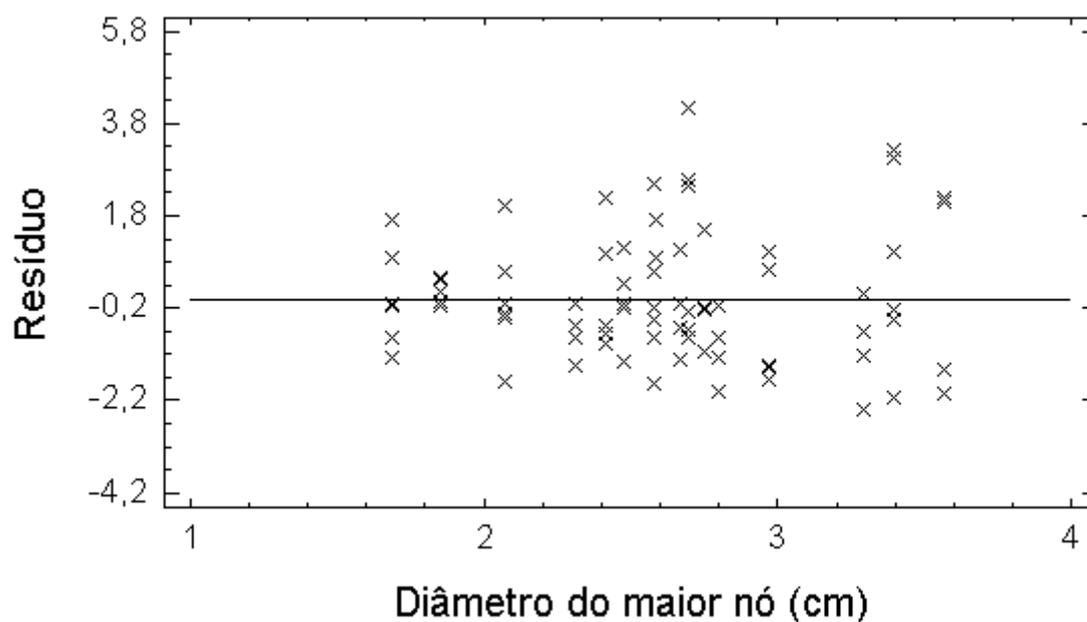


FIGURA 39 – Distribuição gráfica de resíduos em função do diâmetro do maior nó das tábuas das árvores dominantes, aos 14 anos de idade.

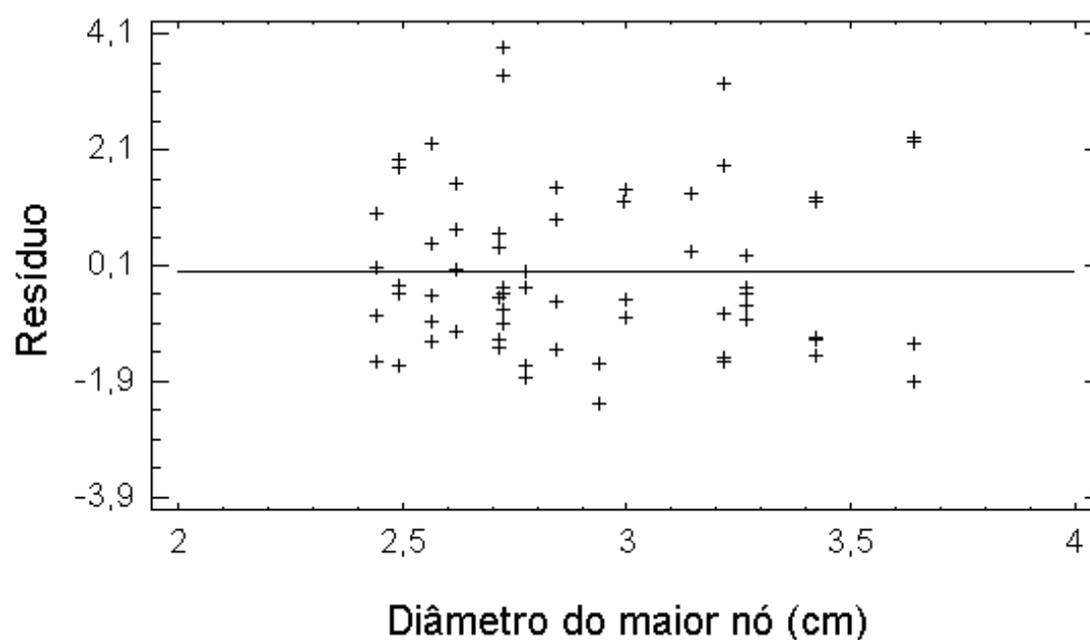


FIGURA 40 – Distribuição gráfica de resíduos em função do diâmetro do maior nó das tábuas das árvores médias, aos 14 anos de idade.