

KARINA PULROLNIK

**CRESCIMENTO, DINÂMICA DE COPA E QUALIDADE DA MADEIRA  
PARA SERRARIA DE CLONE DE *Eucalyptus grandis* [HILL EX MAIDEN]  
SUBMETIDO À DESRAMA ARTIFICIAL**

Tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das Exigências do Programa de Pós-Graduação em Ciência Florestal, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

VIÇOSA  
MINAS GERAIS – BRASIL  
2002

**Ficha catalográfica preparada pela Seção de Catalogação e  
Classificação da Biblioteca Central da UFV**

T

P982c  
2002

Pulrolnik, Karina, 1977-

Crescimento, dinâmica de copa e qualidade da madeira para serraria de clone de *Eucalyptus grandis* [ HILL EX MAIDEN ] submetido à desrama artificial / Karina Pulrolnik. – Viçosa : UFV, 2002.

96p. : il.

Orientador: Geraldo Gonçalves dos Reis  
Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Viçosa

1. *Eucalyptus grandis* - Clonagem. 2. *Eucalyptus grandis*. Crescimento - Efeito da desrama. 3. *Eucalyptus grandis* - Índice de área foliar - Estimativas. 4. Madeira serrada - Qualidade. I. Universidade Federal de Viçosa. II. Título.

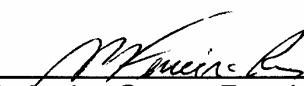
CDO adapt. CDD 634.9232328

KARINA PULROLNIK

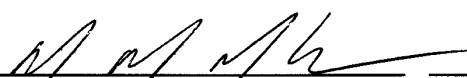
**CRESCIMENTO, DINÂMICA DE COPA E QUALIDADE DA MADEIRA PARA  
SERRARIA DE CLONE DE *Eucalyptus grandis* [HILL EX MAIDEN]  
SUBMETIDO À DESRAMA ARTIFICIAL**

Tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das Exigências do Programa de Pós-Graduação em Ciência Florestal, para obtenção do título de "Magister Scientiae".

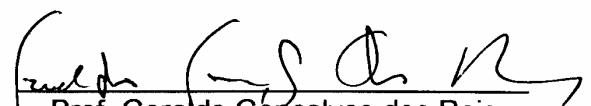
APROVADA: 4 de novembro de 2002.

  
\_\_\_\_\_  
Prof.<sup>a</sup> Maria das Graças Ferreira Reis  
(Conselheira)

  
\_\_\_\_\_  
Prof. Eldo Antônio Monteiro da Silva  
(Conselheiro)

  
\_\_\_\_\_  
Prof. José Eduardo M. Pezopane

  
\_\_\_\_\_  
Prof. Benedito Rocha Vital

  
\_\_\_\_\_  
Prof. Gerardo Gonçalves dos Reis  
(Orientador)

*A minha mãe (in memoriam) e ao meu pai,  
com eterna gratidão.*

## AGRADECIMENTOS

Aos meus pais, pelo constante apoio e estímulo.

À Universidade Federal de Viçosa, em especial ao Departamento de Engenharia Florestal, e à Coordenação de Aperfeiçoamento do Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela oportunidade concedida e pelo apoio financeiro.

À Companhia Agrícola Santa Bárbara, pela oportunidade dada para a realização deste trabalho.

Aos professores Geraldo Gonçalves dos Reis e Maria das Graças Ferreira Reis pela confiança, pela orientação, pelas críticas e pela amizade.

Ao professor Eldo Antônio Monteiro da Silva, pela amizade, pela atenção e pelas valiosas sugestões.

Ao professor Paulo Roberto Cecon, pela atenção prestada e pela colaboração no desenvolvimento do presente trabalho.

Ao meu marido André, sempre presente, pelo carinho, estímulo e companheirismo.

À minha filha Mariana, pela alegria e pelo carinho.

Aos meus irmãos Cláudia e Luciano, pela confiança e pelo apoio.

Aos meus sogros Regina e Antônio Luiz, pela amizade e apoio.

A toda equipe de pós-graduação e graduação do Laboratório de Ecologia e Fisiologia Florestal, pela amizade, pelo convívio, pelo auxílio e

pelo esforço na coleta de dados, especialmente Ana Paula, José Humberto, José Eduardo, Cassiano, Moacir, Pedro, Crodoaldo, Fernanda, SÍvia, Henrique, Rogério, Ivan, Marco Antônio e Jonathan.

Aos colegas de pós-graduação Thelma, Miranda, Márcio, Elzimar, Kellen e Rosana e aos amigos Merielen, Claudinha, Luciana, Nelci, Guilherme e Viviane, pela amizade e pelo apoio.

Aos demais professores e colegas da pós-graduação do Departamento de Engenharia Florestal, que, pela amizade e pelo incentivo, contribuíram para que este trabalho se tornasse realidade.

Aos funcionários do DEF/UFV, Ritinha, Imaculada, Frederico, Chiquinho, Ednilton e Neusa, pelo auxílio e pela colaboração.

Aos funcionários de campo da CAF – Santa Bárbara, especialmente ao Zezé, Marcílio, Euzébio e Roosevelt, que, com esforço e dedicação, contribuíram para que este trabalho se concretizasse.

## **BIOGRAFIA**

KARINA PULROLNIK, filha de Mariano Pulrolnik e Nelci Elzira Pulrolnik, nasceu na cidade de Santa Rosa-RS, no dia 9 de março de 1977.

Cursou o primeiro e segundo graus na Escola da Paz, em Santa Rosa-RS.

Em fevereiro de 2000, graduou-se em Engenharia Florestal, pela Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria-RS, iniciando o curso de pós-graduação em Ciência Florestal na Universidade Federal de Viçosa em março de 2000.

## CONTEÚDO

	<b>Página</b>
LISTA DE QUADROS .....	ix
LISTA DE FIGURAS .....	xiv
RESUMO.....	xx
ABSTRACT.....	xxii
1. INTRODUÇÃO GERAL.....	1
2. OBJETIVOS .....	3
2.1. Geral.....	3
2.2. Específicos .....	3
CAPÍTULO 1 .....	4
CRESCIMENTO DE PLANTAS DE CLONE DE <i>Eucalyptus grandis</i> [HILL EX MAIDEN] SUBMETIDAS A DIFERENTES TRATAMENTOS DE DESRAMA ARTIFICIAL, NA REGIÃO DE CERRADO, EM ABAETÉ-MG .....	4
1. INTRODUÇÃO.....	4
2. REVISÃO DE LITERATURA .....	6



	<b>Página</b>
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	14
3.1. Instalação do experimento .....	14
3.2. Coleta de dados.....	17
3.2.1. Crescimento em diâmetro e altura .....	17
3.2.2. Estimativa do índice de área foliar (IAF).....	19
3.2.3. Medição da radiação fotossinteticamente ativa .....	19
3.2.4. Arquitetura da copa .....	21
3.3. Análise dos dados .....	24
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	25
4.1. Crescimento em diâmetro .....	25
4.2. Crescimento em altura.....	33
4.3. Produção volumétrica .....	39
4.4. Índice de área foliar (IAF).....	44
4.5. Transmissividade da PAR.....	52
5. RESUMO E CONCLUSÕES .....	54
CAPÍTULO 2.....	56
QUALIDADE DA MADEIRA SERRADA DE PLANTAS DE CLONE 24504 DE <i>Eucalyptus grandis</i> [HILL EX MAIDEN] SUBMETIDAS A DESRAMA ARTIFICIAL.....	56
1. INTRODUÇÃO.....	56
2. REVISÃO DE LITERATURA .....	58
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	64
3.1. Avaliação da conicidade.....	64
3.2. Avaliação da cicatrização dos ferimentos provenientes da desrama.....	65
3.2.1. Avaliação externa da cicatrização.....	65
3.2.2. Avaliação interna da cicatrização.....	67
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	70
4.1. Avaliação da conicidade.....	70
4.2. Avaliação da cicatrização.....	75
4.2.1. Avaliação externa da cicatrização.....	75
4.4.2. Avaliação interna da cicatrização.....	81
5. RESUMO E CONCLUSÕES .....	86

	<b>Página</b>
3. CONCLUSÕES GERAIS .....	88
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	89

## LISTA DE QUADROS

	<b>Página</b>	
<b>CAPÍTULO 1</b>		
1	Altura da desrama (m) a partir do solo aplicada em plantas do clone 24504 de <i>Eucalyptus grandis</i> , com a primeira intervenção em julho de 2000, aos 20 meses de idade (primeira época de desrama) e em março de 2001, aos 28 meses de idade (segunda época de desrama), em Abaeté-MG.....	15
2	Resultados da análise química do solo do experimento nas profundidades de 0-20 e 20-40 cm, em Abaeté-MG.....	17
3	Idade das plantas em que ocorreu coleta de dados e sua correspondência com meses/anos .....	24
4	Resumo da análise de variância do diâmetro à altura do peito (cm) de plantas do clone 24504 de <i>Eucalyptus grandis</i> , submetidas à primeira intervenção de desrama aos 20 meses de idade (primeira época de desrama), em Abaeté-MG.....	26
5	Diâmetro médio à altura do peito (cm), em diferentes idades, de plantas do clone 24504 de <i>Eucalyptus grandis</i> , submetidas à primeira intervenção de desrama aos 20 meses de idade (primeira época de desrama), em Abaeté-MG.....	26

6	Equações selecionadas para estimar o diâmetro à altura do peito (DAP), em cm, de plantas do clone 24504 de <i>Eucalyptus grandis</i> , submetidas à primeira intervenção de desrama aos 20 meses de idade (primeira época de desrama), em função da idade (I), (meses), em Abaeté-MG...	27
7	Resumo da análise de variância do diâmetro à altura do peito (cm), de plantas do clone 24504 de <i>Eucalyptus grandis</i> , submetidas à primeira intervenção de desrama aos 28 meses de idade (segunda época de desrama), em Abaeté-MG.....	30
8	Diâmetro médio à altura do peito (cm), em diferentes idades de plantas do clone 24504 de <i>Eucalyptus grandis</i> , submetidas à primeira intervenção de desrama aos 28 meses de idade (segunda época de desrama), em função da idade (meses), em Abaeté-MG .....	30
9	Equações selecionadas para estimar o diâmetro à altura do peito (DAP), em cm, de plantas do clone 24504 de <i>Eucalyptus grandis</i> , submetidas à primeira intervenção de desrama aos 28 meses de idade (segunda época de desrama), em função da idade (I) (meses), em Abaeté-MG ....	31
10	Resumo da análise de variância da altura (m) de plantas do clone 24504 de <i>Eucalyptus grandis</i> , submetidas à primeira intervenção de desrama aos 20 meses de idade (primeira época de desrama), em função da idade (I) (meses), em Abaeté-MG.....	33
11	Altura média (m), em diferentes idades de plantas do clone 24504 de <i>Eucalyptus grandis</i> , submetidas à primeira intervenção de desrama aos 20 meses de idade (primeira época de desrama), em Abaeté-MG .....	34
12	Equações selecionadas para estimar a altura (m), de plantas do clone 24504 de <i>Eucalyptus grandis</i> submetidas à primeira intervenção de desrama aos 20 meses de idade (primeira época de desrama), em função da idade (I) (meses), em Abaeté-MG.....	34
13	Resumo da análise de variância da altura (m), em diferentes idades, de plantas do clone 24504 de <i>Eucalyptus grandis</i> submetidas à primeira intervenção de desrama aos 28 meses de idade (segunda época de desrama), em função da idade (meses), em Abaeté-MG .....	36

14	Altura média (m), em diferentes idades, de plantas do clone 24504 de <i>Eucalyptus grandis</i> , submetidas à primeira intervenção de desrama aos 28 meses de idade (segunda época de desrama), em Abaeté-MG .....	36
15	Equações selecionadas para estimar a altura (m) de plantas do clone 24504 de <i>Eucalyptus grandis</i> submetidas à primeira intervenção de desrama aos 28 meses de idade (segunda época de desrama), em função da idade (I) (meses), em Abaeté-MG.....	37
16	Resumo da análise de variância do volume (m <sup>3</sup> /árvore) de plantas do clone 24504 de <i>Eucalyptus grandis</i> , submetidas à primeira intervenção de desrama aos 20 meses de idade (primeira época de desrama), em Abaeté-MG .....	39
17	Volume médio (m <sup>3</sup> /árvore), em diferentes idades de plantas do clone 24504 de <i>Eucalyptus grandis</i> , submetidas à primeira intervenção de desrama aos 20 meses de idade (primeira época de desrama), em Abaeté-MG .....	39
18	Equações selecionadas para estimar o volume (V), (m <sup>3</sup> /árvore), em diferentes idades de plantas do clone 24504 de <i>Eucalyptus grandis</i> , submetidas à primeira intervenção de desrama aos 20 meses de idade (primeira época de desrama), em função da idade (I) (meses), em Abaeté-MG ....	40
19	Resumo da análise de variância do volume (m <sup>3</sup> /árvore), de plantas do clone 24504 de <i>Eucalyptus grandis</i> , submetidas à primeira intervenção de desrama aos 28 meses de idade (segunda época de desrama), em Abaeté-MG .....	42
20	Volume médio (m <sup>3</sup> /árvore), em diferentes idades de plantas do clone 24504 de <i>Eucalyptus grandis</i> , submetidas à primeira intervenção de desrama aos 28 meses de idade (segunda época de desrama), em Abaeté-MG .....	42
21	Equações selecionadas para estimar o volume (V), em m <sup>3</sup> /árvore, de plantas do clone 24504 de <i>Eucalyptus grandis</i> submetidas à primeira intervenção de desrama aos 28 meses de idade (segunda época de desrama), em função da idade (I) (meses), em Abaeté-MG.....	42
22	Resumo da análise de variância do índice de área foliar de plantas do clone 24504 de <i>Eucalyptus grandis</i> submetidas à primeira intervenção de desrama aos 20 meses de idade (primeira época), em Abaeté-MG.....	45

23	Índice de área foliar médio, em diferentes idades de plantas do clone 24504 de <i>Eucalyptus grandis</i> submetidas à primeira intervenção de desrama aos 20 meses de idade (primeira época), em Abaeté-MG.....	45
24	Resumo da análise de variância do índice de área foliar de plantas do clone 24504 de <i>Eucalyptus grandis</i> submetidas à primeira intervenção de desrama aos 28 meses de idade (segunda época), em Abaeté-MG.....	50
25	Médias do índice de área foliar, em diferentes idades de plantas do clone 24504 de <i>Eucalyptus grandis</i> submetidas à primeira intervenção de desrama aos 28 meses de idade (segunda época), em Abaeté-MG.....	50
26	Resumo da análise de variância da transmissividade da radiação fotossinteticamente ativa (%) de plantas do clone 24504 de <i>Eucalyptus grandis</i> submetidas à primeira intervenção de desrama aos 28 meses de idade (segunda época), em Abaeté-MG.....	52
27	Transmissividade da radiação fotossinteticamente ativa média (%), em diferentes idades de plantas do clone 24504 de <i>Eucalyptus grandis</i> submetidas à primeira intervenção de desrama aos 28 meses de idade (segunda época), em Abaeté-MG.....	53

## CAPÍTULO 2

1	Altura da desrama (m) a partir do solo aplicada em plantas do clone 24504, de <i>Eucalyptus grandis</i> , com a primeira intervenção em julho de 2000, aos 20 meses de idade (primeira época de desrama), e em março de 2001, aos 28 meses de idade (segunda época de desrama), em Abaeté-MG.....	65
2	Resumo da análise de variância da conicidade (%) de segmentos do tronco até a altura de 3,30 m, avaliada aos 23 e 40 meses em plantas do clone 24504 de <i>Eucalyptus grandis</i> submetidas à primeira intervenção de desrama aos 20 meses de idade (primeira época de desrama), em Abaeté-MG.....	71
3	Conicidade (%) de segmentos do tronco até a altura de 3,30 m, avaliada aos 23 e 40 meses em plantas do clone 24504 de <i>Eucalyptus grandis</i> , submetidas à primeira intervenção de desrama aos 20 meses de idade (primeira época de desrama), em função da idade, em Abaeté-MG.....	71

4	Resumo da análise de variância da conicidade (%) de segmentos do tronco até a altura de 3,30m, avaliada aos 40 meses de idade, em plantas do clone 24504 de <i>Eucalyptus grandis</i> submetidas à primeira intervenção de desrama aos 28 meses de idade (segunda época de desrama), em Abaeté-MG.....	74
5	Conicidade (%) de segmentos do tronco até a altura de 3,30 m, avaliada aos 40 meses de idade, por estrato de altura, de plantas do clone 24504 de <i>Eucalyptus grandis</i> , submetidas à primeira intervenção de desrama aos 28 meses de idade (segunda época de desrama), em Abaeté-MG.....	74
6	Avaliação da cicatrização interna dos ferimentos causados pela desrama realizada em duas épocas, em duas idades diferentes após a aplicação de desrama em plantas do clone 24504 de <i>Eucalyptus grandis</i> , em Abaeté-MG .....	82

## LISTA DE FIGURAS

	<b>Página</b>
<b>CAPÍTULO 1</b>	
1	Croqui de localização dos pontos de medição do índice de área foliar na linha e na entrelinha de plantio, medidos a 0,50 m de altura do solo, a 0,75 e 1,5 m de distância do tronco ..... 20
2	Croqui de localização da medição da radiação fotossinteticamente ativa, mostrando o posicionamento dos sensores na linha e na entrelinha de plantio ..... 22
3	Croqui de medição do raio de copa, em oito posições, a partir do fuste da árvore até o final da projeção da extensão do galho de maior comprimento, seguindo a linha e entrelinha e suas bissetrizes ..... 23
4	Curvas de crescimento em diâmetro à altura do peito (cm) de plantas do clone 24504 de <i>Eucalyptus grandis</i> submetidas à primeira intervenção de desrama aos 20 meses de idade, em função da idade (em meses), em Abaeté-MG ..... 28
5	Incremento periódico (IP) do crescimento em diâmetro à altura do peito (DAP), em cm, de plantas do clone 24504 de <i>Eucalyptus grandis</i> , submetidas à primeira intervenção de desrama aos 20 meses de idade (primeira época de desrama), em função da idade (meses), em Abaeté-MG ..... 28



	<b>Página</b>
6 Precipitação (mm) de julho de 2000 a março de 2002, na região de Abaeté-MG .....	29
7 Curvas de crescimento em diâmetro à altura do peito (DAP), em cm, de plantas do clone 24504 de <i>Eucalyptus grandis</i> submetidas à primeira intervenção de desrama aos 28 meses de idade (segunda época de desrama), em função da idade (meses), em Abaeté-MG .....	32
8 Incremento periódico do crescimento em diâmetro à altura do peito (DAP), em cm, de plantas do clone 24504 de <i>Eucalyptus grandis</i> submetidas à primeira intervenção de desrama aos 28 meses de idade (segunda época de desrama), em função da idade (meses), em Abaeté-MG .....	32
9 Curvas de crescimento em altura (m) de plantas do clone 24504 de <i>Eucalyptus grandis</i> , submetidas à primeira intervenção de desrama aos 20 meses de idade (na primeira época de desrama), em função da idade (meses), em Abaeté-MG .....	35
10 Incremento periódico (IP) do crescimento em altura (m) de plantas do clone 24504 de <i>Eucalyptus grandis</i> , submetidas à primeira intervenção de desrama aos 20 meses de idade, na primeira época de desrama, em função da idade, em meses, em Abaeté-MG .....	35
11 Curvas de crescimento em altura (m) de plantas do clone 24504 de <i>Eucalyptus grandis</i> submetidas à primeira intervenção de desrama aos 28 meses de idade (segunda época de desrama), em função da idade (meses), em Abaeté-MG .....	37
12 Incremento periódico do crescimento em altura (m), de plantas do clone 24504 de <i>Eucalyptus grandis</i> submetidas à primeira intervenção de desrama aos 28 meses de idade (segunda época de desrama), em função da idade (meses), em Abaeté-MG .....	38
13 Curva de crescimento em volume (m <sup>3</sup> /hectare), em diferentes idades de plantas do clone 24504 de <i>Eucalyptus grandis</i> submetidas à primeira intervenção de desrama aos 20 meses de idade (primeira época de desrama), em função da idade (meses), em Abaeté-MG .....	40

14	Incremento periódico do volume médio (m <sup>3</sup> /árvore) em diferentes idades de plantas do clone 24504 de <i>Eucalyptus grandis</i> submetidas à primeira intervenção de desrama aos 20 meses de idade (primeira época de desrama), em função da idade (meses), em Abaeté-MG .....	41
15	Curva de crescimento em volume (m <sup>3</sup> /ha) de plantas do clone 24504 de <i>Eucalyptus grandis</i> , submetidas à primeira intervenção de desrama aos 28 meses de idade (segunda época de desrama), em Abaeté-MG .....	43
16	Incremento periódico do volume (m <sup>3</sup> /árvore), em diferentes idades de plantas do clone 24504 de <i>Eucalyptus grandis</i> submetidas à primeira intervenção de desrama aos 28 meses de idade (segunda época de desrama), em Abaeté-MG.....	44
17	Clone 24504 de <i>Eucalyptus grandis</i> não-desramado aos 16 meses de idade, em Abaeté-MG.....	46
18	Circunferência da copa (m), a partir da medição de oito posições ortogonais do raio da copa de plantas do clone 24504 de <i>Eucalyptus grandis</i> submetidas à primeira intervenção de desrama aos 20 meses de idade (primeira época de desrama), em Abaeté-MG, em diferentes idades (meses) (AD = antes da desrama e DD = depois da desrama) .....	47
19	Circunferência da copa (m), a partir da medição de oito posições ortogonais do raio da copa, de plantas do clone 24504 de <i>Eucalyptus grandis</i> submetidas à primeira intervenção de desrama aos 28 meses de idade (segunda época de desrama), em Abaeté-MG, em diferentes idades (meses) (AD = antes da desrama e DD = depois da desrama) .....	51

## CAPÍTULO 2

1	Coloração da região próxima ao ferimento causado pela desrama artificial, sendo V: verde; I: intermediário; M: marrom, em plantas do clone 24504 de <i>Eucalyptus grandis</i> , em Abaeté-MG .....	66
2	Posições de medição do ferimento causado pela desrama artificial, sendo D <sub>1</sub> = diâmetro na posição horizontal; e D <sub>2</sub> = diâmetro na posição vertical .....	67

3	Cortes transversais da madeira na região de ferimento proveniente de aplicação de desrama em plantas do clone 24504 de <i>Eucalyptus grandis</i> , em Abaeté-MG (discos provenientes de plantas com 20 meses de idade e amostradas após 11 meses da aplicação da desrama). (a): externa; e (b): interna (escala = 2 cm) .....	68
4	Esquema da forma de avaliação da cicatrização interna de ferimentos provenientes da desrama artificial, em que HF = cicatrização horizontal fechada; VF = cicatrização vertical fechada; ML = madeira limpa produzida após cicatrização; HA = cicatrização horizontal aberta; e VA = cicatrização vertical aberta (discos provenientes de plantas aos 40 (a) e 32 (b) meses de idade e amostrada 20 e 11 meses após a aplicação da desrama, respectivamente) (escala = 2 cm) .....	69
5	Variação da conicidade em diferentes segmentos do tronco (0,3-1,3 m (a); 0,3-2,3 m (b); 0,3-3,3 m (c); 1,3-2,3 m (d); 1,3-3,3 m (e); 2,3-3,3 m (f) de plantas do clone 24504 de <i>Eucalyptus grandis</i> submetidas à primeira intervenção de desrama aos 20 meses (primeira época de desrama), em função da idade (meses), e dos tratamentos de desrama utilizados (onde, por exemplo, 1,0(+gg)+2,0 significa desrama até 1,0 m e remoção de alguns galhos grossos (gg) acima desta altura, aos 20 meses e, remoção de galhos entre 1 e 3 m de altura da planta, aos 33 meses, totalizando 3 m de altura de desrama), em Abaeté-MG .....	73
6	Cicatrização horizontal e vertical de ferimentos provenientes da primeira intervenção, da primeira (a) e da segunda (b) época de desrama, em função da idade (meses), de plantas do clone 24504 de <i>Eucalyptus grandis</i> , em Abaeté-MG .....	76
7	Variação percentual da cicatrização horizontal e vertical de ferimentos provenientes de primeira intervenção, primeira (a) e segunda (b) época de desrama, em função da idade (meses), de plantas do clone 24504 de <i>Eucalyptus grandis</i> , em Abaeté-MG .....	76
8	Cicatrização externa de ferimentos de plantas do clone 24504 de <i>Eucalyptus grandis</i> da primeira (a) e da segunda (b) época de desrama, respectivamente, aos 12 e 3 meses após a intervenção da desrama, em Abaeté-MG .....	77

9	Cicatrização horizontal (a,b) e vertical (c,d) de ferimentos pequenos, médios e grandes, provenientes da primeira intervenção, primeira (a) e segunda (b) época de desrama, em função da idade (meses), de plantas do clone 24504 de <i>Eucalyptus grandis</i> , em Abaeté-MG .....	78
10	Cicatrização de ferimentos no sentido horizontal (a,c) e vertical (b,d), em estratos de altura na árvore (0-0,5 m, 0,5-1,0 m, 1,0-1,5 m, 1,5-2,0 m), provenientes de primeira intervenção, primeira (a, b) e segunda (c, d) época de desrama, em função da idade (meses), de plantas do clone 24504 de <i>Eucalyptus grandis</i> , em Abaeté-MG .....	79
11	Coloração do tronco na região dos ferimentos causada pela remoção dos galhos na primeira (a) e segunda (b) época de desrama aos 20 e 28 meses de idade da planta, respectivamente, em diferentes estratos de altura da árvore (0-0,5; 0,5-1,0; 1,0-1,5; e 1,5-2,0 m), em plantas do clone 24504 de <i>Eucalyptus grandis</i> , em Abaeté-MG .....	81
12	Cortes transversais de madeira na região do ferimento de plantas do clone 24504 de <i>Eucalyptus grandis</i> da primeira (a) e segunda (b) época de desrama, respectivamente aos 20 e 12 meses após a intervenção da desrama, em Abaeté-MG (escala = 2 cm) .....	83
13	Cortes transversais de madeira na região do ferimento de plantas do clone 24504 de <i>Eucalyptus grandis</i> da segunda época de desrama, aos 12 meses após a intervenção da desrama, em Abaeté-MG (escala = 2 cm).....	83
14	Cortes transversais de madeira na região do ferimento de plantas do clone 24504 de <i>Eucalyptus grandis</i> da segunda época de desrama, aos 12 meses após a intervenção da desrama, em Abaeté-MG (escala = 2 cm).....	84
15	Cortes transversais de madeira na região do ferimento de plantas do clone 24504 de <i>Eucalyptus grandis</i> da segunda época de desrama, aos 12 meses após a intervenção da desrama, em Abaeté-MG (escala = 2 cm).....	84
16	Cortes transversais de madeira na região do ferimento de plantas do clone 24504 de <i>Eucalyptus grandis</i> da segunda época de desrama, aos 3 meses após a intervenção da desrama, em Abaeté-MG .....	85

17	Cortes transversais de madeira na região do ferimento de plantas do clone 24504 de <i>Eucalyptus grandis</i> da primeira época de desrama, aos 20 meses após a intervenção da desrama, em Abaeté-MG (escala = 2 cm).....	85
----	--	----

## RESUMO

PULROLNIK, Karina, M.S., Universidade Federal de Viçosa, novembro de 2002. **Crescimento, dinâmica de copa e qualidade da madeira para serraria de clone de *Eucalyptus grandis* [HILL EX MAIDEN] submetido à desrama artificial.** Orientador: Geraldo Gonçalves dos Reis. Conselheiros: Maria das Graças Ferreira Reis e Eldo Antônio Monteiro da Silva.

O crescimento em diâmetro à altura do peito (DAP), altura e volume foram avaliados em plantas do clone 24504 de *Eucalyptus grandis* [HILL EX MAIDEN], estabelecidas em espaçamento 3,0 x 3,0 m, em Abaeté, MG e submetidas a diferentes intensidades e épocas de desrama artificial. Na primeira época, a primeira intervenção de desrama foi efetuada em julho de 2000 (período seco), em plantas de 20 meses e, na segunda época, a primeira intervenção de desrama foi efetuada em março de 2001 (final do período chuvoso) em plantas de 28 meses de idade. A segunda intervenção de desrama para as duas épocas se estendeu até 3m de altura do fuste e foi realizada aos 33 meses de idade. A altura total e o DAP das plantas foram medidos, na primeira época de desrama, nas idades de 20, 23, 28, 33, 35 e 40 meses e, na segunda época, nas idades de 28, 33, 35 e 40 meses. A medição do índice de área foliar (IAF) e da radiação fotossinteticamente ativa (PAR) foi realizada na linha e na entrelinha de plantio em duas árvores por parcela. O efeito da desrama artificial sobre a conicidade de segmentos

do tronco foi avaliado através de medições do diâmetro a 0,30 m, 1,30 m, 2,30 m e 3,30 m, aos 20 e 40 meses de idade, para a primeira época e, aos 40 meses de idade, para a segunda época de desrama. A cicatrização externa dos ferimentos causados pela desrama foi avaliada aos 20, 23, 25, 28, 30, 33, 35 e 40 meses, para a primeira época de desrama, e, aos 28, 30, 33, 35 e 40 meses, para a segunda época de desrama. A cicatrização interna do ferimento foi avaliada aos 11 e 20 meses após a primeira intervenção de desrama, para primeira época e, aos 3 e 12 meses, para a segunda época. Para a primeira época, a desrama artificial não afetou significativamente o crescimento das plantas em DAP, altura e volume, após 20 meses da primeira intervenção de desrama das plantas. Para a segunda época, foi observada diferença significativa em DAP, altura e volume entre os tratamentos a 5% de probabilidade. Foram observadas diferenças significativas no IAF entre os tratamentos de desrama apenas por um período curto após a realização da desrama, para a primeira época de desrama. A desrama nas plantas de 28 meses de idade promoveu uma pequena redução do IAF, não atingindo, porém, níveis de redução suficientes para promover diferença significativa entre tratamentos. Mesmo não ocorrendo diferenças significativas para conicidade, na primeira época, houve tendência de redução com o aumento da intensidade da desrama e altura do segmento do fuste desramado. Para a segunda época de desrama, foram observadas diferenças significativas na conicidade entre os tratamentos de desrama, ao nível de 5% de probabilidade, nos segmentos do tronco correspondentes a 1,30-2,30 m e 1,30-3,30 m de altura na árvore. Estes resultados indicam que a desrama artificial, sempre que possível, deve ser realizada em plantas mais jovens. Foi observada rápida cicatrização na posição horizontal do ferimento e mais lenta na posição vertical e, a taxa de cicatrização do ferimento variou com o tamanho do ferimento e altura em que se encontrava no tronco, tendo sido mais rápida nas porções superiores do fuste, principalmente quando a coloração do tronco era esverdeada. O tempo de cicatrização dos ferimentos da desrama depende, então, de vários fatores como tamanho do ferimento, posição no tronco, idade da planta (atividade fisiológica) e vigor da planta.

## ABSTRACT

PULROLNIK, Karina, M.S., Universidade Federal de Viçosa, November 2002. **Growth, crown dynamic and wood quality for sawmill of *Eucalyptus grandis* [HILL EX MAIDEN] clone submitted to artificial pruning.** Adviser: Geraldo Gonçalves dos Reis. Committee members: Maria das Graças Ferreira Reis e Eldo Antônio Monteiro da Silva

Plants of the clone 24504 of *Eucalyptus grandis* [HILL ex-MAIDEN] established at 3.0 x 3.0 m spacing, in Southeastern Brazil, were submitted to different artificial pruning intensities starting at two seasons: dry season, with the first pruning intervention occurring in July 2000 in plants aged 20 months and, wet season, with the first pruning intervention occurring in March 2001 in plants aged 28 months. Branches were removed up to 1.0, 1.5 and 2.0 m height in this first intervention. The second pruning intervention for both seasons was performed in plants aged 33 months to obtain a three meters log pruned. Total height, diameter at breast height (DBH) and horizontal and vertical external wound closure were measured from the first pruning intervention up to the age of 40 months. Tree trunk diameter was also measured at 0.30 m, 1.30 m, 2.30 m and 3.30 m height to evaluate the effect of pruning on taper. The internal wound closure was evaluated by taking bole discs at different tree heights at branch intersection point. Leaf area index (LAI), photosynthetically active radiation (PAR) and canopy radius were measured at regular intervals to evaluate crown dynamic after artificial



pruning. Artificial pruning starting at 20 months old plants (dry season) had no significant effect on DBH, height and volume while pruning starting at 28 months old plants affected significantly plant growth ( $p > .05$ ). Significant reduction in LAI ( $p > .05$ ) was observed after pruning at age 20 months (dry season) with plants recovering rapidly their crown in the subsequent rainy season. When plants were first pruned at age 28 months there was no significant reduction in LAI ( $p > .05$ ) once it was observed partial leaf senescence up to the pruning height. Even though there was no significant effect on taper when pruning started at age of 20 months, it was observed a tendency of taper reduction with pruning up to the age of 40 months. When first pruning intervention occurred at age 28 months, it was observed significant taper reduction in the trunk segments of 1.30-2.30 m and 1.30-3.30 m height. This effect may have happened because branches diameter increased, promoting reduction in trunk diameter at the position above branch insertion. This indicates that pruning of this clone plants should be applied at younger ages. The external analysis of pruning wound indicated that horizontal is faster than vertical closure and, that wound closure located at the base of the bole, where the bark was already brown, is slower than at higher heights in the trunk where the bark is still greenish. The overall results of this study indicate that pruning intensities adopted for 24504 *Eucalyptus grandis* clone did not affect growth and, that the first pruning intervention should be applied as earlier as possible when plants may have greater recovery capacity and the branches are still thin, reducing taper and wound size.

## 1. INTRODUÇÃO GERAL

O setor industrial de base florestal tem utilizado madeiras provenientes de reflorestamento, principalmente de *Pinus* e de *Eucalyptus*, para a produção de celulose e papel, carvão para siderurgia e madeira serrada. Em todo mundo, existem aproximadamente 700 diferentes espécies de eucalipto, sendo que muitas delas, se adequadamente estabelecidas, constituem-se numa alternativa de preservação das florestas nativas, por serem espécies de rápido crescimento, adaptáveis a uma ampla condição de solo e clima e com características tecnológicas que permitem usos múltiplos. Desta forma, o eucalipto plantado passou a ser uma alternativa racional contra a devastação das florestas nativas em diversas regiões do planeta (NAHUIZ et al., 1998; ARACRUZ, 2002; MUÑIZ, 2002).

Aproximadamente 46% das florestas originais que cobrem a superfície terrestre foram destruídas pela ocupação humana, estabelecimento de pastagens e cultivos agrícolas, bem como para a comercialização de madeira. Apenas 14% de toda a madeira consumida no mundo são provenientes de plantios florestais. No Brasil, tem crescido o interesse pelo manejo sustentável de florestas plantadas e nativas para obtenção de produtos sólidos. Dos 300 milhões de metros cúbicos de madeira consumidos por ano, aproximadamente 100 milhões já provêm de plantios florestais, em sua maioria, de eucaliptos, para geração de energia (lenha e carvão vegetal), produtos sólidos (madeira serrada, postes, moirões

e painéis de madeira reconstituída) e celulose, usada na produção de papel (ARACRUZ, 2002; NAHUZ, 2002).

No Brasil, têm-se cultivado espécies de eucalipto com uma ampla faixa de densidade, constituição química e anatômica, possibilitando a obtenção de madeira para diferentes usos (VITAL e DELLA LUCIA, 1986). Porém, a madeira de eucalipto apresenta características que ainda limitam o seu uso na fabricação de diversos produtos, destacando-se as tensões de crescimento, elevada retratibilidade, colapso durante a secagem e a presença de fibras reversas (FAO, 1981, citado por MUÑIZ, 2002).

Para a obtenção de produtos sólidos de maior valor econômico, deve-se utilizar madeira de qualidade, ou seja, com uma quantidade mínima de defeitos, intrínsecos à madeira ou resultantes do processo de abate, transporte, desdobro e secagem. Segundo ROSADO et al. (2002), o melhoramento genético de *Eucalyptus* é extremamente importante para a perfeita adequação tecnológica da madeira a usos específicos.

Porém, alguns defeitos inerentes à madeira, como os nós, que são causados pela presença de galhos, podem ser minimizados através do manejo adequado da floresta como, por exemplo, pela aplicação da desrama artificial (ENDO e MESA, 1992; PIRES, 2000; MUÑIZ, 2002).

A desrama artificial permite reduzir a conicidade e o fendilhamento das toras e, a quantidade de nós, bolsas de resinas e o fendilhamento das tábuas, agregando substancial valor ao produto (KOZLOWSKI, 1971; PONCE, 1995; MUÑIZ, 2002).

A desrama artificial melhora a qualidade da madeira, mas, em razão de redução da área foliar e mudanças na arquitetura de copa, pode modificar as condições microclimáticas do povoamento, e, inclusive, reduzir o crescimento das plantas (PIRES, 2000).

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1. Geral**

Avaliar os efeitos da aplicação de desrama artificial com diferentes níveis de intensidade e época em plantas do clone 24504 de *Eucalyptus grandis* [HILL EX MAIDEN], sobre o crescimento da planta e a qualidade da madeira para serraria.

### **2.2. Específicos**

1. Avaliar o crescimento de plantas do clone 24504 de *Eucalyptus grandis* [HILL EX MAIDEN] em resposta à aplicação de desrama artificial com diferenças na intensidade e época;

2. Acompanhar a dinâmica da arquitetura da copa após a desrama artificial, subsidiando a sua aplicação adequada;

3. Caracterizar o índice de área foliar e a radiação fotossinteticamente ativa, com a finalidade de entender a relação entre o crescimento da planta e a alteração microclimática no povoamento, especialmente a radiação, com a desrama artificial;

4. Avaliar a qualidade da madeira através da análise da conicidade e da cicatrização externa e interna dos ferimentos do tronco resultantes de desrama artificial.

## **CAPÍTULO 1**

### **CRESCIMENTO DE PLANTAS DE CLONE DE *Eucalyptus grandis* [HILL EX MAIDEN] SUBMETIDAS A DIFERENTES TRATAMENTOS DE DESRAMA ARTIFICIAL, NA REGIÃO DE CERRADO, EM ABAETÉ-MG**

#### **1. INTRODUÇÃO**

Entre os fatores ambientais que afetam o crescimento das plantas, incluem-se os climáticos: temperatura do ar, precipitação, vento e insolação; os topográficos: inclinação, altitude e exposição do terreno; a competição: influência de outras árvores, vegetações menores e animais; e os edáficos: textura, umidade e fertilidade do solo, dentre outros (HUSCH et al., 1993). Desta forma, as florestas manejadas adequadamente produzem máximo incremento volumétrico e madeira de alta qualidade (FORD, 1984).

As empresas florestais têm investido no manejo de suas florestas de eucalipto, buscando agregar qualidade à madeira, para atender a um mercado cada vez mais exigente. O eucalipto tem-se constituído em alternativa para a produção de madeira serrada e a indústria tem se adaptado para intensificar o uso de madeira serrada de espécies desse gênero (NAHUZ et al., 1998).

Dentre outras técnicas silviculturais, a aplicação da desrama artificial possibilita a obtenção de madeira serrada livre de nós e de elevado valor (SCHNEIDER, 1993; PIRES, 2000). Porém, a desrama artificial, quando aplicada de maneira inadequada, pode afetar o crescimento das plantas, pois a redução da superfície fotossintética pode reduzir o suprimento de carboidratos e reguladores de crescimento produzidos na copa, como documentado por diversos autores (KRAMER e KOZLOWSKI, 1960; BRENDENKAMP et al., 1980; PINKARD et al., 1999; PIRES, 2000; PINKARD, 2002). Estes autores concordam que a desrama artificial muito intensa reduz o crescimento em diâmetro e altura das árvores. Assim sendo, há necessidade de se estudar a possibilidade de intervenções menos drásticas, porém, mais freqüentes, visando obter madeira de qualidade sem haver redução no crescimento das plantas.

O objetivo do presente trabalho foi determinar a capacidade de crescimento das plantas de clone 24504 de *Eucalyptus grandis* [HILL EX MAIDEN], em resposta à aplicação de diferentes intensidades e épocas de desrama, em Abaeté, MG.

## 2. REVISÃO DE LITERATURA

O entendimento dos processos envolvidos na produção de madeira em florestas plantadas é de relevância para possibilitar o manejo dos fatores que afetam o crescimento das plantas, como luz, água, temperatura e CO<sub>2</sub>, de modo a subsidiar planos de manejo dessas florestas. A disponibilidade desses fatores para a árvore depende da competição entre as mesmas no povoamento, bem como da realocação desses recursos na planta (REIS e REIS, 1993). Práticas como o desbaste e a desrama artificial podem ser utilizadas para balizar a intensidade dessa competição (SCHNEIDER, 1993).

Segundo TIGERSTEDT e VELLING (1985), através de melhoramento genético é possível aumentar a alocação de biomassa para drenos de maior valor econômico na planta. Estes autores, inclusive, sugerem o uso do índice de colheita (razão entre a matéria seca a ser explorada e a total) na avaliação de materiais genéticos. Esse índice pode, também, ser utilizado na avaliação dos efeitos da desrama artificial que, com a eliminação de galhos, principalmente grossos, reduz a competição com o tronco. Dessa forma, a aplicação adequada dessa técnica, requer, dentre outras, informações sobre a dinâmica do crescimento das árvores no povoamento.

A desrama de galhos vivos com elevada quantidade de folhas pode promover redução no crescimento das plantas, conforme observado por PIRES (2000). Este autor aplicou desrama de 0, 12,5, 25, 50 e 75% da altura de copa viva em plantas de *Eucalyptus grandis*, com 11 meses de

idade e observou, aos 92 meses de idade, redução no crescimento em altura e diâmetro, com a remoção de mais de 25% da altura de copa viva. Possivelmente essa redução ocorreu em razão de remoção intensa de área foliar da planta, uma vez que, com a remoção de 25 e 50 % da altura de copa viva, eliminou-se 43 e 81% da área foliar total da planta, respectivamente. Quando a desrama é aplicada na parte não funcional da copa, ou seja em ramos basais e folhas em senescência, o crescimento do fuste pode ser favorecido. No entanto, se a desrama é aplicada de maneira intensa sobre a parte funcional da copa, o crescimento do fuste é prejudicado. Para ZOBEL e BUIJTENEN (1989), a desrama deve ser iniciada quando a árvore estiver suficientemente desenvolvida, sendo que a remoção de galhos vivos nunca pode ser superior a 1/3 para 1/2 da copa.

O crescimento da parte aérea e das raízes, também, está na dependência de um adequado suprimento de carboidratos e de reguladores de crescimento produzidos na copa e, a remoção da superfície fotossintetizante da planta, através da desrama de galhos vivos, pode acarretar redução drástica dessas substâncias (KRAMER e KOZLOWSKI, 1960). HARRIS (1992) comenta que a remoção de galhos em plantas jovens, além de reduzir o suprimento de carboidratos para as raízes, também reduz substancialmente o fluxo de auxinas formadas em brotos e folhas.

Muitos estudos sobre desrama artificial têm sido desenvolvidos para coníferas, conforme revisto por PIRES (2000), em razão de serem mais freqüentemente utilizadas para serraria. Porém, com o aumento do interesse em manejar povoamentos de eucalipto para uso múltiplo, tem havido, também, crescente interesse pelos eucaliptos (BREDENKAMP et al., 1980; PINKARD e BEADLE, 1998; PINKARD et al., 1999; PINKARD, 2002; PIRES, 2000; VALE, 2000). Ou seja, os conhecimentos sobre desrama artificial em eucalipto ainda são incipientes.

Pesquisas com *Eucalyptus nitens* na Tasmânia, Austrália, indicaram que 3,5 anos é a idade máxima para a aplicação da primeira desrama, a fim de minimizar a presença de galhos mortos na tora, sendo recomendada a aplicação de três desramas, a primeira até 2,5 m da altura da planta, a segunda, até 4,5 m e, a terceira, até 6,4 m (PINKARD et al., 1999). Segundo



SHEPHERD (1986), um povoamento de *Pinus radiata*, aos 6 anos de idade, foi desramado até 2,4 m de altura do tronco, quando a altura total média do povoamento era de 6,5 m, ocorrendo eliminação de até 52% da copa viva da planta. Se esta desrama fosse aplicada em plantas de 9 anos de idade, 26% da copa viva seria removida, uma vez que a maioria dos galhos basais estaria morta. Assim, a desrama aos 6 anos de idade causou a perda de incremento em diâmetro nos três anos seguintes, ao passo que a desrama aos 9 anos não apresentou efeito detrimental. Porém, a madeira de plantas desramadas aos 9 anos de idade apresentou nós grandes, ou seja, a madeira produzida apresentou pior qualidade, enquanto a madeira do povoamento desramado aos 6 anos foi de qualidade superior e de nós mais reduzidos. Assim, o autor recomenda a desrama das plantas entre 7 e 8 anos de idade, com o intuito de maximizar a produção de madeira limpa, sem reduzir drasticamente o crescimento da floresta. BREDENKAMP et al. (1980) observaram que na África, em Zululand, *Eucalyptus grandis*, no espaçamento 2,74 x 2,74 m, desramado aos 18 meses de idade (três níveis de desrama, em diferentes períodos, até a altura de desrama de 6,7 m da altura da planta), recuperou sua área foliar de modo extremamente rápido, porém, quando a desrama foi de 50% da altura da copa viva retardou significativamente o crescimento em altura da planta, mas somente por um curto período.

Segundo PINKARD et al. (1999), é necessário que a desrama seja aplicada por ocasião do fechamento do dossel, para minimizar a diminuição do crescimento, e evitar a dominância pelas vizinhas não desramadas. Em estudos com *Pinus radiata*, em Nova Zelândia, foi observado que a desrama artificial reduziu a magnitude de crescimento das plantas, e essa redução variou com a severidade da desrama e com a qualidade de sítio do povoamento (LANGE et al., 1987).

A desrama de até 50% da altura da copa verde (55% da área foliar) em *Eucalyptus nitens*, que correspondeu a 2,7 m em plantas de 7 m de altura, foi considerada satisfatória, não comprometendo o crescimento da planta. Dois anos após a aplicação da desrama foi observada recuperação da proporção da copa viva da planta (PINKARD e BEADLE, 1998). Segundo esses autores, a depender da densidade do povoamento e da frequência de

aplicação da desrama, pode não haver qualquer redução no crescimento da árvore.

VALE (2000), avaliando o efeito da desrama artificial aplicado aos três anos de idade sobre o crescimento de plantas de três clones de eucalipto, na região de cerrado, relatou ter ocorrido aumento significativo em altura um ano após a desrama e que, nos dois anos subsequentes, não foram observadas diferenças significativas.

A época mais apropriada para a aplicação da desrama depende da espécie arbórea, de sua condição fisiológica, e das condições ambientais. SMITH (1962) aconselha a primavera e o verão como as melhores épocas de se efetuar a desrama de povoamentos florestais, em razão do crescimento em diâmetro da planta ser mais ativo.

Os povoamentos manejados para a produção de madeira serrada através da desrama artificial devem, também, receber o desbaste para favorecer o crescimento das árvores desramadas. O desbaste pode, também, afetar a quantidade de madeira do povoamento pela eliminação de árvores defeituosas e com redução da curva basal ou troncos tortuosos (EVANS, 1992). A época de realizar o primeiro desbaste depende da capacidade do sítio e do diâmetro comercial desejado (REUKEMA e BRUCE, 1992). Para *Eucalyptus nitens*, na Austrália, em sítios de elevada produtividade, o desbaste tem sido efetuado até os 6 anos de idade e, em sítios de baixa produtividade, em plantas de até 14 anos de idade do povoamento, com o objetivo de maximizar a produção de madeira limpa (PINKARD et al., 1999).

Segundo HARD (1992), práticas silviculturais como a desrama artificial podem trazer benefícios ao povoamento, permitindo maior entrada de luz, reduzindo sobremaneira o sombreamento da copa das plantas. Isto tem implicações sobre o status hídrico das plantas com copas desramadas, apresentando maior efetividade na produção de fotoassimilados, principalmente nas plantas com elevada capacidade de recuperação da copa após a intervenção da desrama artificial.

O aumento da área foliar é importante para capacitar a planta para fixação de carbono e sustentar seu crescimento. Assim, as plantas que interceptam uma maior quantidade de radiação, em geral, apresentam uma

taxa de crescimento mais elevada e, conseqüentemente, um alto índice de área foliar (LASSOIE e HINCKLEY, 1991).

A interceptação da radiação em um povoamento pode ser descrita sob o aspecto de espaço ocupado pela folhagem (densidade de área foliar). Neste caso, o índice de área foliar (IAF) não se refere apenas à relação da área foliar da planta pela área do solo, mas ao volume ocupado pela planta levando em conta diferenças de densidade, arranjo, tamanho e distribuição das folhas na copa (LARCHER, 1986; ROBERTS et al., 1993; STENBERG et al., 1994; LANDSBERG e GOWER, 1997). Para *Eucalyptus grandis*, o valor máximo de IAF, em povoamentos no sul da África, foi de 4,5 (DYE e OLBRICH, 1993), enquanto em povoamento fertilizado dessa espécie na Austrália o IAF foi 5 (CROMER et al., 1993). O IAF apresenta estreita relação com a produtividade primária da vegetação, uma vez que interfere na interceptação da radiação e na evapotranspiração, bem como na interceptação de chuva (GHOLZ, 1982; MARSHALL e WARING, 1986; PEREIRA et al., 1997).

Segundo WHITEHEAD et al. (1990), enquanto a produtividade da floresta tem sido demonstrada como uma relação linear da radiação cumulativa interceptada, a produtividade individual combina a interceptação da radiação e sua distribuição dentro da copa. O conhecimento sobre a variação na interceptação de luz entre árvores individuais é importante para o entendimento da variação da taxa de crescimento de árvores individuais, dos processos competitivos e das respostas a tratamentos silviculturais.

A radiação fotossinteticamente ativa compreende a faixa de comprimentos de onda do azul (400 nm) ao vermelho extremo (720 nm), com eficiência fotossintética diferenciada entre os diferentes comprimentos de onda compreendidas nesta faixa do espectro de radiação (MONTEITH e UNSWORTH, 1990). NOBEL et al. (1993) relatam que há profundas mudanças da luminosidade na base da copa e, com o fechamento do dossel, modifica-se a fixação de carbono pelas folhas, justificando, em algumas situações, a remoção parcial da área foliar da copa de algumas árvores. A atenuação da luz através do dossel decresce exponencialmente com o aumento da profundidade da copa. Assim, a interceptação de luz aumentará exponencialmente com o aumento da área foliar distribuída

nesse dossel. A baixa intensidade de luz que atinge a parte basal da copa das árvores pode, em certa extensão, afetar a síntese de reguladores de crescimento, impedindo, por exemplo, o desenvolvimento dos brotos na base da planta (KOZLOWSKI, 1971).

A penetração da radiação solar direta através do dossel da floresta depende do número, tamanho e distribuição espacial das aberturas no dossel, enquanto a radiação difusa depende das condições atmosféricas, número, tamanho e distribuição espacial das plantas e das características ópticas da biomassa do dossel (VIANELLO e ALVES, 1991). PEZZOPANE (2001) observou, em floresta secundária, um pico de transmissividade da radiação fotossinteticamente ativa numa época em que ocorria aumento de folhas novas nas plantas, o que foi acompanhado por um aumento significativo no IAF. Observou, também, que a trajetória aparente do sol ao longo do ano influenciou na transmissividade da radiação fotossinteticamente ativa.

Estudos com *Pinus elliottii* demonstraram alta correlação entre a interceptação de luz no dossel e a produção primária líquida da parte aérea, sendo os elementos da estrutura da copa, como a área foliar e sua distribuição, os que influenciaram esta relação (MCCRADY et al., 1998).

PIRES (2000) analisou a distribuição da área foliar ao longo da copa de *Eucalyptus grandis* e verificou que a remoção de 25% da altura da copa viva na base da planta correspondia a 43% da área foliar total da planta, e, que a remoção de 50% de altura de copa viva corresponde a 81% da área foliar total da planta, ou seja, com a desrama artificial de plantas desse material genético estudado por PIRES (2000) ocorre redução substancial do índice de área foliar da planta.

Segundo BANDARA et al. (1999), a desrama artificial de *Pinus radiata*, em condição de forte déficit hídrico e sub-bosque exuberante, resultou em baixa perda de crescimento comparado ao crescimento das árvores sem sub-bosque. PIRES (2000) relata que com a remoção da parte basal da copa, quando as folhas se encontram parcialmente sombreadas e já em processo de senescência há redução na perda de água por transpiração, o que pode explicar a manutenção do crescimento da planta após a desrama em sítios com déficit hídrico. Esses resultados indicam que

a magnitude de perda do crescimento proporcionado pela desrama é dependente do sítio e da eficiência da folhagem na interceptação da radiação fotossinteticamente ativa.

Durante o desenvolvimento de um povoamento, em espaçamento fechado, a competição por luz, umidade e nutrientes é intensa, resultando em árvores com diferentes classes de copa. Em geral, quando as árvores são jovens, a forma da copa não se altera muito, mas, com a idade, há uma maior interação entre as plantas e a copa começa a se fechar e a deformar-se. Assim, algumas árvores podem ser alocadas para a categoria das suprimidas e outras, de maior tamanho e vigor, estão na categoria de copas co-dominantes e dominantes (SMITH, 1962).

A forma da copa das plantas lenhosas é determinada por uma alongação diferencial dos brotos e galhos, que estão associados à dominância apical. Ou seja, a forma da copa das árvores envolve mudanças na orientação de galhos, do ápice até a base da copa. A posição dos galhos pode mudar durante a ontogenia, especialmente durante os estágios iniciais de crescimento, de modo que, durante o curso de desenvolvimento da árvore, um determinado galho ocupa diferentes ângulos em relação ao crescimento vertical da planta (ZIMMERMANN e BROWN, 1977).

A diminuição do número de galhos e a profundidade da copa das árvores podem ser atribuídas à redução da luz internamente na copa facilitando a competição entre galhos durante o desenvolvimento da copa. A forma dos galhos pode modificar-se a depender da abundância de sua área foliar, podendo requerer um suporte estrutural adequado (FORD, 1984). A copa funcional ou produtiva e a não funcional ou de sombra são, geralmente, usadas para caracterizar as partes altas ou baixas da copa, respectivamente. A copa funcional é considerada como a parte da copa em que os galhos são ativos na fixação de carbono, detendo uma elevada quantidade de folhas. Os fotoassimilados são usados pelas folhas, galhos e outros componentes das árvores sendo, também, exportados progressivamente para o fuste. A parte não-funcional é considerada como aquela porção da copa em que os galhos não são produtivos, havendo reduzida exportação de reservas orgânicas e inorgânicas para o fuste e outras partes da planta (FUJIMORI, 1993).

À medida que os galhos se alongam na copa, estes se curvam para baixo, formando ângulos menos agudos, enquanto os extremos ficam mais suscetíveis à luz e à gravidade, tendendo a voltar-se novamente para cima, na maioria das espécies. Assim, coníferas com galhos de ângulos agudos produzem nós grandes, havendo formação de madeira de reação, prejudicando sua qualidade (ZIMMERMANN e BROWN, 1977).

A desrama artificial pode modificar a estrutura da copa de uma árvore, a depender das suas características, especialmente quando os galhos basais são bem longos e de maior diâmetro. Porém, segundo HELMS (1964) a mudança na arquitetura de copa deve ocorrer principalmente quando as intervenções são drásticas.

Em síntese, a intensidade, a frequência e a época de desrama artificial a ser utilizada no manejo de povoamentos de eucalipto depende da qualidade do sítio, material genético, vigor e idade das plantas, condições ambientais e custos envolvidos nessa operação. E, uma análise mais detalhada da dinâmica de crescimento e das variações micro ambientais pode auxiliar na definição do uso adequado da desrama.

### 3. MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1. Instalação do experimento

O presente estudo foi desenvolvido em povoamento do clone 24504, de *Eucalyptus grandis*, com 20 meses de idade, estabelecido no espaçamento 3 x 3 m na Companhia Agrícola e Florestal Santa Bárbara (CAF), no Município de Abaeté-MG, localizado na latitude 19°15'94" S e longitude 45°44'56" E.

A região de estudo apresenta latossolo vermelho amarelo escuro. O clima é subtropical úmido com temperatura média anual de 22,3°C, sendo a temperatura média do mês mais frio de 19,0°C e a do mês mais quente de 23,8°C. A precipitação média anual é de 1.380 mm. O déficit hídrico médio é de 168 mm anuais e a evapotranspiração potencial anual de 1078 mm. O relevo varia de plano a suavemente ondulado e a altitude média do local do experimento é 798 m (MOREIRA, 1997).

O experimento foi constituído de seis tratamentos com três repetições, combinando diferentes intensidades de desrama (altura de remoção dos galhos a partir do solo), e proporção de plantas que sofreram desrama (todas as árvores do povoamento ou apenas árvores de qualidade superior) em duas épocas de intervenção de desrama, que correspondia a diferentes idades da planta, conforme detalhado no Quadro 1.

Quadro 1 – Altura da desrama (m) a partir do solo aplicada em plantas do clone 24504 de *Eucalyptus grandis*, com a primeira intervenção em julho de 2000, aos 20 meses de idade (primeira época de desrama) e em março de 2001, aos 28 meses de idade (segunda época de desrama), em Abaeté-MG

Tratamentos	Altura da Desrama (m) a Partir do Solo		Altura Máxima de Desrama (m)
	Primeira Intervenção	Segunda Intervenção	
	20 e 28 Meses	33 Meses	
	Julho/2000 e Março/2001	Agosto/2001	
1	Testemunha	-	-
2	1,0 <sup>1</sup> (+gg)	2,0	3,0
3	1,5 <sup>1</sup> (+gg)	1,5	3,0
4	2,0 <sup>1</sup> (+gg)	1,0	3,0
5	1,0 <sup>2</sup>	2,0	3,0
6	1,5 <sup>2</sup>	1,5	3,0

<sup>1</sup>Foram desramadas somente as árvores selecionadas que apresentavam qualidade para uso em serraria, sendo que alguns galhos grossos (gg) localizados acima da altura pré-estabelecida de desrama foram também eliminados.

<sup>2</sup>Todas as árvores da parcela foram desramadas até a altura especificada.

A primeira intervenção da desrama artificial ocorreu em duas épocas, julho/2000, aos 20 meses de idade para a primeira época de desrama, que corresponde ao período seco do ano, ou seja, período em o crescimento se encontra praticamente estagnado, e, março/2001, aos 28 meses de idade, para a segunda época de desrama que corresponde ao final da estação chuvosa, ou seja, época do ano, em que a planta ainda se encontra em fase de crescimento ativo. Nova intervenção foi realizada aos 33 meses de idade, para completar a altura de 3 m (Quadro 1), que se constitui no comprimento de tora atualmente utilizado pela empresa. A altura média de inserção do primeiro galho vivo, por ocasião da primeira época de desrama, foi de 0,13 m (julho/2000) e, para a segunda época de desrama (março/2001) foi de 0,46 m, pois a desrama natural já havia se estabelecido no povoamento. Nos tratamentos 2, 3 e 4, a desrama foi realizada em árvores com qualidade e vigor suficientes para atender ao objetivo de produção de pelo menos duas toras de 3 m, tendo sido excluídas árvores dominadas com bifurcação até 6 a 7 m de altura, tortuosas, bifurcadas e dominadas, enquanto nos tratamentos 5 e 6 todas as árvores do povoamento foram desramadas, sem distinção de qualidade ou forma da planta.



O experimento foi desenvolvido segundo o esquema de parcelas subdivididas, tendo nas parcelas os tratamentos e nas subparcelas as idades de avaliação, no delineamento inteiramente casualizado, com três repetições. Cada parcela foi constituída de quatro fileiras de 12 plantas, com bordadura simples. Ou seja, a área útil de cada parcela foi constituída de duas linhas centrais contendo 10 árvores cada. Cada época de desrama foi avaliada individualmente. Os dados foram analisados por meio de análise de variância e análise de regressão. Para o fator qualitativo, as médias foram comparadas utilizando o teste de Tukey, a 5% de probabilidade. Para o fator quantitativo, os modelos foram escolhidos baseados na significância dos coeficientes de regressão utilizando o teste de t, a 5% de probabilidade. Independentemente de ser ou não-significativa a interação, optou-se pelo desdobramento da mesma, pelo interesse em avaliar as tendências de crescimento, uma vez que a avaliação foi efetuada em plantas jovens.

Nos tratamentos 2, 3 e 4 foram desramadas 56, 65 e 57% das árvores da parcela para a primeira época de desrama e para a segunda época de desrama, foram desramadas 71, 70 e 53% do total das árvores da parcela. Os tratamentos referentes a intensidade de desrama passarão a receber, daqui em diante, a seguinte denominação: testemunha; 1,0 (+gg)+2,0; 1,5 (+gg) +1,5; 2,0 (+gg) +1,0; 1,0 +2,0 e 1,5 + 1,5, onde, por exemplo, o tratamento 1,0(+gg)+2,0 significa primeira intervenção de desrama até 1,0 m em julho de 2000 (primeira época) ou março de 2001 (segunda época), com a remoção de alguns galhos grossos acima desta altura, e segunda intervenção de desrama entre 1 e 3 m de altura da planta, aos 33 meses de idade, totalizando 3 m de altura de desrama.

Antes do plantio foi efetuada uma subsolagem com profundidade de 50 a 60 cm em toda área do talhão. Foi feita a adubação na cova que constituiu-se de 10 g/planta de bórax, 10 g/planta de sulfato de zinco e 100 g/planta de NPK 6-30-6. Após 30 dias do plantio foi feita adubação em cobertura à base de NPK (6-30-6) com adição de bórax e zinco. Em outubro de 2001 foi aplicado KCl (cloreto de potássio) na quantidade de 100 g/planta.

Para a caracterização da área de estudo por ocasião da instalação do experimento (julho de 2000), amostras de solo foram coletadas nas profundidades de 0-20 cm e 20-40 cm, em cada parcela, para formar uma

amostra composta por repetição e, após secas ao ar e peneiradas, foram submetidas à análise física e química. Baseando-se no resultado da análise granulométrica, o solo foi classificado como argiloso. Os resultados da análise química são apresentados no Quadro 2.

Quadro 2 – Resultados da análise química do solo do experimento nas profundidades de 0-20 e 20-40 cm, em Abaeté-MG

Variáveis	Profundidade do Solo (cm)	
	0-20	20-40
pH (H <sub>2</sub> O)	4,38	4,31
P (mg/dm <sup>3</sup> )	18,74	9,70
K (mg/dm <sup>3</sup> )	13,80	9,70
Na (mg/dm <sup>3</sup> )	-	-
Ca <sup>2+</sup> (Cmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup> )	0,17	0,14
Mg <sup>2+</sup> (Cmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup> )	0,06	0,06
Al <sup>3+</sup> (Cmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup> )	1,27	1,17
H + Al (Cmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup> )	10,36	9,38
SB (Cmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup> )	0,31	0,22
(t) (Cmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup> )	1,58	1,39
(T) (Cmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup> )	10,72	9,59
V (%)	2,82	2,26
m (%)	80,97	84,50
ISNa (%)	---	---

SB = soma de bases trocáveis; CTC (t) = capacidade de troca catiônica efetiva; CTC (T) = capacidade catiônica, a pH 7,0; V = índice de saturação de bases, m = índice de saturação de alumínio; e ISNa = índice de saturação de sódio.

## 3.2. Coleta de dados

### 3.2.1. Crescimento em diâmetro e altura

Após a demarcação das parcelas, antes da aplicação da primeira desrama, foram feitas medições de diâmetro à altura do peito (DAP), altura total da árvore e altura de inserção do primeiro galho vivo, nas plantas da área útil das parcelas (2 linhas de 10 plantas cada). A medição da altura total das árvores, em metros, foi efetuada do nível do solo até o topo das árvores, com o auxílio do hipsômetro SUUNTO. A medição do DAP foi feita com o auxílio de uma fita métrica com precisão em milímetros. As medições de altura e diâmetro foram realizadas aos 20, 23, 28, 33, 35 e 40 meses

(Quadro 1) para a primeira época de desrama e, aos 28, 33, 35 e 40 meses para a segunda época de desrama, em todas as plantas da área útil da parcela.

O volume com casca de madeira por árvore, em m<sup>3</sup>, foi calculado através do método de Smalian, onde foram utilizados os diâmetros medidos para o cálculo da conicidade nas alturas de 0,30; 1,30; 2,30 e 3,30m da planta aos 23, 28, 33, 35 e 40 meses de idade. Ou seja, o volume da planta foi determinado até a altura de 3,30 através da fórmula de determinação do volume das secções intermediárias de Smalian e o restante da árvore (acima de 3,30 m de altura) foi considerado um cone. Desta forma, o volume total das árvores foi obtido pelo somatório do volume das secções intermediárias até 3,30 m e do volume do cone, apresentadas pelas expressões abaixo:

$$V_i = (g_i + g_{i+1})/2 * l_i$$

$$V_c = 1/3 g_i * l_i$$

em que

$V_i$  = volume das secções intermediárias;

$g_i$  = área basal na secção "i";

$g_{i+1}$  = área basal na secção "i+1"; e

$l_i$  = comprimento da secção.

Foi calculado o incremento periódico (IP) para DAP, altura e volume, o qual expressa o crescimento desses parâmetros nos períodos de medição através da seguinte fórmula:

$$IP = Y_{(m+n)} - Y_{(m)}$$

em que

IP = incremento periódico;

M = idade de referência;

N = período de tempo (meses); e

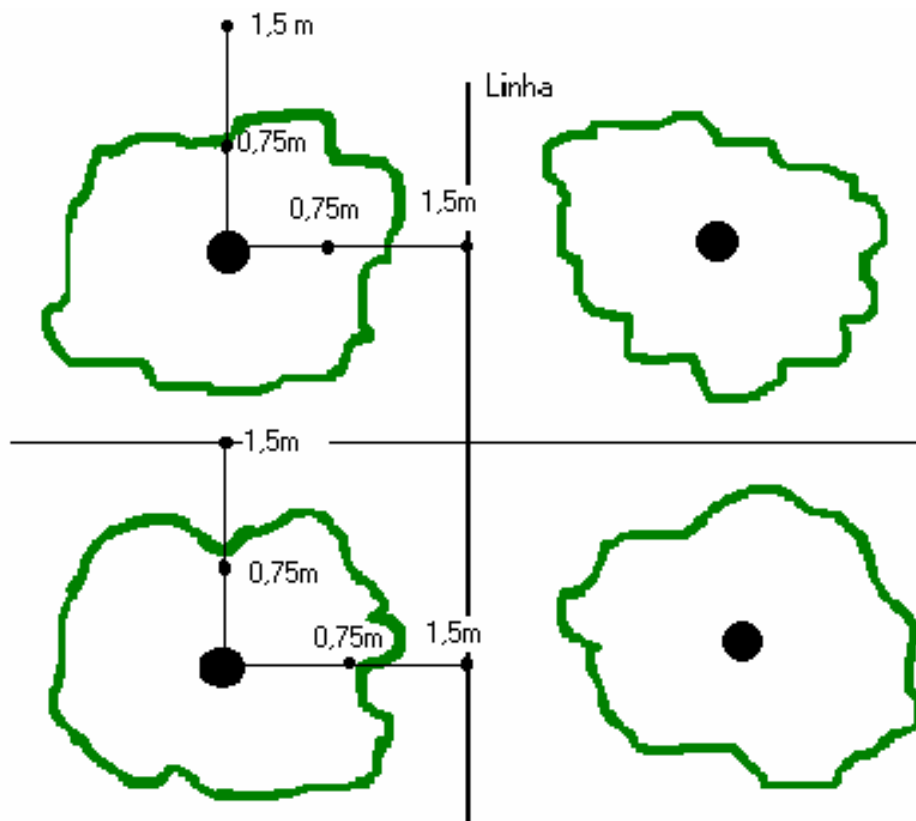
Y = dimensão considerada.

### **3.2.2. Estimativa do índice de área foliar (IAF)**

A medição do índice de área foliar (IAF) foi realizada na linha e na entrelinha de plantio em duas árvores por parcela. Para a primeira época de desrama foi feita avaliação do IAF da testemunha aos 20 meses de idade, e de todos os tratamentos aos 23, 28, 33 e 40 meses de idade e aos 33 meses. As medições foram realizadas antes e depois da intervenção da desrama. Para a segunda época de desrama, as medições foram realizadas aos 28, 33 e 40 meses de idade, sendo que aos 28 e 33 meses a medição foi realizada antes e depois da intervenção da desrama. Foram utilizados dois sensores LI-2050, conectados a *dataloggers* LI-2000 da LI-COR. Um desses sensores foi instalado a céu aberto, próximo às parcelas, e outro foi usado para as leituras no interior das parcelas. As leituras foram feitas a 0,5 m de altura do solo na linha e entrelinha de plantio, nas distâncias de 1,5 m da árvore (metade da distância entre plantas) e 0,75 m (1/4 da distância entre plantas), totalizando quatro pontos/árvore. Estas medidas de IAF, assim como as realizadas para radiação, foram feitas nas duas primeiras árvores desramadas da primeira linha de cada parcela. Na Figura 1 está ilustrada a localização dos pontos de leitura do IAF, na linha e na entrelinha de plantio.

### **3.2.3. Medição da radiação fotossinteticamente ativa**

A medição da transmissividade da radiação fotossinteticamente ativa (PAR) foi efetuada na linha e na entrelinha de plantio em duas árvores por parcela, aos 28 e 33 meses de idade, ambas antes e depois da intervenção da desrama para a segunda época de desrama. Foram utilizados sensores lineares, modelo LI-191, marca LI-COR, conectados a registradores automáticos. Estas leituras foram realizadas aproximadamente entre 11 e 13 h, a 0,5 m do solo, tendo como ponto central o tronco da árvore. Estas medidas foram feitas nas duas primeiras árvores desramadas da primeira linha de cada parcela, expondo os sensores durante dois minutos em cada ponto. Ou seja, foram realizadas quatro medidas em cada parcela de maneira a melhor registrar a variabilidade da transmissividade da radiação



Legenda:



Copa da árvore



Posição de medição do IAF em relação ao fuste da árvore, na linha de plantio



Posição de medição do IAF em relação ao fuste da árvore, na entrelinha de plantio

Figura 1 – Croqui de localização dos pontos de medição do índice de área foliar na linha e na entrelinha de plantio, medidos a 0,50 m de altura do solo, a 0,75 e 1,5 m de distância do tronco.

fotossinteticamente ativa. Na Figura 2, pode-se visualizar o posicionamento dos sensores lineares. Um sensor pontual (modelo LI-190, marca LICOR) foi instalado em local aberto, próximo ao experimento, a fim de se obter a PAR a céu aberto, para o cálculo do percentual de transmissividade do dossel. A fórmula utilizada para o cálculo do percentual da transmissividade é:

$$T = (\text{PAR}_{\text{dentro}}/\text{PAR}_{\text{fora}}) \times 100$$

em que

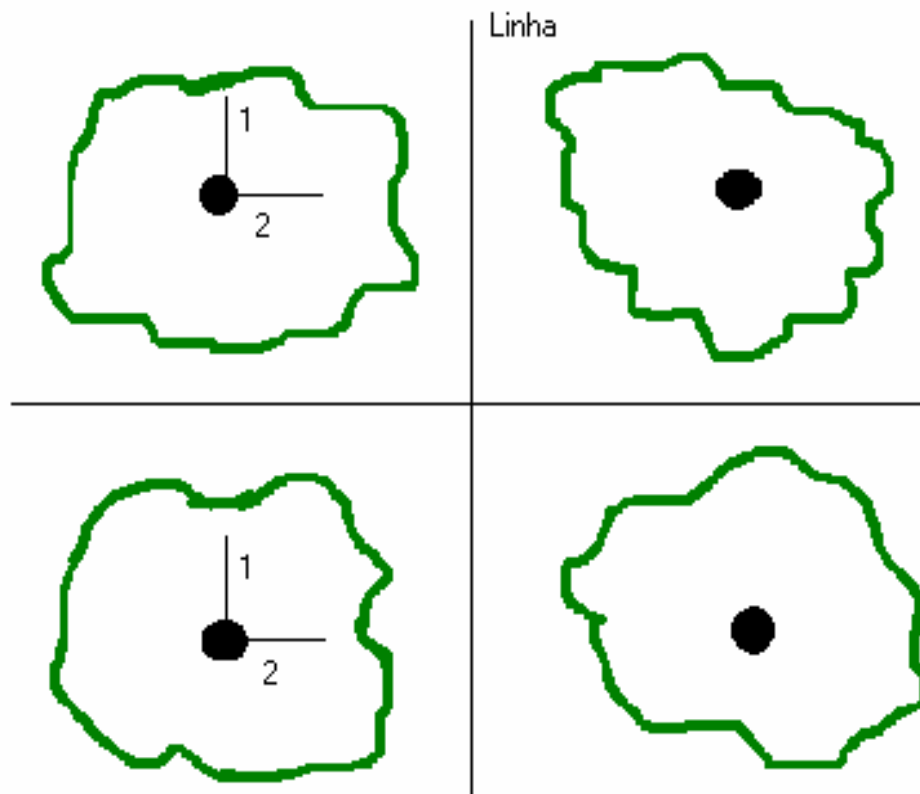
T = transmissividade da radiação fotossinteticamente ativa (PAR);

PAR<sub>dentro</sub> = radiação fotossinteticamente ativa dentro da floresta; e

PAR<sub>fora</sub> = radiação fotossinteticamente ativa fora da floresta (a céu aberto).

#### **3.2.4. Arquitetura de copa**

O acompanhamento da arquitetura de copa do clone 24504 de *Eucalyptus grandis* foi realizado medindo-se o raio de projeção da copa em 8 posições ortogonais, em duas plantas por tratamento, conforme demonstrado na Figura 3. Para a primeira época de desrama, a medição de projeção de copa foi realizada aos 20, 23, 25, 28, 31, 33, 35 e 40 meses de idade das plantas sendo que, aos 20 meses, foi feita medição apenas para a testemunha. Para a segunda época, a projeção da copa foi medida aos 28, 31, 33, 35 e 40 meses e, quando da realização da primeira intervenção aos 28 meses, foi realizada a avaliação da projeção da copa antes e depois da aplicação da desrama para todos os tratamentos. Aos 33 meses de idade, quando da realização da segunda intervenção de desrama, para as duas épocas, foi também realizada essa avaliação antes e após a desrama.



Legenda:





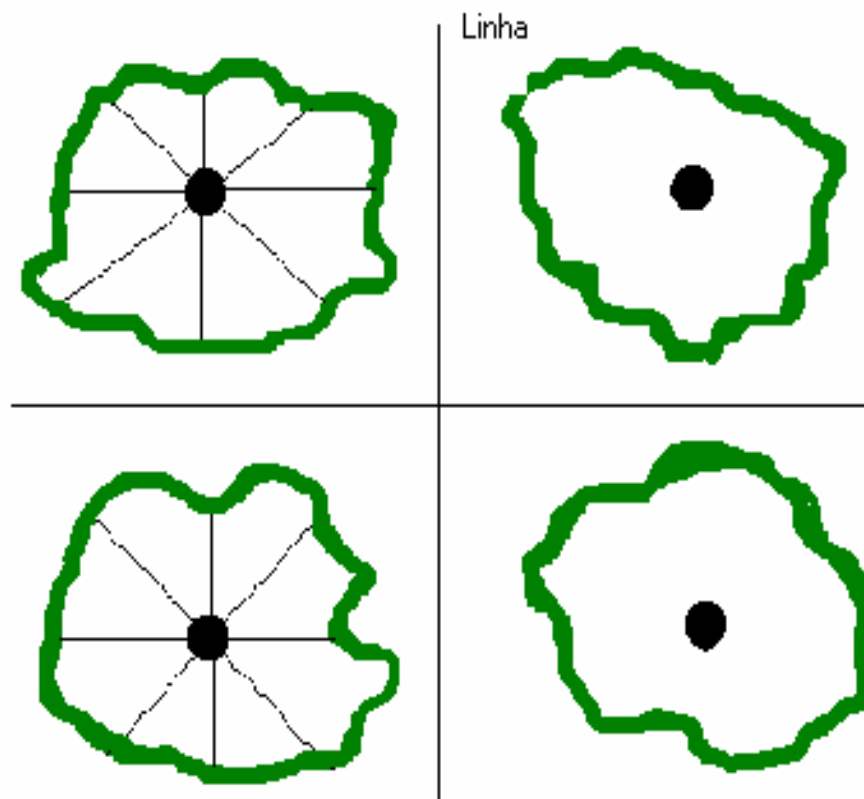
-  Projeção da copa
-  Fuste da árvore
-  Sensor linear posicionado na linha do plantio
-  Sensor linear posicionado na entrelinha de plantio

Figura 2 – Croqui de localização da medição da radiação fotossinteticamente ativa, mostrando o posicionamento dos sensores na linha e na entrelinha de plantio.



Legenda



Projeção da copa da árvore



Posições de medição do raio de copa a partir do fuste

Figura 3 – Croqui de medição do raio de copa, em oito posições, a partir do fuste da árvore até o final da projeção da extensão do galho de maior comprimento, seguindo a linha e entrelinha e suas bissetrizes.



### 3.3. Análise dos dados

Os dados de crescimento em diâmetro, altura e volume foram analisados por meio de análise de variância e análise de regressão. Para o fator qualitativo, as médias foram comparadas utilizando o teste de Tukey, a 5% de probabilidade. Para o fator quantitativo, os modelos foram escolhidos baseados na significância dos coeficientes de regressão utilizando-se o teste de t, a 5% de probabilidade. Independentemente de ser ou não-significativa a interação, optou-se pelo desdobramento da mesma.

Os dados de IAF e de PAR foram analisados por meio de análise de variância. Para o fator qualitativo, as médias foram comparadas utilizando o teste de Tukey, a 5% de probabilidade. Independentemente de ser ou não-significativa a interação, optou-se pelo desdobramento da mesma, devido tratar-se de plantas jovens, em crescimento ativo.

Os raios de projeção da copa, tomados em oito posições ortogonais, foram transformados em gráficos, do tipo “radar”, para posterior análise do aumento ou decréscimo do diâmetro da copa das árvores em diferentes idades e tratamentos.

Para facilitar a interpretação dos resultados, têm-se no Quadro 3 informações sobre as idades do povoamento em que ocorreu coleta de dados e o mês correspondente.

Quadro 3 – Idade das plantas em que ocorreu coleta de dados e sua correspondência com meses/anos

<b>Idade das Plantas (Meses)</b>	<b>Mês/Ano</b>
Plantio	Out/98
20	Jul/00
23	Out/00
25	Dez/00
28	Mar/01
31	Jun/01
33	Ago/01
35	Nov/01
40	Mar/02

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1. Crescimento em diâmetro

A análise de variância para a primeira época de desrama (primeira intervenção em julho/2000) mostrou não haver variações significativas no DAP das árvores nas diferentes épocas de medição (23, 28, 33, 35 e 40 meses de idade da planta), a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey (Quadros 4 e 5). Os resultados do presente estudo contrastam parcialmente com aqueles obtidos por PIRES (2000), em que foi observado, aos sete anos de idade, que a remoção de 12,5, 25, 50 e 75% de altura da copa viva, em *Eucalyptus grandis*, reduziu significativamente o crescimento em diâmetro e altura das plantas desramadas, proporcionalmente à intensidade de desrama, especialmente com remoção de galhos em mais de 25% da altura da copa viva. Porém, vale salientar que essas diferenças de crescimento observadas por PIRES (2000) tornaram-se mais evidentes aproximadamente dois anos após a desrama, ou seja, em idades mais avançadas podem ainda, vir a surgir diferenças significativas entre os tratamentos utilizados no presente estudo. Conforme SMITH (1962) e PIRES (2000), o crescimento em altura e DAP pode ocorrer em razão de remoção intensa de galhos vivos da copa da árvore e conseqüentemente de área foliar. É oportuno denotar que a competição das plantas vizinhas não desramadas com as plantas desramadas torna-se ainda mais acentuada, uma vez que estas últimas perderam parte de sua área foliar.

Quadro 4 – Resumo da análise de variância do diâmetro à altura do peito (cm) de plantas do clone 24504 de *Eucalyptus grandis*, submetidas à primeira intervenção de desrama aos 20 meses de idade (primeira época de desrama), em Abaeté-MG

FV	GL	QM
TRAT	5	1,03697 <sup>ns</sup>
Resíduo (a)	12	1,43598
Idade	4	57,60189 <sup>*</sup>
Idade x TRAT	20	0,08122 <sup>ns</sup>
Resíduo (b)	48	0,16811
CV (%)		5,44

FV = fontes de variação; GL = graus de liberdade; QM = quadrado médio, ns = não-significativo a 5% de probabilidade; e TRAT= tratamentos utilizados.

Quadro 5 – Diâmetro médio à altura do peito (cm), em diferentes idades, de plantas do clone 24504 de *Eucalyptus grandis*, submetidas à primeira intervenção de desrama aos 20 meses de idade (primeira época de desrama), em Abaeté-MG

Altura de Desrama (m) <sup>1</sup>	Idade (Meses)					
	20	23	28	33	35	40
Test.	4,60 a	5,00 a	6,73 a	8,06 a	8,26 a	9,89 a
1,0(+gg)+2,0	4,50 <sup>2</sup>	4,55 a	6,83 a	8,10 a	8,23 a	9,60 a
1,5(+gg)+1,5	5,00 <sup>2</sup>	4,91 a	7,27 a	8,10 a	8,29 a	9,81 a
2,0(+gg)+1,0	5,24 <sup>2</sup>	5,10 a	7,28 a	8,35 a	8,56 a	10,2 a
1,0 + 2,0	4,56 a	4,73 a	6,39 a	7,47 a	7,60 a	9,40 a
1,5 + 1,5	4,63 a	5,08 a	6,78 a	7,87 a	8,03 a	9,45 a

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

<sup>1</sup> O tratamento 1,0 (+gg) + 2,0, por exemplo, significa desrama até 1,0 m e remoção de alguns galhos grossos (gg) acima desta altura, aos 20 meses e, remoção de galhos entre 1 e 3 m de altura da planta, aos 33 meses, totalizando 3 m de altura de desrama.

<sup>2</sup> Dados provenientes de uma repetição.

As equações de regressão selecionadas para estimar o DAP das plantas de *Eucalyptus grandis* submetidas à desrama artificial aos 20 meses de idade (primeira época de desrama), em função da idade, são apresentadas no Quadro 6. Conforme teste de identidade de modelos, a equação  $\text{Ln DAP} = 3,16309 - 35,9720 * (1/I)$ , com  $R^2$  ajustado de 0,86, pode ser utilizada para todos os tratamentos, em substituição àquelas obtidas para cada tratamento de desrama, em razão de não ter sido observada diferença significativa entre as mesmas. Apesar de não ter sido observada diferença estatística, existe uma tendência de maior crescimento em diâmetro para o tratamento em que a primeira intervenção incluiu a remoção de galhos até a altura de 2,0 m, com a remoção de galhos grossos acima deste ponto, ou seja, o tratamento de maior intensidade de desrama (Figura 4). É possível, então, que em avaliações posteriores essas pequenas diferenças possam se intensificar, conforme observado por PIRES (2000).

Quadro 6 – Equações selecionadas para estimar o diâmetro à altura do peito (DAP), em cm, de plantas do clone 24504 de *Eucalyptus grandis*, submetidas à primeira intervenção de desrama aos 20 meses de idade (primeira época de desrama), em função da idade (I), (meses), em Abaeté-MG

Altura de Desrama (m)	Equação	R <sup>2</sup> Ajustado
Testemunha	$\text{Ln DAP} = 3,2858 - 40,1805 * (1/I)$	0,89
1,0(+gg)+2,0	$\text{Ln DAP} = 3,1228 - 34,6783 * (1/I)$	0,86
1,5(+gg)+1,5	$\text{Ln DAP} = 3,1885 - 36,1606 * (1/I)$	0,83
2,0(+gg)+1,0	$\text{Ln DAP} = 3,2185 - 36,3287 * (1/I)$	0,94
1,0+2,0	$\text{Ln DAP} = 3,0771 - 34,9496 * (1/I)$	0,97
1,5+1,5	$\text{Ln DAP} = 3,0379 - 32,2667 * (1/I)$	0,95
Equação geral	$\text{Ln DAP} = 3,1631 - 35,9720 * (1/I)$	0,86

R<sup>2</sup> = coeficiente de determinação.

Analisando-se o incremento diamétrico periódico (IP-DAP), em cm (Figura 5), verifica-se um maior crescimento entre os meses de novembro e fevereiro, o que corresponde a época de maior pluviosidade na região (Figura 6), ou seja, o crescimento foi desuniforme ao longo do ano devido à distribuição irregular das chuvas no período.

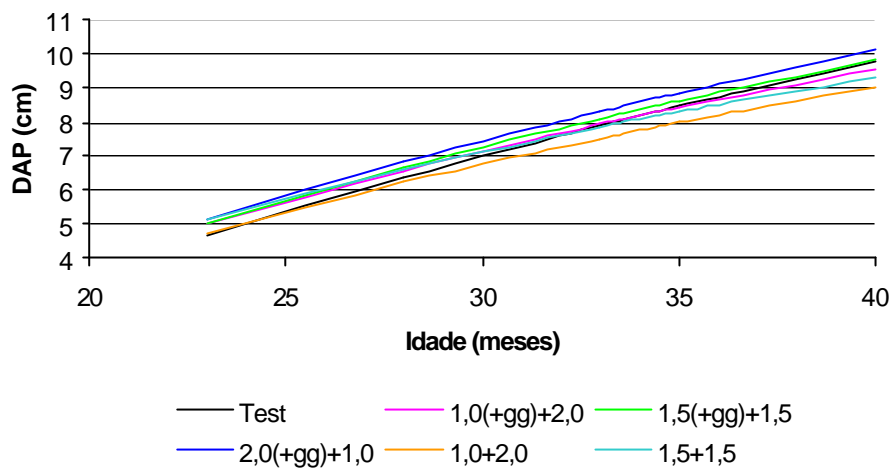


Figura 4 – Curvas de crescimento em diâmetro à altura do peito (cm) de plantas do clone 24504 de *Eucalyptus grandis* submetidas à primeira intervenção de desrama aos 20 meses de idade, em função da idade (em meses), em Abaeté-MG.

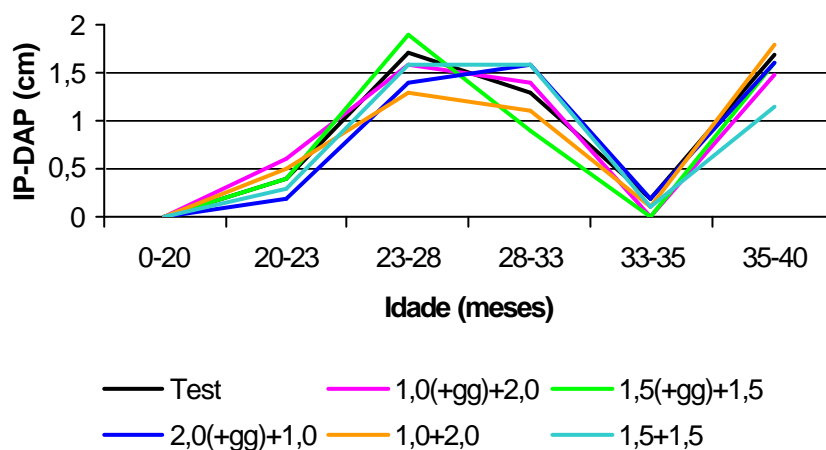


Figura 5 – Incremento periódico (IP) do crescimento em diâmetro à altura do peito (DAP), em cm, de plantas do clone 24504 de *Eucalyptus grandis*, submetidas à primeira intervenção de desrama aos 20 meses de idade (primeira época de desrama), em função da idade (meses), em Abaeté-MG.

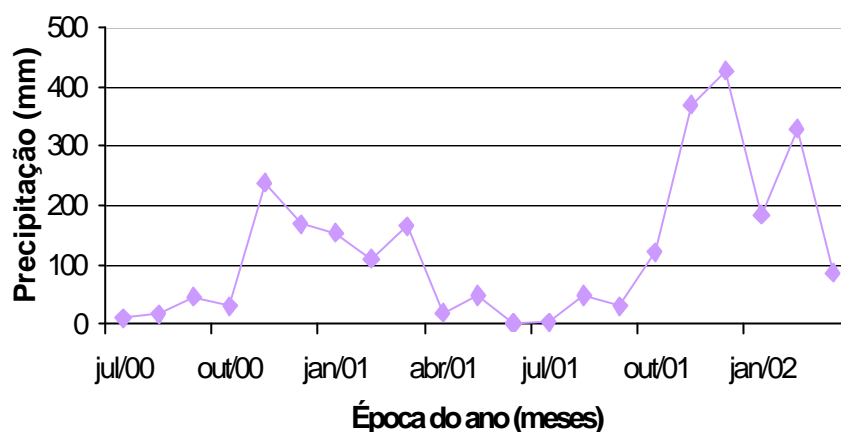


Figura 6 – Precipitação (mm) de julho de 2000 a março de 2002, na região de Abaeté-MG.

Entre 23 (outubro/2000) e 28 meses (março/2001), primeira estação chuvosa após a primeira intervenção de desrama, verifica-se que os tratamentos apresentaram incrementos periódicos similares em diâmetro, exceto para o tratamento 1,0+2,0, que teve redução de IP. Essa similaridade no crescimento das plantas dos diversos tratamentos possivelmente se deve ao efeito da liberação intensa de nutrientes das folhas que foram acrescidas ao solo, com a desrama. As folhas frescas apresentam decomposição mais rápida (Raison, 1983; O'Connell e Menagé, 1983) conforme revisto por FERREIRA (1984) e, certamente, os nutrientes dos resíduos da desrama foram liberados em grande quantidade ainda durante a estação chuvosa. Na segunda estação chuvosa (outubro/2001 – março/2002), as plantas também apresentaram IP em diâmetro similar nos diferentes tratamentos, exceto para o tratamento 1,5 + 1,5. Em outubro de 2001 foi feita aplicação de 100 g de KCl na área de estudo, o que pode ter favorecido o crescimento das plantas em todos os tratamentos.

Na segunda época de desrama (primeira intervenção em março/2001), constatou-se que mesmo antes da primeira intervenção de desrama, o crescimento em diâmetro diferiu estatisticamente a 5% de probabilidade entre os tratamentos (Quadros 7 e 8). Assim, constatou-se que as diferenças significativas entre tratamentos após a aplicação da desrama

Quadro 7 – Resumo da análise de variância do diâmetro à altura do peito (cm), de plantas do clone 24504 de *Eucalyptus grandis*, submetidas à primeira intervenção de desrama aos 28 meses de idade (segunda época de desrama), em Abaeté-MG

FV	GL	QM
TRAT	5	2,93456 *
Resíduo (a)	12	0,51156
Idade	3	23,50436 *
Idade x TRAT	15	0,12266 <sup>ns</sup>
Resíduo (b)	36	0,11160
CV (%)		4,21

FV = fontes de variação; GL = graus de liberdade; QM = quadrado médio, ns = não-significativo a 5% de probabilidade; \* significativo a 5 % de probabilidade; e TRAT= tratamentos utilizados.

Quadro 8 – Diâmetro médio à altura do peito (cm), em diferentes idades de plantas do clone 24504 de *Eucalyptus grandis*, submetidas à primeira intervenção de desrama aos 28 meses de idade (segunda época de desrama), em função da idade (meses), em Abaeté-MG

Altura de Desrama (m)	Idade (Meses)			
	28	33	35	40
Test.	6,73 ab	8,06 ab	8,26 ab	9,89 ab
1,0(+gg)+2,0	6,87 ab	7,83 ab	8,10 ab	9,51 ab
1,5(+gg)+1,5	7,57 a	8,48 a	8,69 a	10,0 a
2,0(+gg)+1,0	6,78 ab	7,27 b	7,42 b	9,23 ab
1,0 + 2,0	6,21 b	7,17 b	7,20 b	8,81 b
1,5 + 1,5	5,93 b	7,55 ab	7,59 ab	9,24 ab

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

pode não ter ocorrido em função da aplicação de desrama. É possível que essa heterogeneidade do talhão quando da segunda época de desrama, ocorreu em razão do aumento da competição entre plantas após o fechamento do dossel acarretando em diferenças de crescimento das plantas. Analisando-se a diferença de crescimento em diâmetro, em percentagem, utilizando-se os dados do Quadro 8, verifica-se que o tratamento em que apresentou o maior diâmetro teve o menor incremento percentual entre 28 e 40 meses.

As equações de regressão selecionadas para estimar o DAP de plantas de *Eucalyptus grandis* da segunda época de desrama, em função da idade, são apresentadas no Quadro 9. Verificou-se, através de teste de identidade de modelos, que as equações devem ser usadas separadamente para todos os tratamentos da segunda época de desrama artificial. No tratamento onde houve a remoção de galhos a 1,5 m na primeira intervenção, com remoção de galhos grossos acima deste ponto, foi observado um maior crescimento diamétrico seguido da testemunha, sendo que o crescimento em DAP da testemunha tem uma grande tendência de aumentar com a idade (Figura 7).

Quadro 9 – Equações selecionadas para estimar o diâmetro à altura do peito (DAP), em cm, de plantas do clone 24504 de *Eucalyptus grandis*, submetidas à primeira intervenção de desrama aos 28 meses de idade (segunda época de desrama), em função da idade (I) (meses), em Abaeté-MG

Intensidade de Desrama (m)	Equação	R <sup>2</sup> Ajustado
Testemunha	$\text{Ln DAP} = 3,1421 - 34,9521 * (1/I)$	0,78
1,0(+gg)+2,0	$\text{Ln DAP} = 2,9588 - 29,3389 * (1/I)$	0,87
1,5(+gg)+1,5	$\text{Ln DAP} = 2,9093 - 25,2033 * (1/I)$	0,70
2,0(+gg)+1,0	$\text{Ln DAP} = 2,8349 - 26,8886 * (1/I)$	0,75
1,0+2,0	$\text{Ln DAP} = 2,9144 - 31,0315 * (1/I)$	0,91
1,5+1,5	$\text{Ln DAP} = 3,2368 - 41,0243 * (1/I)$	0,79

R<sup>2</sup> = coeficiente de determinação

Imediatamente após a primeira intervenção de desrama, observa-se que quando houve maior intensidade de remoção de copa (desrama até 2,0 m de altura) o incremento periódico foi substancialmente reduzido, com a remoção de galhos grossos acima deste ponto, enquanto as plantas da testemunha apresentavam o maior incremento (Figura 8). Os tratamentos que obtiveram o maior incremento diamétrico, no último período de avaliação, na segunda época de desrama, foram: a testemunha e o tratamento onde houve a remoção de galhos a 2,0 m na primeira intervenção, com remoção de galhos grossos acima deste ponto, ou seja, o tratamento onde não ocorreu a remoção de galhos e o tratamento de maior altura de remoção de galhos na planta. Esses resultados indicam a capacidade de recuperação do crescimento das plantas deste clone após a



desrama, ou seja, a desrama não foi tão drástica de modo a reduzir o crescimento das plantas.

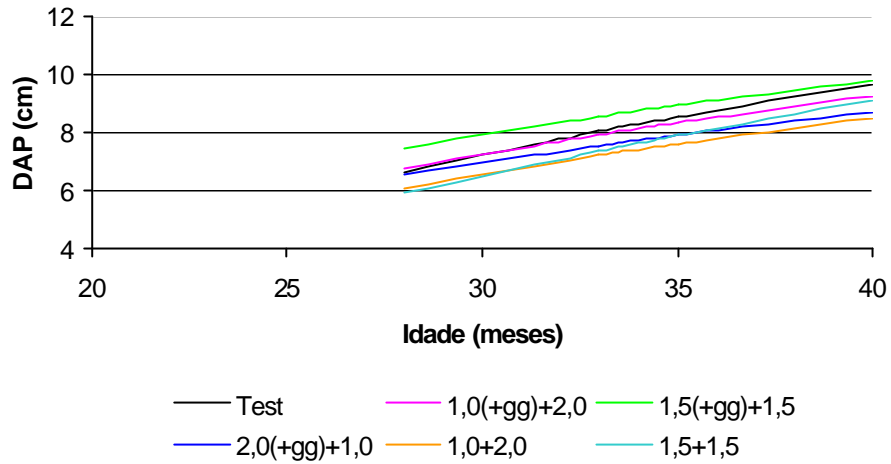


Figura 7 – Curvas de crescimento em diâmetro à altura do peito (DAP), em cm, de plantas do clone 24504 de *Eucalyptus grandis* submetidas à primeira intervenção de desrama aos 28 meses de idade (segunda época de desrama), em função da idade (meses), em Abaeté-MG.

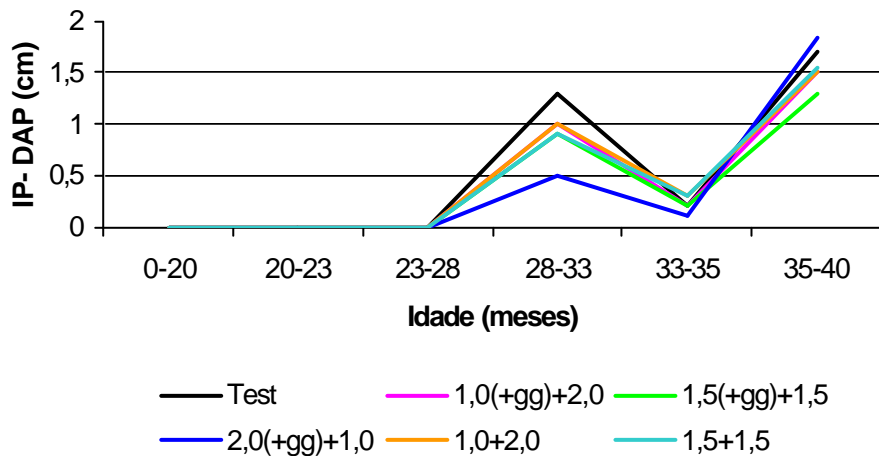


Figura 8 – Incremento periódico do crescimento em diâmetro à altura do peito (DAP), em cm, de plantas do clone 24504 de *Eucalyptus grandis* submetidas à primeira intervenção de desrama aos 28 meses de idade (segunda época de desrama), em função da idade (meses), em Abaeté-MG.

## 4.2. Crescimento em altura

A análise de variância mostrou que não houve diferença significativa em altura entre os tratamentos para a primeira época de desrama (Quadros 10 e 11). As equações de regressão selecionadas para estimar a altura total dos indivíduos de *Eucalyptus grandis* da primeira época de desrama sob diferentes intensidades de desrama, em função da idade, estão apresentadas no Quadro 12. Pelo teste de identidade de modelos, foi constatado que a equação  $\text{Ln } H = (3,26463 - 31,5735 * (1/I))$ , de  $R^2$  ajustado de 0,92, pode ser utilizada para estimar a altura das plantas nos seis tratamentos de desrama para a primeira época de desrama.

Apesar de não ter sido detectada diferença significativa no crescimento em altura até a idade de 40 meses, observa-se uma tendência de aumento do crescimento em altura com a idade, para a testemunha (Figura 9). PIRES (2000) constatou que as diferenças de crescimento tornaram-se mais evidentes aproximadamente dois anos após a desrama, ou seja, em idades mais avançadas podem surgir diferenças significativas, em altura, entre os tratamentos estudados. As diferenças entre tratamentos em relação ao incremento periódico do crescimento em altura (Figura 10) são menos evidentes do que o observado para o diâmetro.

Quadro 10 – Resumo da análise de variância da altura (m) de plantas do clone 24504 de *Eucalyptus grandis*, submetidas à primeira intervenção de desrama aos 20 meses de idade (primeira época de desrama), em função da idade (I) (meses), em Abaeté-MG

FV	GL	QM
TRAT	5	0,89872 <sup>ns</sup>
Resíduo (a)	12	0,89959
Idade	4	80,14281 <sup>*</sup>
Idade x TRAT	20	0,14915 <sup>ns</sup>
Resíduo (b)	48	0,12264
CV (%)		3,67

FV = fontes de variação; GL = graus de liberdade; QM = quadrado médio; ns = não-significativo a 5% de probabilidade; \*significativo a 5% de probabilidade; e TRAT = tratamentos utilizados.

Quadro 11 – Altura média (m), em diferentes idades de plantas do clone 24504 de *Eucalyptus grandis*, submetidas à primeira intervenção de desrama aos 20 meses de idade (primeira época de desrama), em Abaeté-MG

Altura de Desrama (m)	Idade (Meses)					
	20	23	28	33	35	40
Test.	6,40 a	6,77 a	8,59 a	10,7 a	10,92 a	12,86 a
1,0(+gg)+2,0	6,43 <sup>1</sup>	6,35 a	8,43 a	9,67 a	10,11 a	12,10 a
1,5(+gg)+1,5	6,54 <sup>1</sup>	6,68 a	8,69 a	9,77 a	10,00 a	12,33 a
2,0(+gg)+1,0	6,80 <sup>1</sup>	7,04 a	8,81 a	9,90 a	10,28 a	12,43 a
1,0 + 2,0	6,50 a	6,68 a	8,13 a	9,57 a	10,22 a	12,20 a
1,5 + 1,5	6,52 a	6,76 a	8,41 a	9,70 a	10,32 a	12,40 a

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna, não diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

<sup>1</sup> Dados de uma parcela de medição.

Quadro 12 – Equações selecionadas para estimar a altura (m), de plantas do clone 24504 de *Eucalyptus grandis* submetidas à primeira intervenção de desrama aos 20 meses de idade (primeira época de desrama), em função da idade (I) (meses), em Abaeté-MG

Altura de Desrama (m)	Equação	R <sup>2</sup> Ajustado
Testemunha	$\text{Ln } H = 3,3980 - 34,4736 * (1/I)$	0,88
1,0(+gg)+2,0	$\text{Ln } H = 3,2889 - 33,0952 * (1/I)$	0,97
1,5(+gg)+1,5	$\text{Ln } H = 3,2158 - 30,3059 * (1/I)$	0,94
2,0(+gg)+1,0	$\text{Ln } H = 3,1890 - 28,7544 * (1/I)$	0,88
1,0+2,0	$\text{Ln } H = 3,2426 - 31,4993 * (1/I)$	0,96
1,5+1,5	$\text{Ln } H = 3,2535 - 31,3128 * (1/I)$	0,95
Equação geral	$\text{Ln } H = 3,2646 - 31,5735 * (1/I)$	0,92

R<sup>2</sup> = coeficiente de determinação.

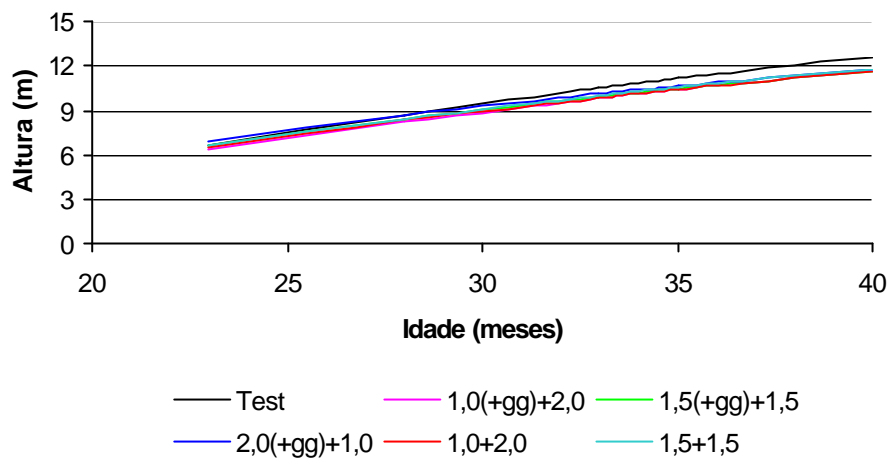


Figura 9 – Curvas de crescimento em altura (m) de plantas do clone 24504 de *Eucalyptus grandis*, submetidas à primeira intervenção de desrama aos 20 meses de idade (na primeira época de desrama), em função da idade (meses), em Abaeté-MG.

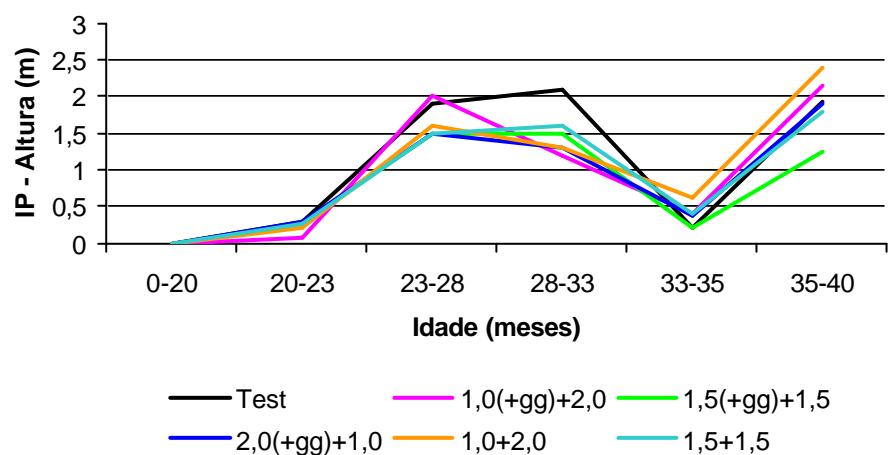


Figura 10 – Incremento periódico (IP) do crescimento em altura (m) de plantas do clone 24504 de *Eucalyptus grandis*, submetidas à primeira intervenção de desrama aos 20 meses de idade, na primeira época de desrama, em função da idade, em meses, em Abaeté-MG.

A análise de variância e o teste de médias para o crescimento em altura de plantas submetidas à primeira intervenção de desrama em março/2001 (segunda época de desrama), quando as plantas apresentavam 28 meses de idade, são apresentados nos Quadros 13 e 14. Observa-se diferença significativa aos 28, 33 e 35 meses de idade das plantas, porém, aos 40 meses de idade não foi observada diferença significativa entre tratamentos.

Quadro 13 – Resumo da análise de variância da altura (m), em diferentes idades, de plantas do clone 24504 de *Eucalyptus grandis* submetidas à primeira intervenção de desrama aos 28 meses de idade (segunda época de desrama), em função da idade (meses), em Abaeté-MG

<b>FV</b>	<b>GL</b>	<b>QM</b>
TRAT	5	6,6009 *
Resíduo (a)	12	1,5930
Idade	3	43,4252 *
Idade x TRAT	15	0,4355 <sup>ns</sup>
Resíduo (b)	36	9,2712
CV (%)		4,88

FV = fontes de variação; GL = graus de liberdade; QM = quadrado médio, ns = não-significativo a 5% de probabilidade; \*significativo a 5% de probabilidade; e TRAT = tratamentos utilizados.

Quadro 14 – Altura média (m), em diferentes idades, de plantas do clone 24504 de *Eucalyptus grandis*, submetidas à primeira intervenção de desrama aos 28 meses de idade (segunda época de desrama), em Abaeté-MG

<b>Altura de Desrama (m)</b>	<b>Idade (Meses)</b>			
	<b>28</b>	<b>33</b>	<b>35</b>	<b>40</b>
Test.	8,59 ab	10,71 ab	10,97 ab	12,86 a
1,0(+gg)+2,0	8,70 ab	9,40 b	10,10 ab	12,29 a
1,5(+gg)+1,5	10,08 a	11,53 a	11,97 a	13,40 a
2,0(+gg)+1,0	8,67 ab	9,07 b	10,29 ab	12,21 a
1,0 + 2,0	8,12 b	9,47 b	9,53 b	11,87 a
1,5 + 1,5	7,67 b	10,23 ab	10,23 ab	11,79 a

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna, não diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

As equações de regressão selecionadas para estimar a altura total dos indivíduos de *Eucalyptus grandis*, em função da idade, para a segunda época de desrama, estão apresentadas no Quadro 15. Através do teste de identidade de modelo, constatou-se que as equações devem ser usadas separadamente para cada tratamento.

Quadro 15 – Equações selecionadas para estimar a altura (m) de plantas do clone 24504 de *Eucalyptus grandis* submetidas à primeira intervenção de desrama aos 28 meses de idade (segunda época de desrama), em função da idade (I) (meses), em Abaeté-MG

Altura de Desrama (m)	Equação	R <sup>2</sup> Ajustado
Testemunha	$\text{Ln } H = 3,47025 - 36,9823 * (1/I)$	0,75
1,0+gg+2,0	$\text{Ln } H = 3,23354 - 31,0278 * (1/I)$	0,82
1,5+gg+1,5	$\text{Ln } H = 3,23581 - 26,1267 * (1/I)$	0,54
2,0+gg+1,0	$\text{Ln } H = 3,24570 - 31,6652 * (1/I)$	0,79
1,0+2,0	$\text{Ln } H = 3,27370 - 33,6710 * (1/I)$	0,87
1,5+1,5	$\text{Ln } H = 3,50814 - 40,8980 * (1/I)$	0,79

R<sup>2</sup> = coeficiente de determinação

Nas curvas geradas a partir destas equações pode ser visualizada a tendência do tratamento testemunha em aumentar o crescimento em altura com a idade (Figura 11).

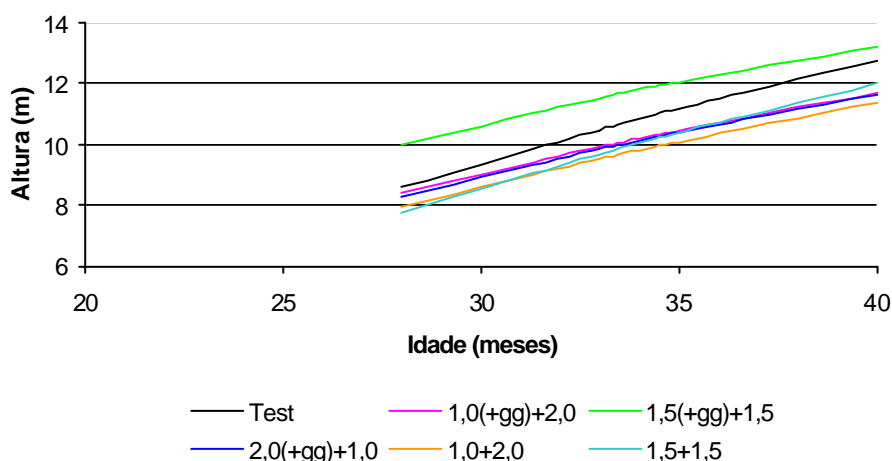


Figura 11 – Curvas de crescimento em altura (m) de plantas do clone 24504 de *Eucalyptus grandis* submetidas à primeira intervenção de desrama aos 28 meses de idade (segunda época de desrama), em função da idade (meses), em Abaeté-MG.

O incremento periódico em altura foi maior para a testemunha entre 28 e 33 meses de idade, enquanto todos os tratamentos que sofreram desrama apresentaram redução no IP neste período (Figura 12). Esse resultado difere do observado para a primeira época de desrama, quando foi observado IP similar para todos tratamentos (Figura 5). As plantas do tratamento 2,0 (+gg) +1,0 apresentaram a maior redução do IP após a primeira intervenção de desrama, e, posteriormente, observou-se a sua recuperação.

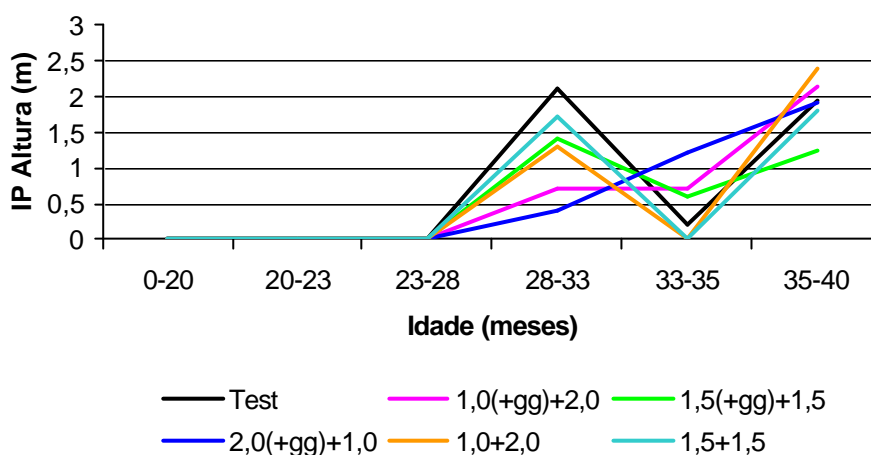


Figura 12 – Incremento periódico do crescimento em altura (m), de plantas do clone 24504 de *Eucalyptus grandis* submetidas à primeira intervenção de desrama aos 28 meses de idade (segunda época de desrama), em função da idade (meses), em Abaeté-MG.

Com base nos resultados de crescimento em diâmetro e altura aqui apresentados verifica-se que as intervenções de desrama realizadas não influenciaram drasticamente o crescimento das plantas, principalmente quando a desrama foi realizada em plantas mais jovens. Segundo Young e Kramer (1954), citados por KRAMER e KOZLOWSKI (1972), o crescimento em altura se processa através dos hidratos de carbono produzidos nas proximidades do ápice das plantas, podendo-se desramar grande parte da copa localizada em níveis que sejam inferiores, sem provocar séria redução

nos hidratos de carbono que são utilizados em favor do alongamento da árvore. Assim, até a idade de 40 meses não foi visualizado um decréscimo no crescimento das plantas em razão do uso da desrama artificial.

### 4.3. Produção volumétrica

As diferentes intensidades e freqüências de desrama não interferiram significativamente no ganho volumétrico das plantas para a primeira época de desrama (Quadros 16 e 17), a exemplo do que foi observado para o crescimento em DAP (Quadros 4 e 5) e altura (Quadros 10 e 11).

Quadro 16 – Resumo da análise de variância do volume ( $m^3/\text{árvore}$ ) de plantas do clone 24504 de *Eucalyptus grandis*, submetidas à primeira intervenção de desrama aos 20 meses de idade (primeira época de desrama), em Abaeté-MG

FV	GL	QM
TRAT	5	0,00031 <sup>ns</sup>
Resíduo (a)	12	0,00068
Idade	4	0,00279*
Idade x TRAT	20	0,00001 <sup>ns</sup>
Resíduo (b)	48	0,00001
CV (%)		11,73

FV = fontes de variação; GL = graus de liberdade; QM = quadrado médio; ns = não-significativo a 5% de probabilidade; \*significativo a 5% de probabilidade; e TRAT = tratamentos utilizados.

Quadro 17 – Volume médio ( $m^3/\text{árvore}$ ), em diferentes idades de plantas do clone 24504 de *Eucalyptus grandis*, submetidas à primeira intervenção de desrama aos 20 meses de idade (primeira época de desrama), em Abaeté-MG

Altura de Desrama (m)	Idade (Meses)				
	23	28	33	35	40
Test.	0,0074 a	0,0162 a	0,0241 a	0,0276 a	0,0433 a
1,0(+gg)+2,0	0,0071 a	0,0158 a	0,0215 a	0,0275 a	0,0397 a
1,5(+gg)+1,5	0,0084 a	0,0168 a	0,0219 a	0,0278 a	0,0427 a
2,0(+gg)+1,0	0,0088 a	0,0194 a	0,0258 a	0,0292 a	0,0444 a
1,0 + 2,0	0,0065 a	0,0141 a	0,0205 a	0,0244 a	0,0380 a
1,5 + 1,5	0,0074 a	0,0160 a	0,0220 a	0,0240 a	0,0391 a

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna, não diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.



As equações de regressão selecionadas para estimar o volume de *Eucalyptus grandis*, sob diferentes intensidades de desrama, em função da idade, são apresentadas no Quadro 18 e as curvas geradas pelas equações podem ser visualizadas na Figura 13. Constatou-se que a equação  $\text{Ln } V = -1,1226 - 86,5286 * (1/l)$ , com  $R^2$  ajustado de 0,91 pode ser usada para estimar o volume das árvores, em função da idade, em todos tratamentos de desrama aplicados.

Quadro 18 – Equações selecionadas para estimar o volume (V), (m<sup>3</sup>/árvore), em diferentes idades de plantas do clone 24504 de *Eucalyptus grandis*, submetidas à primeira intervenção de desrama aos 20 meses de idade (primeira época de desrama), em função da idade (l) (meses), em Abaeté-MG

Altura de Desrama (m)	Equação	R <sup>2</sup> Ajustado
Testemunha	$\text{Ln } V = -0,8985 - 92,4587 * (1/l)$	0,90
1,0+gg+2,0	$\text{Ln } V = -1,0084 - 90,3494 * (1/l)$	0,93
1,5+gg+1,5	$\text{Ln } V = -1,3964 - 78,2083 * (1/l)$	0,81
2,0+gg+1,0	$\text{Ln } V = -1,1699 - 81,9619 * (1/l)$	0,85
1,0+2,0	$\text{Ln } V = -1,0507 - 91,4810 * (1/l)$	0,98
1,5+1,5	$\text{Ln } V = -1,2118 - 84,7120 * (1/l)$	0,92
Equação geral	$\text{Ln } V = -1,1226 - 86,5286 * (1/l)$	0,91

R<sup>2</sup> = coeficiente de determinação.

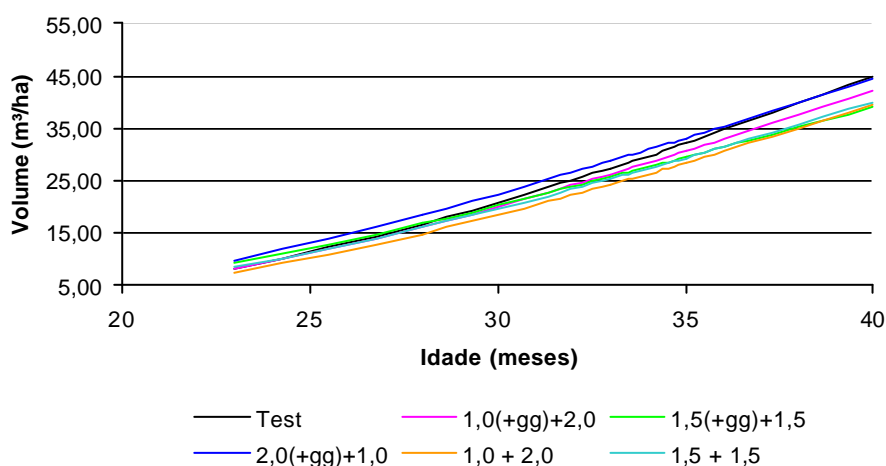


Figura 13 – Curva de crescimento em volume (m<sup>3</sup>/hectare), em diferentes idades de plantas do clone 24504 de *Eucalyptus grandis* submetidas à primeira intervenção de desrama aos 20 meses de idade (primeira época de desrama), em função da idade (meses), em Abaeté-MG.

O incremento periódico em volume, por árvore, aos 40 meses de idade, foi maior nos tratamentos testemunha e para o tratamento onde houve a remoção de galhos a 2,0 m na primeira intervenção, com remoção de galhos grossos acima deste ponto (Figura 14), confirmando que a desrama não foi suficientemente drástica, a ponto de reduzir o crescimento das plantas, como já constatado anteriormente pela análise do crescimento em altura e diâmetro (Figuras 4 e 9).

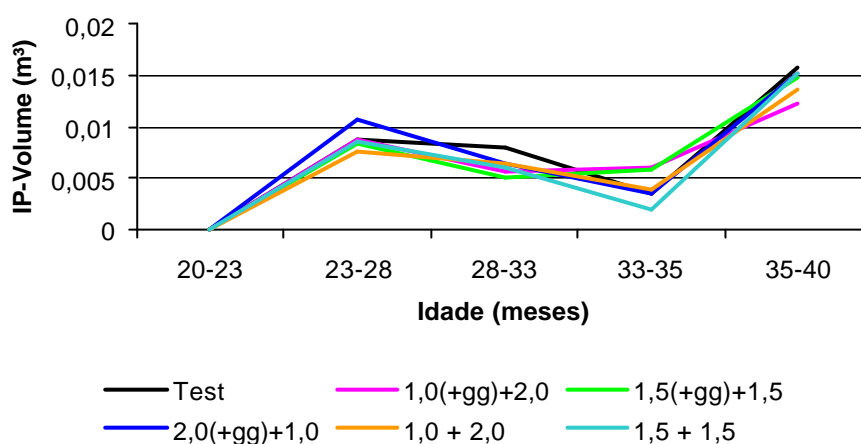


Figura 14 – Incremento periódico do volume médio (m³/árvore) em diferentes idades de plantas do clone 24504 de *Eucalyptus grandis* submetidas à primeira intervenção de desrama aos 20 meses de idade (primeira época de desrama), em função da idade (meses), em Abaeté-MG.

Na segunda época de desrama, a produção volumétrica também apresentou diferenças significativas como o DAP e altura desta mesma época de desrama, isso se deve à heterogeneidade do talhão e não aos diferentes tratamentos de desrama utilizados (Quadros 19 e 20).

As equações de regressão selecionadas para estimar o volume de *Eucalyptus grandis* em função da desrama artificial são apresentadas no Quadro 21. O teste de identidade de modelos indicou que em todos tratamentos, deve-se utilizar as equações separadamente.

Quadro 19 – Resumo da análise de variância do volume (m<sup>3</sup>/árvore), de plantas do clone 24504 de *Eucalyptus grandis*, submetidas à primeira intervenção de desrama aos 28 meses de idade (segunda época de desrama), em Abaeté-MG

FV	GL	QM
TRAT	5	0,00276 *
Resíduo (a)	12	0,00005
Idade	2	0,00174 *
Idade x TRAT	10	0,00001 <sup>ns</sup>
Resíduo (b)	24	0,000001
CV (%)		9,83

FV = fontes de variação; GL = graus de liberdade; QM = quadrado médio; ns = não-significativo a 5% de probabilidade, \* significativo a 5% de probabilidade; e TRAT= tratamentos utilizados.

Quadro 20 – Volume médio (m<sup>3</sup>/árvore), em diferentes idades de plantas do clone 24504 de *Eucalyptus grandis*, submetidas à primeira intervenção de desrama aos 28 meses de idade (segunda época de desrama), em Abaeté-MG

Altura de Desrama (m)	Idade (Meses)		
	33	35	40
Test.	0,0241 ab	0,0276 ab	0,0433 ab
1,0(+gg)+2,0	0,0202 ab	0,0246 b	0,0401 ab
1,5(+gg)+1,5	0,0296 a	0,0377 a	0,0470 a
2,0(+gg)+1,0	0,0184 ab	0,0219 b	0,0399 ab
1,0 + 2,0	0,0163 b	0,0175 b	0,0336 b
1,5 + 1,5	0,0197 ab	0,0199 b	0,0356 ab

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna, não diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Quadro 21 – Equações selecionadas para estimar o volume (V), em m<sup>3</sup>/árvore, de plantas do clone 24504 de *Eucalyptus grandis* submetidas à primeira intervenção de desrama aos 28 meses de idade (segunda época de desrama), em função da idade (I) (meses), em Abaeté-MG

Altura de Desrama (m)	Equação	R <sup>2</sup> Ajustado
Testemunha	Ln V = -0,3010 - 114,4750 * (1/I)	0,61
1,0(+gg)+2,0	Ln V = -0,0410 - 130,7550 * (1/I)	0,83
1,5(+gg)+1,5	Ln V = -0,9248 - 84,9610 * (1/I)	0,45
2,0(+gg)+1,0	Ln V = -0,4680 - 148,3910* (1/I)	0,95
1,0+2,0	Ln V = -0,1610 - 143,6020 * (1/I)	0,94
1,5+1,5	Ln V = -0,4090 - 118,6960 * (1/I)	0,87

R<sup>2</sup> = coeficiente de determinação.

A produção volumétrica, por hectare (Figura 15), foi maior para o tratamento onde houve a remoção de galhos a 1,5 m na primeira intervenção, com remoção de galhos grossos acima deste ponto, seguido do tratamento testemunha.

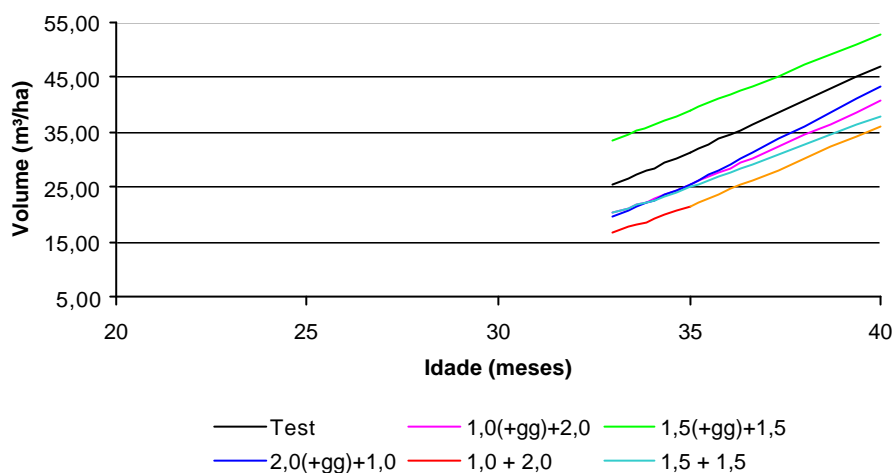


Figura 15 – Curva de crescimento em volume ( $m^3/ha$ ) de plantas do clone 24504 de *Eucalyptus grandis*, submetidas à primeira intervenção de desrama aos 28 meses de idade (segunda época de desrama), em Abaeté-MG.

O incremento periódico entre 35 e 40 meses foi maior para o tratamento onde houve a remoção de galhos até o nível de 2,0 m na primeira intervenção, com remoção de galhos grossos acima deste ponto, seguido do tratamento testemunha (Figura 16).

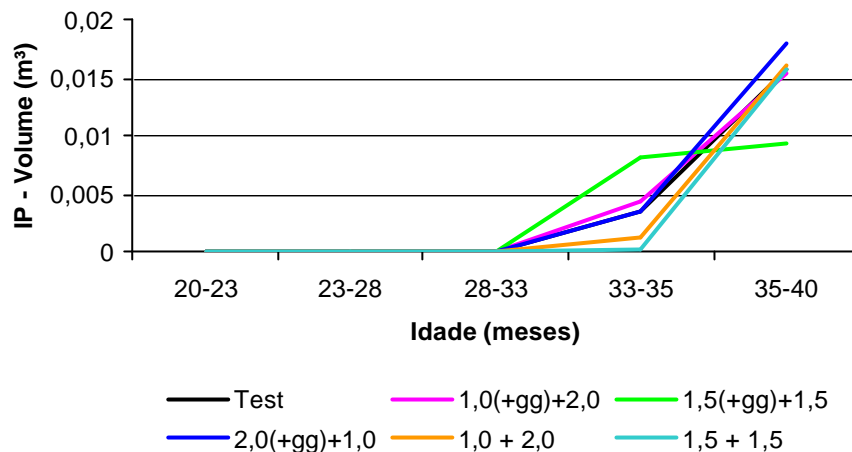


Figura 16 – Incremento periódico do volume (m<sup>3</sup>/árvore), em diferentes idades de plantas do clone 24504 de *Eucalyptus grandis* submetidas à primeira intervenção de desrama aos 28 meses de idade (segunda época de desrama), em Abaeté-MG.

#### 4.4. Índice de área foliar (IAF)

Para a primeira época de desrama, em que houve a primeira intervenção aos 20 meses (julho de 2000), o IAF diferiu significativamente entre os tratamentos de desrama apenas por um período curto após a realização da desrama. Este período correspondeu à época seca do ano (Quadros 22 e 23). As plantas testemunha do clone 24504 apresentavam IAF correspondente a 1,66, aos 20 meses de idade, quando estas foram submetidas à desrama e, três meses após à aplicação da primeira intervenção da desrama, o IAF médio nos tratamentos em que houve a desrama foi de 0,85, o que corresponde a praticamente metade do IAF da testemunha. É interessante notar que, apesar de ter ocorrido redução drástica de IAF após a desrama, não foram observadas diferenças significativas no crescimento em DAP e altura, conforme discutido anteriormente (Quadros 4, 5, 8 e 9).

Quadro 22 – Resumo da análise de variância do índice de área foliar de plantas do clone 24504 de *Eucalyptus grandis* submetidas à primeira intervenção de desrama aos 20 meses de idade (primeira época), em Abaeté-MG

FV	GL	QM
TRAT	5	0,4037*
Resíduo (a)	12	0,05572
Idade	4	8,9434*
Idade x TRAT	20	0,0865*
Resíduo (b)	48	0,0527
CV (%)	12,19	

FV = fontes de variação; GL = graus de liberdade; QM = quadrado médio; CV = coeficiente de variação; e ns = não-significativo a 5% de probabilidade.

Quadro 23 – Índice de área foliar médio, em diferentes idades de plantas do clone 24504 de *Eucalyptus grandis* submetidas à primeira intervenção de desrama aos 20 meses de idade (primeira época), em Abaeté-MG

Altura de Desrama (m)	Idade (Meses)				
	23	28	33(AD)	33(DD)	40
Test.	1,52 a	2,73 a	1,84 a	1,84 a	2,90 a
1,0(+gg)+2,0	0,80 b	2,18 a	1,51 a	1,44 a	2,78 a
1,5(+gg)+1,5	0,81 b	2,26 a	1,81 a	1,44 a	2,52 a
2,0(+gg)+1,0	0,67 b	2,09 a	1,69 a	1,50 a	2,72 a
1,0 + 2,0	1,16 ab	2,61 a	1,79 a	1,27 a	2,55 a
1,5 + 1,5	0,79 b	2,65 a	1,81 a	1,50 a	2,78 a

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade; AD = antes da desrama; e DD = depois da desrama.

Conforme se verifica na Figura 17, este clone é caracterizado pela ocorrência de galhos basais diâmetro maior que 2 cm, voltados acentuadamente para cima, tendo grande quantidade de folhas. A remoção de galhos implica, portanto, em redução acentuada do IAF, porém, traz benefícios para o crescimento da planta por estes galhos se constituírem em forte dreno de assimilados, concorrendo com a demanda de reservas pelo fuste da árvore.

Além da redução do IAF após a primeira intervenção de desrama aos 20 meses de idade (primeira época), constatou-se, também, uma redução da circunferência da copa (Figura 18), porém, a partir dos 25 meses, foi observado a retomada de crescimento dos galhos, havendo, novamente, a



Figura 17 – Clone 24504 de *Eucalyptus grandis* não-desramado aos 16 meses de idade, em Abaeté-MG.

sobreposição de copas das árvores em alguns pontos do povoamento. A redução elevada da projeção de copa após a primeira intervenção de desrama deve-se à remoção dos galhos grossos que predominam na base da árvore.

A recuperação da copa, bem como do IAF, ocorreu entre os 23 e 28 meses de idade das plantas, o que corresponde ao período chuvoso do ano (Figura 6). A partir de 28 meses, não foi observada diferença significativa no IAF entre os tratamentos de desrama.

Aos 33 meses de idade, as plantas foram submetidas à segunda intervenção de desrama, quando todos os tratamentos apresentavam IAF similar ao da testemunha (Quadro 23). Com esta intervenção, nota-se que a redução no IAF não foi significativa. Isto ocorreu porque entre março de 2001 (28 meses) e agosto de 2001 (33 meses) foi observada elevada abscisão foliar em razão da competição mais intensa entre plantas, uma vez que o dossel já se encontrava bastante fechado e este período correspondia ao início do período seco do ano. Assim, a remoção de galhos, que em sua maioria ainda estavam vivos, não implicou em redução foliar, razão de não influenciar negativamente o crescimento das plantas.

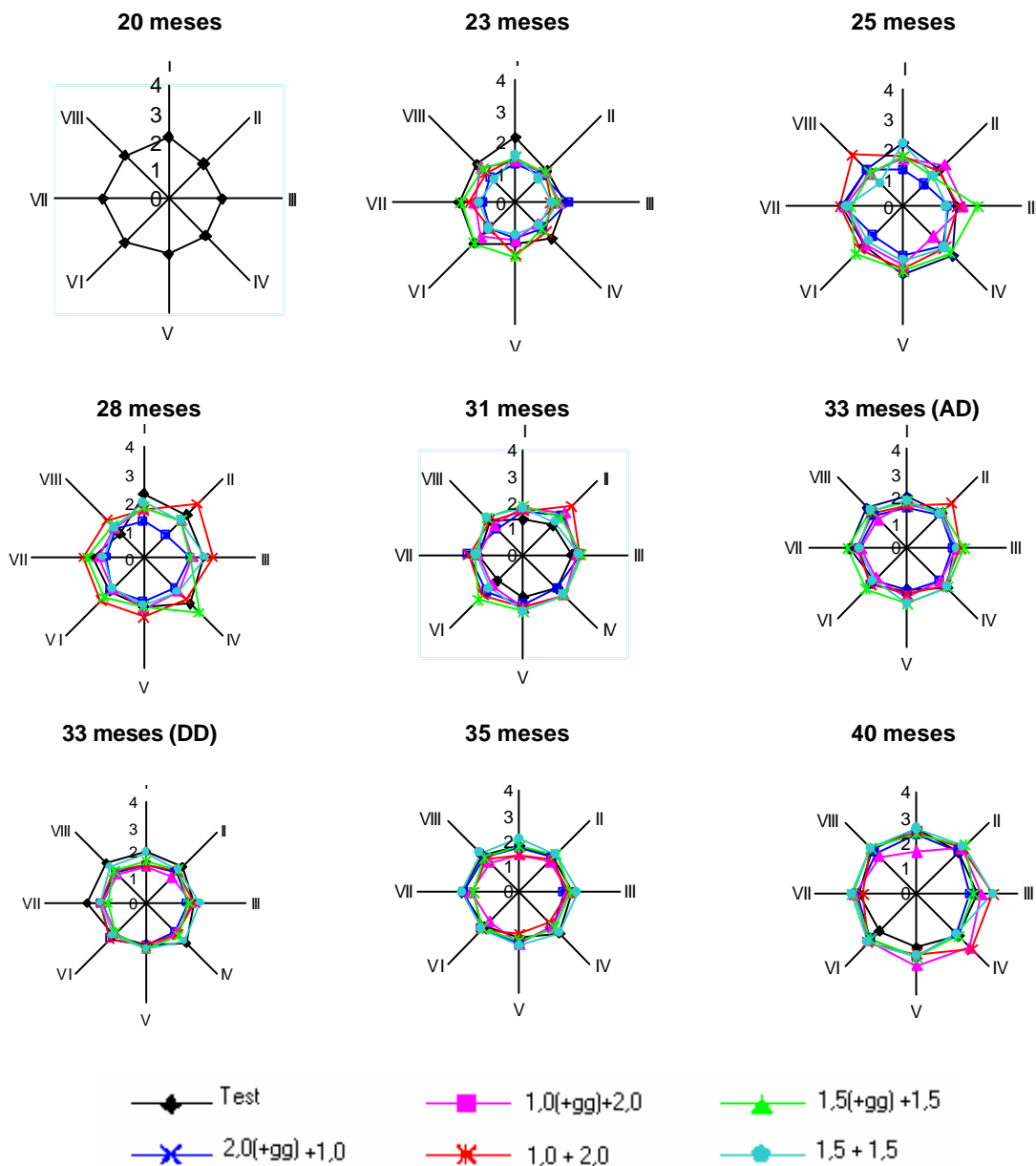


Figura 18 – Circunferência da copa (m), a partir da medição de oito posições ortogonais do raio da copa de plantas do clone 24504 de *Eucalyptus grandis* submetidas à primeira intervenção de desrama aos 20 meses de idade (primeira época de desrama), em Abaeté-MG, em diferentes idades (meses) (AD = antes da desrama e DD = depois da desrama).



Na segunda intervenção, aos 33 meses de idade, verificou-se reduzida influência da desrama sobre a circunferência da copa, tendo permanecido algum entrelaçamento de galhos longos acima de 3 m de altura. No entanto, a partir dos 35 meses de idade, a circunferência de copas de árvores desramadas aumentou, pois os galhos acima de 3 m de altura alongaram-se lateralmente. De acordo com OLIVER e LARSON (1990), os galhos sombreados produzem pouco fotoassimilados, não tendo grande efetividade sobre o crescimento do fuste principal da árvore. Assim, a aplicação da desrama artificial favoreceu o crescimento da copa das plantas, devido a maior disponibilidade de fotoassimilados e, nenhum dos tratamentos utilizados afetou a recuperação da copa, provavelmente, em razão destas intervenções não terem sido demasiadamente drásticas.

A análise dos dados do Quadro 23 permite, também, avaliar a dinâmica do crescimento de copa com a idade e com a estação do ano. Nas avaliações realizadas aos 28 e 40 meses de idade, que coincidiu com o final do período chuvoso, o IAF atingiu valores mais elevados, e, durante o período seco foi registrada acentuada redução do IAF em razão da intensificação da abscisão foliar nas plantas de todos os tratamentos de desrama.

PINKARD et al. (1999) estudaram a influência de mudanças na área foliar sobre a recuperação do crescimento após a desrama em plantas de *Eucalyptus nitens*, aos três anos de idade. Esses autores verificaram que, com a remoção de 50% da altura da copa viva das plantas, o IAF passou de 6 para 3,5, e, com a remoção de 70% da altura da copa viva, o IAF reduziu-se para 1,9. Observaram, também, que com a remoção de 50% da altura da copa viva, as plantas recuperaram seu crescimento em menos de quatro meses após a desrama e, com a retirada de 70%, as plantas não apresentaram pronta recuperação. No presente estudo, a remoção mais elevada de copa viva entre os tratamentos de desrama não ultrapassava a 31% da altura da copa viva da planta, comprometendo relativamente pouco a superfície fotossintetizante das plantas, em razão dos tratamentos de desrama aplicado imporem uma moderada interferência à copa das plantas.

O valor máximo de IAF para a testemunha, aos 40 meses de idade, foi de 2,9, ou seja, metade do valor observado por PINKARD et al. (1999)

para *E. nitens*, aos 3 anos de idade. DYE e OLBRICH (1993), também, observaram IAF igual a 4,5 para povoamento de *E. grandis* na África e CROMER et al. (1993) observaram o IAF igual a 5 em povoamento fertilizado de *E. grandis* na Austrália. Todos esses pesquisadores registraram valores superiores àquele do presente estudo. CONTRERAS (1997), em seu estudo com *E. pellita*, aos 7 anos de idade, observou que no espaçamento 9 x 9 m o IAF foi 2,6 enquanto no espaçamento 3 x 1 o IAF foi igual a 6,6, ou seja, quanto menor o espaçamento entre plantas dessa espécie maior o IAF do povoamento. Os valores relativamente baixos de IAF observados no presente trabalho, em comparação com os da literatura, justificam-se possivelmente em resposta às diferenças de sítio, espaçamento, material genético, dentre outros.

Na segunda época, a avaliação do IAF foi realizada antes e imediatamente após a intervenção da desrama no povoamento do clone 24504 de *E. grandis*. Este povoamento, apresentava idade de 28 meses na primeira intervenção e 33 meses na segunda intervenção. Por ocasião da primeira intervenção, as plantas se apresentavam com as copas bastante uniformes antes da aplicação da desrama não tendo sido observada diferença significativa do IAF entre os tratamentos de desrama (Quadros 24 e 25).

A desrama nas plantas de 28 meses de idade promoveu uma pequena redução do IAF não atingindo, porém, níveis de redução suficientes para promover diferença significativa entre os tratamentos. Esta pequena redução de IAF após a primeira intervenção de desrama ocorreu possivelmente devido as plantas, aos 28 meses de idade, já estarem exibindo intensa abscisão foliar, com alguma morte de galhos mais finos ao longo da copa da planta. Esta mesma resposta foi observada aos 33 meses de idade, quando foi aplicada a segunda intervenção de desrama, o que indica que a desrama natural já havia se instalado no povoamento por essa ocasião.

Aparentemente, as plantas entre 28 e 33 meses de idade, experimentaram um período seco bastante severo. Este período seco foi suficiente para reduzir substancialmente a área foliar das plantas e impedir a recuperação da copa nas plantas de todos os tratamentos de desrama.

Quadro 24 – Resumo da análise de variância do índice de área foliar de plantas do clone 24504 de *Eucalyptus grandis* submetidas à primeira intervenção de desrama aos 28 meses de idade (segunda época), em Abaeté-MG

FV	GL	QM
TRAT	5	0,53635*
Resíduo (a)	12	0,15532
Idade	4	7,18858*
Idade x TRAT	20	0,08000*
Resíduo (b)	48	0,05462
CV (%)	10,17	

FV = fontes de variação; GL = graus de liberdade; QM = quadrado médio; CV = coeficiente de variação; e ns = não-significativo a 5% de probabilidade.

Quadro 25 – Médias do índice de área foliar, em diferentes idades de plantas do clone 24504 de *Eucalyptus grandis* submetidas à primeira intervenção de desrama aos 28 meses de idade (segunda época), em Abaeté-MG

Altura de Desrama (m)	Idade (Meses)				
	28(AD)	28(DD)	33(AD)	33(DD)	40
Test.	2,73 a	2,73 a	1,84 a	1,84 a	2,90 abc
1,0(+gg)+2,0	2,98 a	2,31 a	1,96 a	1,62 a	3,16 ab
1,5(+gg)+1,5	3,00 a	2,37 a	1,94 a	1,54 a	2,97 abc
2,0(+gg)+1,0	3,19 a	2,53 a	1,85 a	1,78 a	3,22 a
1,0 + 2,0	2,63 a	2,50 a	1,74 a	1,20 a	2,52 bc
1,5 + 1,5	2,82 a	2,20 a	1,46 a	1,14 a	2,15 c

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade; AD = antes da desrama; e DD = depois da desrama.

Para a segunda época de desrama também foi observado um decréscimo da circunferência da copa da planta com o aumento da intensidade da desrama e, apesar de terem recebido a desrama, todos os tratamentos, aos 40 meses de idade, apresentaram projeção maior ou igual à das plantas testemunha. Desta forma, é possível inferir que os tratamentos de desrama artificial utilizados no presente estudo, favoreceram a expansão da copa da planta (Figura 19).

Aos 40 meses de idade, ocasião em que o período chuvoso já havia se iniciado na região, houve uma recuperação acentuada da área foliar das plantas, o que promoveu uma rápida elevação do IAF.

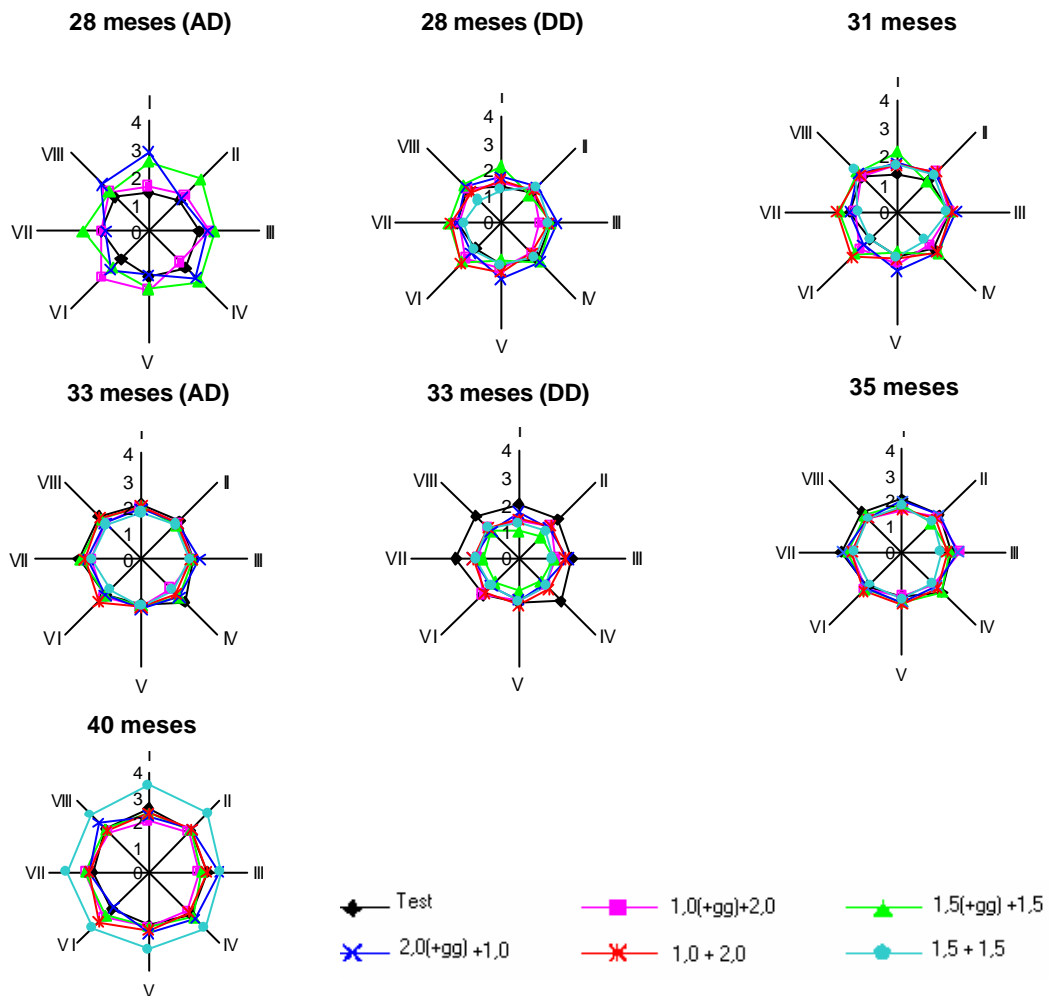


Figura 19 – Circunferência da copa (m), a partir da medição de oito posições ortogonais do raio da copa, de plantas do clone 24504 de *Eucalyptus grandis* submetidas à primeira intervenção de desrama aos 28 meses de idade (segunda época de desrama), em Abaeté-MG, em diferentes idades (meses) (AD = antes da desrama e DD = depois da desrama).

Aos 40 meses, nos tratamentos onde foram desramadas somente as árvores selecionadas mais vigorosas e de melhor forma, a recuperação do índice de área foliar foi mais rápida em comparação com as plantas dos tratamentos onde todas as árvores do povoamento foram sistematicamente desramadas (tratamentos de desrama: 1,0 + 2,0 e 1,5 + 1,5). Quando todas as árvores do povoamento foram desramadas houve maior redução do IAF, possivelmente, em razão de ter havido maior penetração de luz, o que facilitou a alongação dos galhos laterais remanescentes. A remoção de copa viva na segunda época de desrama não foi maior que 42%, não tendo sido suficientemente drástica de maneira a afetar a recuperação de área foliar.

#### 4.5. Transmissividade da PAR

Na segunda época, a transmissividade da radiação fotossinteticamente ativa (PAR) foi avaliada em plantas de 28 meses de idade antes e após serem submetidas à primeira intervenção de desrama. Após 5 meses dessa primeira intervenção não foram observadas diferenças significativas entre os tratamentos de desrama utilizados (Quadros 26 e 27). Essas diferenças significativas ocorreram em plantas de 33 meses de idade após a segunda intervenção de desrama (Quadro 27).

Quadro 26 – Resumo da análise de variância da transmissividade da radiação fotossinteticamente ativa (%) de plantas do clone 24504 de *Eucalyptus grandis* submetidas à primeira intervenção de desrama aos 28 meses de idade (segunda época), em Abaeté-MG

FV	GL	QM
TRAT	5	129,0840*
Resíduo (a)	12	62,0434
Idade	3	192,4709*
Idade x TRAT	15	83,8094*
Resíduo (b)	36	38,2122
CV (%)	31,04	

FV = fontes de variação; GL = graus de liberdade; QM = quadrado médio; CV = coeficiente de variação; e ns = não-significativo a 5% de probabilidade.

Quadro 27 – Transmissividade da radiação fotossinteticamente ativa média (%), em diferentes idades de plantas do clone 24504 de *Eucalyptus grandis* submetidas à primeira intervenção de desrama aos 28 meses de idade (segunda época), em Abaeté-MG

Altura de Desrama (m)	Idade (Meses)			
	28(AD)	28(DD)	33(AD)	33(DD)
Test.	22,81 a	22,81 a	12,26 a	12,26 c
1,0(+gg)+2,0	16,53 a	20,13 a	17,12 a	21,61 abc
1,5(+gg)+1,5	15,32 a	20,38 a	17,15 a	19,80 bc
2,0(+gg)+1,0	10,84 a	15,03 a	22,38 a	19,10 bc
1,0 + 2,0	17,23 a	25,83 a	18,23 a	36,58 a
1,5 + 1,5	17,53 a	24,05 a	19,45 a	33,43 ab

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade; AD = antes da desrama; e DD - depois da desrama.

A transmissividade da PAR aumentou com a intensidade de desrama, sendo que a testemunha (não desramada) teve a menor transmissividade. Nos tratamentos onde todas as plantas do talhão foram desramadas (tratamentos de desrama: 1,0 + 2,0 e 1,5 + 1,5) houve aumento rápido na transmissividade, enquanto nos demais tratamentos em que somente cerca de 60% das árvores foram selecionadas para a desrama, a interceptação da radiação foi maior. Ou seja, as árvores não desramadas e que permaneceram com a copa intacta próxima daquelas selecionadas para desrama influenciaram negativamente na transmissividade da PAR.

Aos 28 meses de idade, as copas das árvores se apresentavam bem fechadas (Figura 19), sugerindo a necessidade de aplicação de desbaste nas plantas não desramadas após a aplicação da desrama nas árvores selecionadas. Com o aumento da intensidade da desrama, houve aumento da luminosidade no interior do povoamento, influenciando positivamente o crescimento das plantas. A prática da desrama artificial aumenta a temperatura no interior do povoamento, bem como a disponibilidade de luz no interior da copa, favorecendo a fixação de carbono e o crescimento das plantas (HARD, 1992), devendo, em muitos casos, ser seguida da aplicação de desbaste no povoamento.

## 5. RESUMO E CONCLUSÕES

O crescimento em diâmetro à altura do peito (DAP), altura e volume e índice de área foliar (IAF) e transmissividade da radiação fotossinteticamente ativa (PAR) foram avaliados em plantas do clone 24504 de *Eucalyptus grandis* [HILL EX MAIDEN], submetidas a diferentes intensidades e épocas de desrama artificial e estabelecidas em espaçamento 3,0 x 3,0 m, em Abaeté, MG. Na primeira época, a primeira intervenção de desrama foi efetuada em plantas de 20 meses (julho/2000) e, na segunda época (março/2001), a primeira intervenção de desrama foi efetuada em plantas de 28 meses de idade. Aos 33 meses, as plantas das duas épocas sofreram a segunda intervenção de desrama, que se estendeu a 3,0 m de altura. A altura total e o DAP das plantas foram medidos para todos os tratamentos, na primeira época de desrama aos 20, 23, 28, 33, 35 e 40 meses de idade e, na segunda época de desrama, aos 28, 33, 35 e 40 meses de idade.

A desrama artificial na primeira época não afetou negativamente o crescimento das plantas em diâmetro, altura e volume, após 20 meses da aplicação da primeira intervenção de desrama, mas foi observada uma tendência de aumento no crescimento em altura, com a idade, para a testemunha;

Para a segunda época de aplicação de desrama, foi observada diferença significativa entre os tratamentos a 5% de probabilidade. A testemunha e o tratamento de remoção de galhos até a altura de 1,5 m na

primeira intervenção, com remoção de galhos grossos acima deste ponto, apresentaram maior crescimento em altura, diâmetro e volume, após 12 meses da aplicação da desrama.

Foram observadas diferenças significativas no IAF entre os tratamentos de desrama na primeira época apenas por um período curto após a realização da primeira intervenção de desrama, na primeira época. A redução elevada da projeção de copa aos 23 meses deveu-se a remoção de galhos grossos na base da árvore deste clone, na primeira intervenção de desrama.

A desrama nas plantas de 28 meses de idade promoveu uma pequena redução do IAF não atingindo, porém, níveis de redução suficientes para promover diferença significativa entre os tratamentos. Esta pequena redução de IAF após a primeira intervenção de desrama ocorreu porque as plantas, aos 28 meses de idade, já estavam exibindo intensa abscisão foliar e alguma morte de galhos mais finos. Resultados similares foram, também, observados aos 33 meses de idade, na segunda intervenção de desrama, o que indica que a desrama natural já havia se instalado no povoamento.

Para a segunda época de desrama também foi observado decréscimo da circunferência da copa da planta com o aumento da intensidade da desrama e, apesar de terem sofrido a desrama, as plantas de todos os tratamentos, aos 40 meses de idade apresentaram projeção de copa maior ou igual à das plantas não desramadas, sugerindo assim que a desrama artificial favoreceu a expansão da copa da planta.

A transmissividade da PAR aumentou com a intensidade de desrama. Nos tratamentos onde todas as plantas do talhão foram desramadas (1,0+2,0 e 1,5+1,5) houve elevação substancial da transmissividade, enquanto nos demais tratamentos em que somente cerca de 60% das árvores foram desramadas. Ou seja, as árvores não desramadas do povoamento influenciaram negativamente a transmissividade.

Conclui-se, com base na presente pesquisa, que os diferentes níveis de desrama artificial utilizados não foram suficientemente drásticos de modo a comprometer o crescimento das plantas até a idade de 40 meses, há necessidade de avaliação do crescimento em idades mais avançadas.



## **CAPÍTULO 2**

### **QUALIDADE DA MADEIRA SERRADA DE PLANTAS DE CLONE 24504 DE *Eucalyptus grandis* [HILL EX MAIDEN] SUBMETIDAS A DESRAMA ARTIFICIAL**

#### **1. INTRODUÇÃO**

A madeira de eucalipto pode fornecer produtos de diferentes valores de mercado como madeira para serraria, laminados, chapas de madeira reconstituída, energia e celulose e papel e, ainda, é possível o aproveitamento de resíduos para a fabricação de chapas de fibra e geração de energia, dentre outros (LEITE, 1994).

No Brasil, o eucalipto ainda não tem sido utilizado adequadamente para a produção de madeira serrada de qualidade (PONCE, 1995). As restrições ao uso do eucalipto como madeira serrada têm origem tecnológica e cultural, além da falta de informações sobre o seu manejo para este fim. A presença de nós compromete a qualidade da madeira serrada, podendo promover desvios dos tecidos lenhosos (BURGER e RICHTER, 1991), alterando as propriedades físico-mecânicas da madeira e seus desenhos.

A prática da desrama artificial produz madeira limpa, livre de nós, ou seja, permite obter madeira de melhor qualidade (SMITH, 1962; EVANS, 1992; KOZLOWSKI e PALLARDY, 1997; PIRES, 2000) desde que ocorra uma rápida cicatrização dos ferimentos causados pela desrama. Assim, é

fundamental conhecer o desenvolvimento da cicatrização dos ferimentos, bem como a forma, época e intensidade mais adequadas de aplicação da desrama, com o intuito de favorecer a cicatrização e diminuir os riscos de ataque de fungos e insetos ou apodrecimento pelo acúmulo de umidade.

A conicidade que influencia o rendimento do desdobro da tora pode também ser modificada com a desrama artificial, conforme revisto por KOZLOWSKI (1971) e constatado por PIRES (2000).

O presente estudo teve o objetivo de avaliar o efeito da desrama artificial sobre a conicidade do tronco e a capacidade de cicatrização dos ferimentos em plantas de clone de *Eucalyptus grandis*, manejadas para produção de madeira serrada.

## 2. REVISÃO DE LITERATURA

No manejo de florestas para produção de madeira serrada há necessidade de se preocupar com a eficiência na produção de madeira serrada de qualidade, o que pode ser obtido com a escolha de material genético apropriado, o uso de espaçamento adequado no plantio e o manejo do povoamento através de técnicas como desrama artificial e desbaste.

A conicidade é uma das características do tronco que afeta o rendimento do desdobro, influenciando a quantidade de resíduos e, a qualidade da madeira está principalmente relacionada com a quantidade de nós, e ambos podem ser modificados com a desrama artificial (PIRES, 2000).

O crescimento do tronco ocorre em resposta à atividade do câmbio vascular, um meristema lateral localizado entre o xilema e o floema do tronco, galhos e raízes lenhosas (KOZLOWSKI e PALLARDY, 1997). Segundo GARTNER (1995), a atividade cambial é muito responsiva às condições ambientais como luminosidade, água e temperatura. Conforme Young e Kramer (1952), citados por KRAMER e KOZLOWSKI (1960), a desrama artificial pode contribuir para diminuir a conicidade do fuste, uma vez que haverá redução de crescimento e uma distribuição mais uniforme do crescimento em diâmetro ao longo do fuste desramado. Em vários estudos sobre desrama artificial em árvores, tem sido observado um efeito positivo sobre a redução da conicidade. MONTAGNA et al. (1990) verificaram, em

*Pinus elliottii*, correlação entre a redução da conicidade e a aplicação de desrama na base da árvore, na altura de 0 a 3 m. PIRES (2000) verificou, em *Eucalyptus grandis* com sete anos de idade, a redução da conicidade com o aumento da intensidade de desrama.

As alterações no comprimento de copa viva ou na densidade do povoamento podem promover mudanças na conicidade ou na forma do tronco (NEWNHAM, 1988).

De acordo com KOZLOWSKI (1971), a desrama artificial tende a reduzir a conicidade dos troncos, mas seus efeitos dependerão de sua intensidade e da sensibilidade do material genético. Wakeley (1954), citado por FONSECA (1979), menciona que, para *Pinus* spp, a aplicação da desrama reduziu mais o crescimento em diâmetro na base do tronco do que nas partes mais altas da planta. Porém, é provável que, com a remoção de galhos, tenha ocorrido direcionamento de assimilados para a porção superior do tronco, pois os galhos eliminados certamente estavam demandando assimilados e, em certa extensão, competindo com o fuste principal.

De acordo com HAYGREEN e BOWYER (1995), a base de um galho tem o formato de um cone que se origina do câmbio, o qual envolve os galhos e o tronco, sempre expulsando mais do que englobando os galhos basais, à medida que o tronco cresce. Como o crescimento do tronco e do galho é simultâneo, a incorporação de galhos vivos dentro do tronco resulta em nós que não chegam a se soltar e ficam inclusos na madeira. Se o galho e sua camada cambial morrem, a camada cambial do tronco continua o crescimento, porém, envolvendo lentamente o galho morto no processo, resultando em um nó solto. Segundo HILLIS e BROWN (1978), os galhos basais de *Eucalyptus grandis* morrem precocemente, quando a luminosidade é insuficiente, persistindo no fuste da árvore. Assim, porções de galhos desramados podem permanecer na tora, prejudicando sua qualidade. Os galhos mortos de eucalipto não acumulam resinas repelentes à água, como os galhos das coníferas, ficando, portanto, mais susceptíveis ao ataque de fungos. Esses autores citam Jacobs (1955), que comenta que o sucesso de uma desrama natural depende da expulsão do galho morto antes que haja intenso crescimento radial do fuste. Desta forma, evita-se que partes do galho morto fiquem oclusas no interior da madeira. Em geral, a expulsão do

galho morto, na maioria das espécies arbóreas, pode não ocorrer em sua totalidade. Segundo RAGHAVENDRA (1991), quando ocorre a abscisão do galho do tronco, e este não é removido em sua totalidade, esta porção do galho é lentamente coberta pelo crescimento radial do fuste. Assim, a casca do tronco cresce e comprime a base do fragmento do galho forçando-o para fora, até que este eventualmente seja expulso, seguido de uma rápida cicatrização. Conforme KOZLOWSKI e PALLARDY (1997), quando os galhos morrem e não se desprendem, são formados nós soltos que depreciam a madeira. Esse desprendimento de galhos ocorre sem a formação de uma zona de abscisão definida.

A remoção de galhos resulta na produção de madeira livre de nós, uma vez ocorrida a completa cicatrização do ferimento, com a formação de uma camada de tecido sobre o ferimento (EVANS, 1992). A presença de nós na madeira, segundo TSOUMIS (1968), compromete a aparência e a qualidade da madeira serrada, devido sua elevada densidade e desvios de grã, podendo favorecer o colapso da madeira durante o processo de secagem. Os nós afetam a resistência mecânica da madeira, seu beneficiamento, secagem e colagem. GAZO et al. (2000) estudaram a influência da desrama artificial sobre a ocorrência e frequência de defeitos em tábuas de *Pinus radiata* (nós internos, nós parcialmente internos, nós soltos e casca inclusa) e constataram que os defeitos foram mais frequentes nas toras das árvores não desramadas, e a frequência de bolsas de resina foi maior nas toras desramadas. A frequência de nós internos e de casca inclusa nas toras de árvores não desramadas aumentou significativamente da base para o topo da tora.

A oclusão do ferimento difere entre espécies e varia com o vigor dos indivíduos, tamanho da cicatriz e, às vezes, com a época ou estação do ano que ocorreu a desrama (EVANS, 1992). A cicatrização dos ferimentos resultantes da desrama de galhos vivos é mais rápida que aquela de galhos mortos desramados, pois, em galhos vivos, o tecido cambial torna-se mais ativo em torno do caule. A oclusão de um galho morto, entretanto, acontece gradual e lentamente, aumentando a possibilidade de acúmulo de umidade e a entrada de microorganismos naquele local, tornando-o solto (SMITH, 1962). PERRY e HICKMAN (1987) estudaram a cicatrização de ferimentos

em eucalipto e concluíram que o fechamento dos ferimentos se dá mais lentamente quando a desrama é efetuada nos meses de inverno, ocasião em que o crescimento cambial é também mais lento. Segundo KOZLOWSKI e PALLARDY (1997), a taxa de cicatrização do ferimento está correlacionada com a taxa de crescimento cambial, sendo que a cicatrização de ferimentos se dá mais rapidamente em árvores mais vigorosas e, a forma do ferimento tem reduzido efeito sobre a cicatrização. A oclusão de ferimento de galho desramado ocorre pela ação do câmbio, que promove a formação de madeira limpa, ou seja, madeira livre de nós. O tempo para se obter essa oclusão depende do tempo em que a madeira é exposta ao ataque de fungos e insetos, principalmente naquelas espécies que não exsudam selante, como resina ou goma (EVANS, 1992).

Segundo Romell (1940), citado por LARSON (1994), a cicatrização do ferimento se dá em dois estádios, sendo que, no primeiro, o tecido cambial do fuste cresce ao redor do galho residual desramado, até sua cicatrização e, então, o crescimento radial avança sobre a superfície do corte. No segundo estágio da cicatrização, um novo tecido começa a cobrir a superfície da fenda. A cicatrização do ferimento da desrama depende principalmente do vigor da árvore, porém, segundo Neely (1970), citado pelo mesmo autor, o fechamento do ferimento não ocorre necessariamente em função do vigor da árvore, havendo grande influência da atividade de crescimento radial na região do ferimento.

Alguns autores sugerem que o fechamento do ferimento pode ser estimulado pelo corte do galho através do seu colar, mas o fechamento completo do ferimento é mais demorado. Assim, é recomendado evitar o corte do galho retirando o seu colar ou deixando um pequeno pedaço de galho remanescente, ou seja, o galho deve ser cortado o mais perto possível do colar e nunca através deste (Shigo, 1984, citado por LARSON, 1994).

A parte externa do ferimento é formada por células mortas, sendo que as células adjacentes vivas reagem depositando suberina e lignina em suas paredes (El Hadidi, 1969, Lipetz, 1970, Moore, 1982, citados por MAUSETH, 1988), promovendo o seu isolamento. Desta forma, o fechamento se inicia imediatamente após o corte, protegendo a madeira temporariamente, e, no interior do ferimento, outras células vivas são estimuladas a formar um novo

felogênio, cujas células iniciais produzem o felema, formando uma periderme de cicatrização (MAUSETH, 1988). Segundo ESAU (1976), essa periderme é constituída de felogênio, cuja função é a produção de células no sentido exterior (súber) e interior da casca (felema), e mais internamente temos o câmbio vascular que diferencia células para o exterior, entre o mesmo e a periderme, denominado de floema secundário. Assim, o rompimento da periderme por um ferimento dá origem ao surgimento de uma nova periderme, a periderme necrofilática, que impede a invasão de microorganismos (Mullick, 1977, citado por FERREIRA, 1989).

Conforme KOZLOWSKI e PALLARDY (1997), a severidade do ferimento e o vigor da planta influenciam na taxa e efetividade de resposta da planta ao ferimento. Assim, quando há o rompimento da casca e promoção de uma leve injúria no câmbio, geralmente a cicatrização é mais rápida. A porção viva da madeira apresenta resposta dinâmica à cicatrização, que pode descolorir com o ataque de microorganismos, quando as barreiras bioquímicas protetoras são superadas, havendo a compartimentalização dos tecidos lesionados. Assim, são formadas barreiras à invasão, incluindo a obstrução de vasos em algumas espécies, formação de tiloses em outras, além da formação de uma parede espessa no xilema e células radiais, pelo câmbio. Quando microorganismos penetram, diminui-se verticalmente a resistência da madeira, através da compartimentalização dos tecidos lesionados.

Segundo Shigo (1979), citado por FERREIRA (1989), as árvores se defendem de agressões microbianas através de sua capacidade de produzir tecido lenhoso em condições ambientais favoráveis, compartimentalizando seu lenho com a produção de outro lenho anatomicamente mais resistente, denominado de barreira 2 do mecanismo de compartimentalização do lenho. Assim, cada faixa ou anel de crescimento é dividida em subcompartimentos. Essa divisão é feita pelas células do raio, que dão origem à barreira 3. Quando o xilema secundário sofre alguma agressão em determinada época, o câmbio justaposto na adjacência da área agredida produz nova porção de xilema, em época pós-agressão, totalmente diferente, anatômica e quimicamente, do xilema anterior. Esse novo xilema é muito resistente à ação microbiana, constituindo a barreira 4. Em porções do xilema, acima ou

abaixo do local do ferimento formam-se obstruções nos vasos, feitas por tiloses, impedindo o desenvolvimento microbiano no sentido vertical do lenho, constituindo a barreira 1. De acordo com FERREIRA (1989), quando a desrama é efetuada de maneira correta há a formação da periderme necrofilática junto ao colar de incisão do galho com o tronco, com o posterior crescimento em diâmetro no local desramado. Assim, a barreira 4 do processo de compartimentalização do lenho confinará o ferimento e os microorganismos agirão em porções mais internas do lenho, onde atuarão as barreiras 1, 2 e 3, enquanto a periderme necrofilática protegerá a reconstituição da casca no local anteriormente desramado, sobre o lenho produzido após o ferimento. Quando a desrama é efetuada de maneira inadequada, o fechamento do ferimento é mais demorado, pois, o lenho é afetado e contornado por vigorosas formações de periderme necrofilática. Desta forma, o fechamento do ferimento depende da barreira 4, que ocorre em função da produção de lenho após o ferimento, ou seja, depende do crescimento em diâmetro da árvore.



## 3. MATERIAL E MÉTODOS

### 3.1. Avaliação da conicidade

O presente experimento foi realizado em um povoamento do clone 24504 de *Eucalyptus grandis* estabelecido no espaçamento 3 x 3 m, em Abaeté, MG, onde as plantas foram submetidas a diferentes intensidades de desrama, como demonstrado no Quadro 1. Os tratamentos referentes à primeira época de desrama foram iniciados em julho de 2000 e os da segunda época de desrama em março de 2001.

A conicidade de segmentos da primeira tora na base da árvore foi calculada para plantas com 23 e 40 meses de idade, para a primeira época de desrama e, com 40 meses de idade, para a segunda época de desrama. Foram realizadas medições do diâmetro com casca das árvores da parcela útil a 0,30, 1,30, 2,30 e 3,30 m de altura da árvore

O cálculo da conicidade das árvores foi obtido pela expressão descrita abaixo:

$$C (\%) = [((d_b - d_a) / 2) / LV * 100] * 100$$

em que

C (%) = percentual de conicidade do fuste;

LV = comprimento da seção do fuste;

$d_a$  = diâmetro com  $a = 0,30; 1,30$  ou  $2,30$  m de altura da planta; e

$d_b$  = diâmetro com  $b = 1,30; 2,30$  ou  $3,30$  m de altura da planta.

Quadro 1 – Altura da desrama (m) a partir do solo aplicada em plantas do clone 24504 de *Eucalyptus grandis*, com a primeira intervenção em julho de 2000, aos 20 meses de idade (primeira época de desrama), e em março de 2001, aos 28 meses de idade (segunda época de desrama), em Abaeté-MG

Tratamentos	Altura da Desrama (m) a Partir do Solo		Altura Máxima de Desrama (m)
	Primeira Intervenção	Segunda Intervenção	
	20 e 28 Meses	33 Meses	
	Julho/2000 e Março/2001	Agosto/2001	
1	Testemunha	----	----
2	1,0 <sup>1</sup> (+gg)	2,0	3,0
3	1,5 <sup>1</sup> (+gg)	1,5	3,0
4	2,0 <sup>1</sup> (+gg)	1,0	3,0
5	1,0 <sup>2</sup>	2,0	3,0
6	1,5 <sup>2</sup>	1,5	3,0

<sup>1</sup> Foram desramadas somente as árvores selecionadas que apresentavam qualidade para uso em serraria, sendo que alguns galhos grossos (gg) localizados acima da altura preestabelecida de desrama foram também eliminados.

<sup>2</sup> Todas as árvores da parcela foram desramadas até a altura especificada.

Utilizando-se a expressão descrita anteriormente, foi calculada a conicidade dos seguintes segmentos do tronco: 0,30-1,30; 0,30-2,30; 0,30-3,30; 1,30-2,30; 1,30-3,30; 2,30-3,30 com o objetivo de auxiliar na avaliação do efeito da desrama a diferentes alturas sobre a conicidade.

## 3.2. Avaliação da cicatrização dos ferimentos provenientes da desrama

### 3.2.1. Avaliação externa da cicatrização

Após a aplicação da desrama, foram identificadas as seguintes categorias de tamanho de ferimentos ao longo do fuste desramado, considerando a média do diâmetro na vertical e horizontal, na posição de inserção do galho no tronco: a) ferimentos de tamanho pequeno (diâmetro médio até 1 cm); b) ferimentos de tamanho médio (diâmetro médio entre 1 e 2 cm); e c) ferimentos de tamanho grande (diâmetro médio maior que 2 cm). Esses ferimentos foram marcados em estratos de 0,5 m a partir da base da árvore até a altura de 2,0 m em no mínimo, quatro árvores desramadas na primeira e na segunda época de desrama, provenientes do tratamento em

que os galhos foram removidos até 2,0 m de altura (Tratamento 4). Este tratamento foi escolhido para a análise da cicatrização em razão de ter atingido a maior altura de desrama na primeira intervenção da primeira e segunda época de desrama. A coloração do tronco em torno de cada ferimento foi avaliada e classificada como verde (V), intermediária (I) e marrom (M), conforme se observa na Figura 1.



Figura 1 – Coloração da região próxima ao ferimento causado pela desrama artificial, sendo V: verde; I: intermediário; M: marrom, em plantas do clone 24504 de *Eucalyptus grandis*, em Abaeté-MG.

A medição de cada ferimento foi realizada em duas posições, como demonstrado na Figura 2. Os ferimentos em estudo foram marcados com percevejos e suas posições na árvore foram anotadas na forma de quadrantes, delimitados pelos planos longitudinal e horizontal no fuste da planta para facilitar o acompanhamento de sua cicatrização.

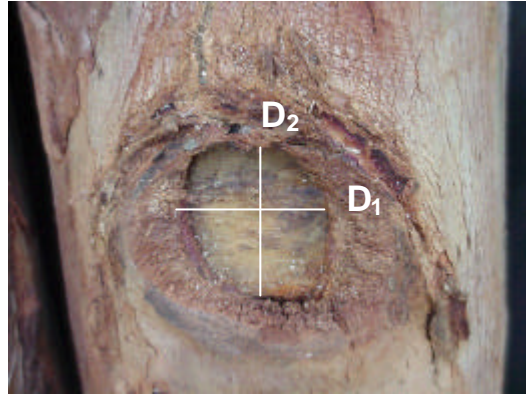


Figura 2 – Posições de medição do ferimento causado pela desrama artificial, sendo  $D_1$  = diâmetro na posição horizontal; e  $D_2$  = diâmetro na posição vertical.

### 3.2.2. Avaliação interna da cicatrização

A avaliação interna da cicatrização dos ferimentos foi efetuada em plantas com 32 e 40 meses de idade, sendo que, para a primeira época de desrama, essas idades correspondiam a 11 e 20 meses após a primeira intervenção de desrama e, para a segunda época, a 3 e 12 meses após a primeira intervenção de desrama, respectivamente. Essa avaliação foi realizada em plantas do tratamento 4 em que na primeira intervenção houve desrama até a altura de 2m, conforme descrita anteriormente (Quadro 1). Em cada avaliação foi efetuado o abate de três árvores de diâmetro médio para cada época de desrama (aos 32 meses de idade o diâmetro médio foi de 8,02 cm e aos 40 meses o diâmetro médio foi de 11,14 cm) totalizando seis árvores por época de avaliação, e o tronco foi separado em segmentos de 0 a 1,0 m e 1,0 a 2,0 m de altura a partir da base da árvore. Em laboratório, foram realizados cortes de discos de aproximadamente 2 cm de espessura, no ponto de localização de ferimentos com diferentes tamanhos (diâmetro pequeno, médio e grande), para avaliação externa da cicatrização. O número de discos por ferimento variou com a sua extensão no sentido vertical, sendo que em locais com ferimentos maiores, conforme observado na Figura 3, foram obtidos até cinco discos.



Figura 3 – Cortes transversais da madeira na região de ferimento proveniente de aplicação de desrama em plantas do clone 24504 de *Eucalyptus grandis*, em Abaeté-MG (discos provenientes de plantas aos 20 meses de idade e amostrada aos 11 meses após a aplicação da desrama). (a): externa; e (b): interna (escala = 2 cm).

A cicatrização do ferimento causado pelo corte dos galhos foi avaliada qualitativamente e quantitativamente. Internamente, o ferimento foi medido na posição horizontal e vertical (Figura 4), que ainda foi classificado como ferimento aberto (em processo de cicatrização) e fechado (totalmente cicatrizado), originando as seguintes combinações: HA = horizontal aberta; VA = vertical aberta; HF = horizontal fechada; e VF = vertical fechada (Figura 4). Também, foi efetuada a medição de madeira limpa (ML) produzida após a cicatrização do ferimento (Figura 4).



Figura 4 – Esquema da forma de avaliação da cicatrização interna de ferimentos provenientes da desrama artificial, em que HF = cicatrização horizontal fechada; VF = cicatrização vertical fechada; ML = madeira limpa produzida após cicatrização; HA = cicatrização horizontal aberta; e VA = cicatrização vertical aberta (discos provenientes de plantas aos 40 (a) e 32 (b) meses de idade e amostrada 20 e 11 meses após a aplicação da desrama, respectivamente) (escala = 2 cm).

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1. Avaliação da conicidade

Até 40 meses de idade, para a primeira época de desrama, o clone 24504 não apresentou diferenças significativas em sua conicidade em função da desrama artificial (Quadros 2 e 3), nos diferentes segmentos da tora de 0,30 m a 3,30 m. Esse resultado foi similar ao encontrado por VALE (2002) que, ao analisar a conicidade de três clones de eucalipto observou que as diferentes alturas de desrama não tiveram nenhum efeito significativo sobre a conicidade das árvores. No presente estudo os valores de conicidade não foram elevados (Quadro 3), tendo se mantido sempre abaixo de 3%, que é o índice acima do qual a norma brasileira de classificação de madeira serrada considera como defeito (BRASIL, 1983). PIRES (2000) verificou, em *Eucalyptus grandis*, aos 92 meses de idade, que a conicidade reduziu-se substancialmente com a intensidade dos tratamentos de desrama sendo que, para a tora da base da árvore, foram observados valores de 1,34% de conicidade para o tratamento de 75% de desrama da copa viva da planta e de 1,73% de conicidade para a testemunha. Ou seja, é possível, ainda, observar diferenças na conicidade em função da desrama em idades mais avançadas da planta. O material genético utilizado no presente estudo apresenta grande quantidade de galhos grossos (maiores que 2 cm) até a altura de aproximadamente 1,5 m de altura e observa-se uma tendência de redução no diâmetro do tronco acima do ponto de inserção destes galhos.

Quadro 2 – Resumo da análise de variância da conicidade (%) de segmentos do tronco até a altura de 3,30 m, avaliada aos 23 e 40 meses em plantas do clone 24504 de *Eucalyptus grandis* submetidas à primeira intervenção de desrama aos 20 meses de idade (primeira época de desrama), em Abaeté-MG

FV	GL	QM					
		0,3-1,3m	0,3-2,3m	0,3-3,3m	1,3-2,3m	1,3-3,3m	2,3-3,3m
Trat	5	0,0089 <sup>ns</sup>	0,0037 <sup>ns</sup>	0,0020 <sup>ns</sup>	0,0064 <sup>ns</sup>	0,0039 <sup>ns</sup>	0,0064 <sup>ns</sup>
Res (a)	12	0,0955	0,0236	0,0182	0,0138	0,0051	0,0100
I	1	0,0883*	0,0003*	0,0549*	0,1245*	0,3228*	0,6138*
I x Trat	5	0,0338 <sup>ns</sup>	0,0039 <sup>ns</sup>	0,0043 <sup>ns</sup>	0,0067 <sup>ns</sup>	0,0027 <sup>ns</sup>	0,0010 <sup>ns</sup>
Res (b)	12	0,0245	0,0059	0,0034	0,0054	0,0032	0,0027
CV (%)		8,73	5,71	5,27	8,14	7,39	8,31

FV = fontes de variação; GL = graus de liberdade; QM = quadrado médio; ns = não-significativo a 5% de probabilidade; Res = resíduo; I = idade; CV = coeficiente de variação; e \* = significativo a 5% de probabilidade.

Quadro 3 – Conicidade (%) de segmentos do tronco até a altura de 3,30 m, avaliada aos 23 e 40 meses em plantas do clone 24504 de *Eucalyptus grandis*, submetidas à primeira intervenção de desrama aos 20 meses de idade (primeira época de desrama), em função da idade, em Abaeté-MG

Segmento do Tronco (m)	Idade (Meses)	Tratamentos					
		1*	2*	3*	4*	5*	6*
0,3-1,3	23	1,79 a	1,71 a	1,70 a	1,71 a	1,84 a	1,72 a
	40	1,76 a	1,80 a	1,98 a	1,97 a	1,74 a	1,80 a
0,3-2,3	23	1,37 a	1,35 a	1,33 a	1,38 a	1,39 a	1,31 a
	40	1,33 a	1,35 a	1,40 a	1,40 a	1,30 a	1,31 a
0,3-3,3	23	1,17 a	1,15 a	1,07 a	1,16 a	1,17 a	1,12 a
	40	1,07 a	1,09 a	1,09 a	1,07 a	1,03 a	1,03 a
1,3-2,3	23	0,95 a	0,98 a	0,97 a	1,04 a	0,94 a	0,91 a
	40	0,91 a	0,91 a	0,82 a	0,81 a	0,82 a	0,81 a
1,3-3,3	23	0,87 a	0,87 a	0,88 a	0,88 a	0,84 a	0,83 a
	40	0,72 a	0,72 a	0,65 a	0,63 a	0,66 a	0,64 a
2,3-3,3	23	0,79 a	0,76 a	0,80 a	0,71 a	0,74 a	0,74 a
	40	0,54 a	0,53 a	0,49 a	0,44 a	0,50 a	0,48 a

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na linha, não diferem entre si, pelo teste de Tukey, ao nível de 5%.

1\* = testemunha; 2\* = 1,0(+gg) + 2,0 m; 3\* = 1,5(+gg) + 1,5 m; 4\* = 1,0(+gg) + 2,0 m; 5\* = 1,0 + 2,0 m; 6\* = 1,5 + 1,5 m.



A conicidade das árvores é um fator de extrema importância no processamento em serraria e laminação, pois, quanto maior for a conicidade das toras, menor a qualidade e o rendimento no processamento da madeira. Segundo BURGER e RICHTER (1991), a conicidade pode ser atribuída a vários fatores como característica da própria espécie; idade da planta, pois quanto maior é a idade, mais cilíndrico é o seu tronco; copa de grandes dimensões, entre outros fatores.

Embora as diferenças entre os tratamentos de desrama artificial não tenham sido significativas, foi constatado que, para a primeira época de desrama, houve uma tendência de redução na conicidade do fuste com o aumento da idade da planta e principalmente da altura do estrato na planta, sendo que, nos estratos acima de 1,30 m de altura da planta foi observada uma razoável diminuição da conicidade em todos tratamentos, chegando a reduzir a conicidade em 40% (Figura 5).

A conicidade para a segunda época de desrama foi avaliada aos 40 meses de idade, ou seja, 12 meses após a primeira intervenção da desrama e diferiu significativamente a 5% de probabilidade entre os tratamentos de desrama artificial para os segmentos de 1,30-2,30 e 1,30-3,30 m de altura da planta (Quadro 4). Isto ocorreu possivelmente em razão dos galhos, nesta idade, terem atingido maiores diâmetros e se localizam neste estrato ou abaixo, promovendo desvio intenso de fotoassimilados para seu próprio crescimento, aumentando a atividade do câmbio, engrossando galhos e a parte basal da planta em detrimento das porções do fuste acima destes segmentos. Segundo KOZLOWSKI (1971), a desrama artificial promove um maior crescimento cambial na região não desramada do fuste das árvores, diminuindo sua conicidade. A conicidade para a segunda época, também, não atingiu valores acima de 3% (Quadro 5).

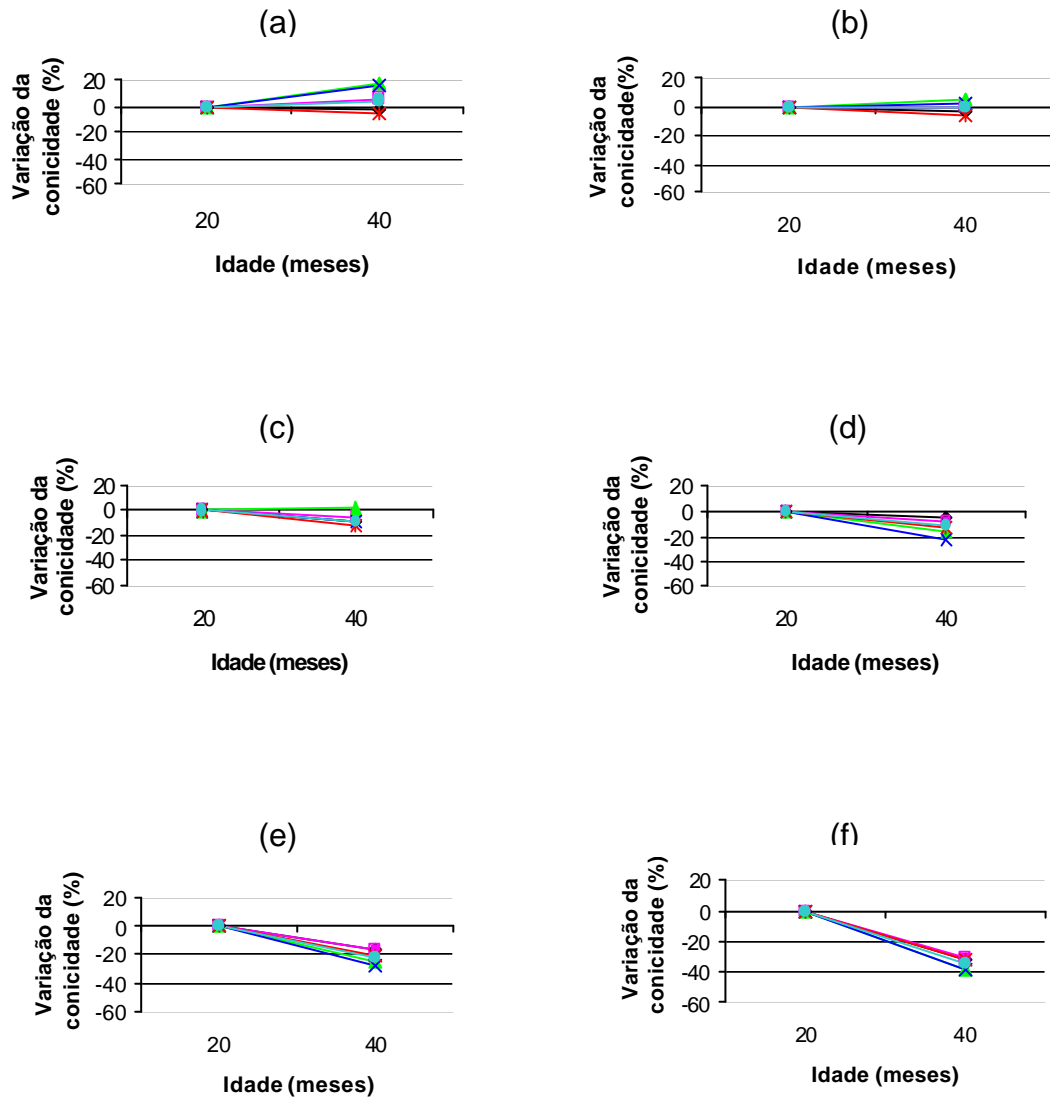


Figura 5 – Variação da conicidade em diferentes segmentos do tronco (0,3-1,3 m (a); 0,3-2,3 m (b); 0,3-3,3 m (c); 1,3-2,3 m (d); 1,3-3,3 m (e); 2,3-3,3 m (f) de plantas do clone 24504 de *Eucalyptus grandis* submetidas à primeira intervenção de desrama aos 20 meses (primeira época de desrama), em função da idade (meses), e dos tratamentos de desrama utilizados (onde, por exemplo, 1,0(+gg)+2,0 significa desrama até 1,0 m e remoção de alguns galhos grossos (gg) acima desta altura, aos 20 meses e, remoção de galhos entre 1 e 3 m de altura da planta, aos 33 meses, totalizando 3 m de altura de desrama), em Abaeté-MG.

Quadro 4 – Resumo da análise de variância da conicidade (%) de segmentos do tronco até a altura de 3,30m, avaliada aos 40 meses de idade, em plantas do clone 24504 de *Eucalyptus grandis* submetidas à primeira intervenção de desrama aos 28 meses de idade (segunda época de desrama), em Abaeté-MG

FV	GL	QM					
		0,3-1,3 m	0,3-2,3 m	0,3-3,3 m	1,3-2,3 m	1,3-3,3 m	2,3-3,3 m
Trat	5	0,03727 <sup>ns</sup>	0,02193 <sup>ns</sup>	0,01097 <sup>ns</sup>	0,02183*	0,00778*	0,00266 <sup>ns</sup>
Res (a)	10	0,04192	0,00774	0,00491	0,00536	0,002121	0,00226
CV (%)		11,69	6,84	6,87	8,91	7,02	9,67

FV = fontes de variação; GL = graus de liberdade; QM = quadrado médio; ns = não-significativo a 5% de probabilidade; Res = resíduo; I = idade; CV = coeficiente de variação; e \* = significativo a 5% de probabilidade.

Quadro 5 – Conicidade (%) de segmentos do tronco até a altura de 3,30 m, avaliada aos 40 meses de idade, por estrato de altura de plantas, do clone 24504 de *Eucalyptus grandis*, submetidas à primeira intervenção de desrama aos 28 meses de idade (segunda época de desrama), em Abaeté-MG

Tratamentos	Segmento (m)					
	0,3-1,3	0,3-2,3	0,3-3,3	1,3-2,3	1,3-3,3	2,3-3,3
1*	1,76 a	1,33 a	1,07 a	0,91 a	0,72 a	0,54 a
2*	1,67 a	1,22 a	0,99 a	0,78 ab	0,64 ab	0,51 a
3*	1,62 a	1,16 a	0,93 a	0,69 a	0,58 b	0,47 a
4*	1,94 a	1,40 a	1,09 a	0,86 ab	0,67 ab	0,49 a
5*	1,80 a	1,29 a	1,01 a	0,78 ab	0,62 ab	0,46 a
6*	1,72 a	1,32 a	1,03 a	0,91 a	0,69 ab	0,47 a

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na linha, não diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

1\* = testemunha; 2\* = 1,0(+gg) + 2,0 m; 3\* = 1,5(+gg) + 1,5 m; 4\* = 1,0(+gg) + 2,0 m; 5\* = 1,0 + 2,0 m; e 6\* = 1,5 + 1,5 m.

## **4.2. Avaliação da cicatrização**

### **4.2.1. Avaliação externa da cicatrização**

Verifica-se, pelos dados apresentados na Figura 6a, que os ferimentos fecham-se mais rapidamente na posição horizontal, do que na vertical, para a primeira época de desrama, em que a primeira intervenção da desrama ocorreu aos 20 meses de idade. Após 90 dias da intervenção da desrama, foi constatada uma cicatrização de 45% na posição horizontal e 37% na posição vertical. Aos 20 meses após a desrama, verificou-se uma cicatrização total na posição horizontal e vertical do ferimento, sendo que o período de maior taxa de cicatrização ocorreu nos três primeiros meses após a aplicação da desrama, que foi realizada em julho de 2000 (Figura 7a). Analisando-se a cicatrização dos ferimentos provenientes da primeira intervenção da segunda época de desrama, realizada quando as plantas apresentavam 28 meses de idade, também, foi verificada uma maior cicatrização na posição horizontal em relação à posição vertical do ferimento (Figura 6b) e o período de maior taxa de cicatrização ocorreu nos dois primeiros meses após a desrama para a posição horizontal e entre 2 e 5 meses para a posição vertical do ferimento da planta (Figura 7b). Na Figura 8 pode ser observado o aspecto do ferimento em processo de cicatrização para a primeira e segunda época de desrama. A taxa de cicatrização dos ferimentos provenientes da segunda época de desrama é muito baixa em relação ao da primeira época, possivelmente em razão da idade da planta. Para a primeira época a reação da planta foi mais rápida, indicando que, para evitar danos devido ao desenvolvimento de patógenos, e conseqüente depreciação da madeira, a desrama artificial deve ser realizada o mais cedo possível.

Constatou-se, para a primeira época de desrama, que, inicialmente, os ferimentos médios e grandes apresentaram um fechamento mais rápido que os ferimentos de tamanho pequeno, mas entre 13 e 15 meses após a desrama, estes apresentaram aceleração da cicatrização no sentido vertical e horizontal, ficando totalmente fechados aos 15 meses, enquanto os demais fecharam-se totalmente apenas aos 20 meses após a aplicação da

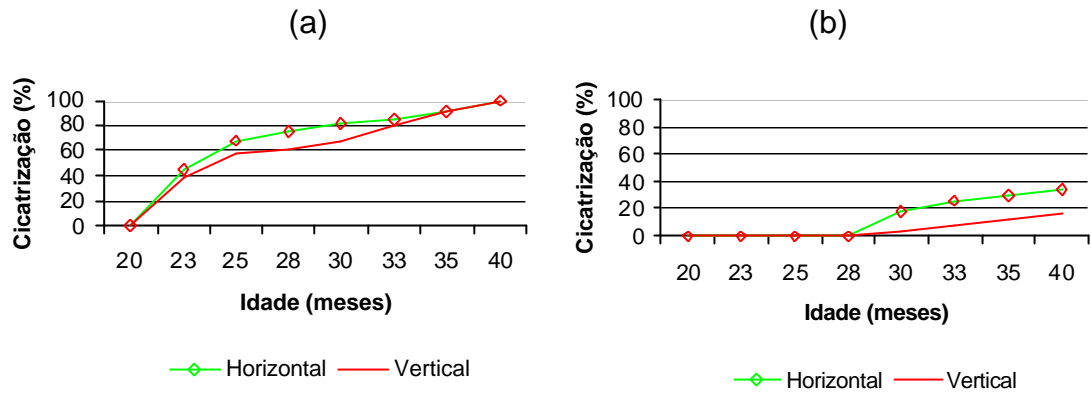


Figura 6 – Cicatrização horizontal e vertical de ferimentos provenientes da primeira intervenção, da primeira (a) e da segunda (b) época de desrama, em função da idade (meses), de plantas do clone 24504 de *Eucalyptus grandis*, em Abaeté-MG.

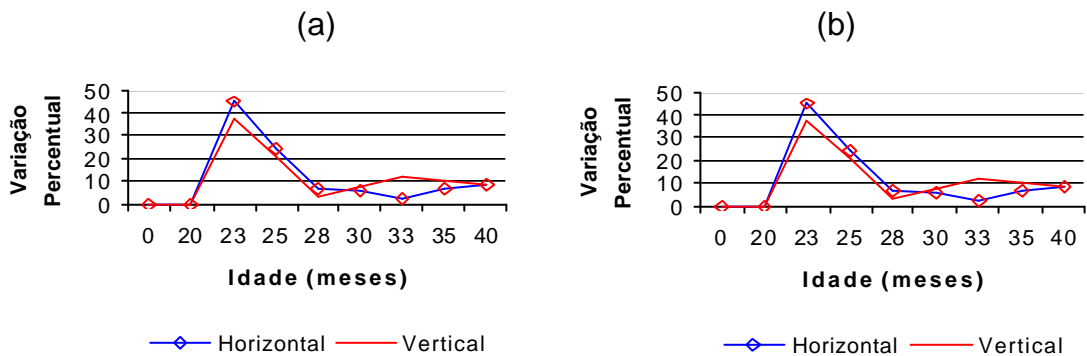


Figura 7 – Variação percentual da cicatrização horizontal e vertical de ferimentos provenientes de primeira intervenção, primeira (a) e segunda (b) época de desrama, em função da idade (meses), de plantas do clone 24504 de *Eucalyptus grandis*, em Abaeté-MG.

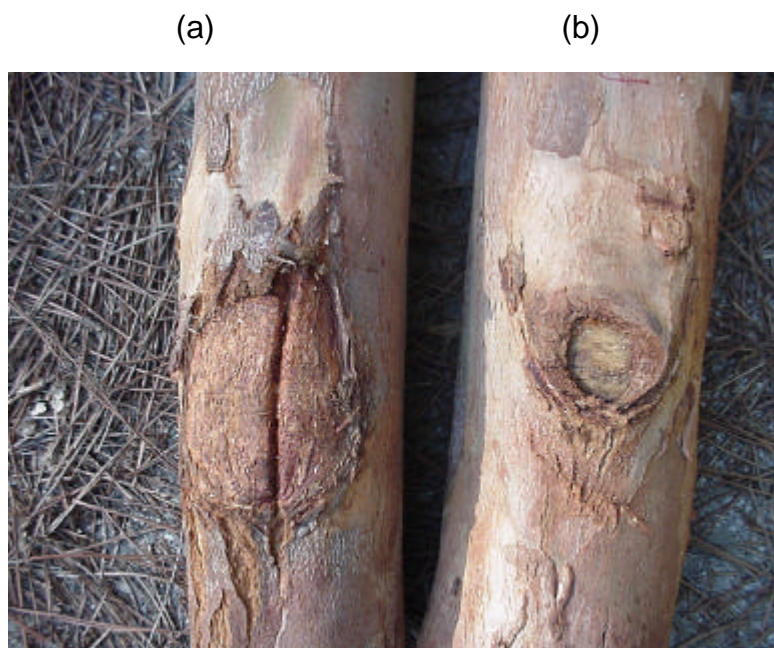


Figura 8 – Cicatrização externa de ferimentos de plantas do clone 24504 de *Eucalyptus grandis* da primeira (a) e da segunda (b) época de desrama, respectivamente, aos 12 e 3 meses após a intervenção da desrama, em Abaeté-MG.

desrama (Figura 9 a,c). Para a segunda época de desrama, observou-se que a cicatrização horizontal dos ferimentos médios foi elevada (40%) após 12 meses da intervenção da desrama e a cicatrização vertical dos ferimentos pequeno teve uma cicatrização de 24% (Figura 9 b,d).

A cicatrização variou também em função da altura do tronco em que se localiza o ferimento. A cicatrização nos estratos superiores foi mais rápida que nos estratos inferiores para a primeira e segunda época de desrama. Somente na posição vertical do ferimento, na segunda época de desrama, a cicatrização dos ferimentos localizados nos estratos inferiores foi maior (Figura 10). Em seu estudo sobre a variação estrutural no lenho de *Terminalia ivorensis*, onde foi efetuada uma amostragem ao longo do caule, abrangendo, no sentido radial, o lenho juvenil e o lenho mais adulto de determinada região da árvore, URBINATI (1995) observou que, a atividade fisiológica é muito mais intensa na região do lenho juvenil.

Para a primeira época de desrama, a coloração na região do tronco em que se encontram os ferimentos estudados, para os estratos inferiores,

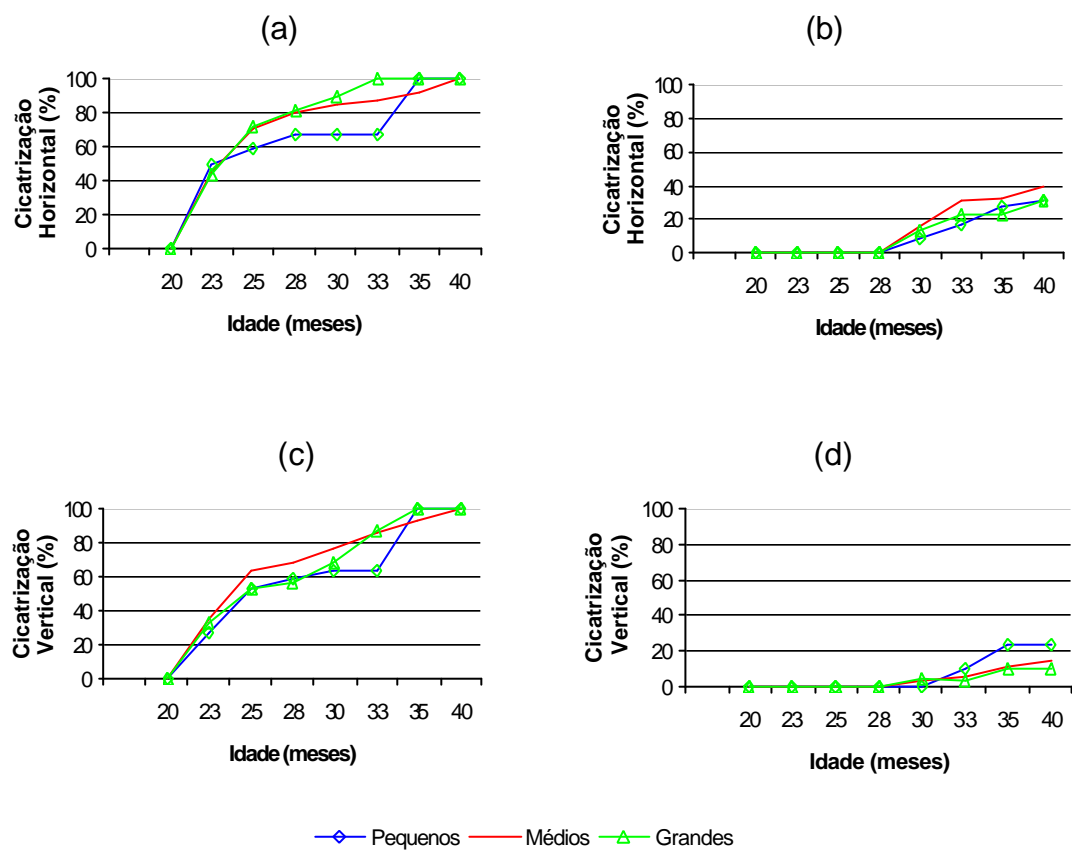


Figura 9 – Cicatrização horizontal (a,b) e vertical (c,d) de ferimentos pequenos, médios e grandes, provenientes da primeira intervenção, primeira (a) e segunda (b) época de desrama, em função da idade (meses), de plantas do clone 24504 de *Eucalyptus grandis*, em Abaeté-MG.

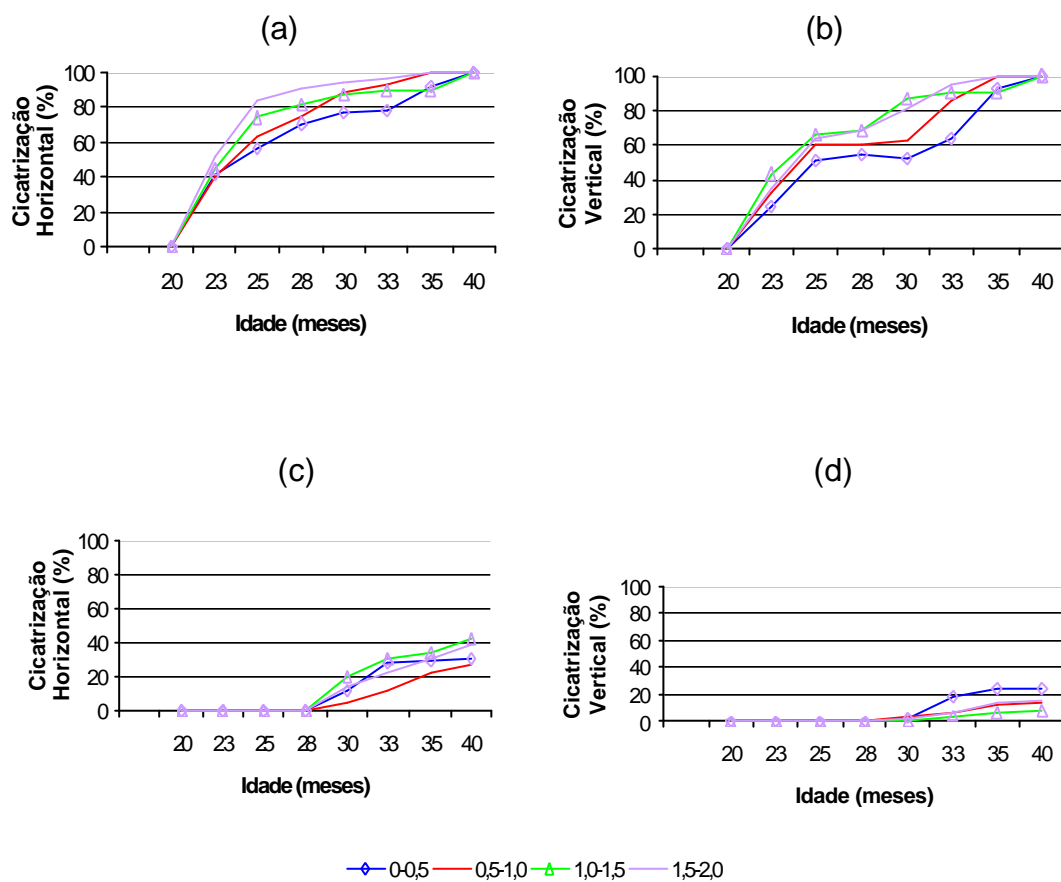


Figura 10 – Cicatrização de ferimentos no sentido horizontal (a,c) e vertical (b,d), em estratos de altura na árvore (0-0,5 m, 0,5-1,0 m, 1,0-1,5 m, 1,5-2,0 m), provenientes de primeira intervenção, primeira (a, b) e segunda (c, d) época de desrama, em função da idade (meses), de plantas do clone 24504 de *Eucalyptus grandis*, em Abaeté-MG.



eram quase na sua totalidade marrom, enquanto nos estratos superiores houve predomínio da coloração verde ou intermediária (Figura 11). De acordo com TSOUMIS (1968), o lenho juvenil é a madeira que compreende a região mais próxima à medula, estendendo-se da base até o ápice da árvore, sendo que o ápice da árvore consiste principalmente de lenho juvenil, enquanto a base tem maior proporção de lenho adulto. Segundo ZOBEL e TALBERT (1984), o lenho inicial resulta de elevada quantidade de reguladores de crescimento e carboidratos próximo a essa região. OLIVEIRA (1999) comenta que as características envolvidas nas mudanças de lenho juvenil para lenho adulto são o comprimento de fibras; ângulo fibrilar; proporções dos tipos de células; diâmetro celular; espessura da parede celular; celulose; lignina e teor de umidade, além de outros fatores como massa específica, resistência e retratibilidade que variam conforme as características anatômicas de cada espécie. Segundo HILLIS e BROWN (1978), nas madeiras de eucalipto, os limites de formação de madeira juvenil ainda não são claramente conhecidos, havendo poucas comparações entre o lenho juvenil e o lenho maduro. De acordo com MUÑIZ (2002), um aumento súbito da taxa de crescimento da árvore resulta em variações nas suas propriedades, entre elas um aumento do lenho inicial.

Para a segunda época de desrama, constatou-se que em todos os estratos predominava a coloração marrom (Figura 11b). Assim, podemos inferir que a cicatrização mais lenta dos ferimentos na segunda época de desrama em comparação com a primeira época de desrama, conforme observado nas Figuras 6 e 7, deve-se a menor atividade das células (mais velhas) das plantas nesta idade.

A partir desses resultados podemos inferir que a cicatrização depende do tamanho do ferimento, da sua localização no tronco e do vigor das plantas, ou seja, depende das condições fisiológicas da planta. Estes resultados indicam que a desrama deve ser realizada o mais cedo possível para que ocorra rápida cicatrização dos ferimentos, reduzindo a possibilidade de desenvolvimento de patógenos que possam promover redução na qualidade da madeira, principalmente em razão do escurecimento da madeira na região do ferimento.

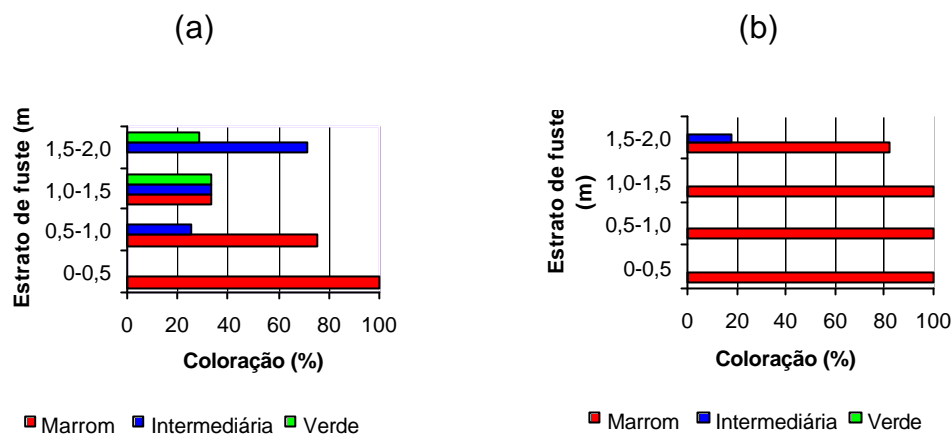


Figura 11 – Coloração do tronco na região dos ferimentos causada pela remoção dos galhos na primeira (a) e segunda (b) época de desrama aos 20 e 28 meses de idade da planta, respectivamente, em diferentes estratos de altura da árvore (0-0,5; 0,5-1,0; 1,0-1,5; e 1,5-2,0 m), em plantas do clone 24504 de *Eucalyptus grandis*, em Abaeté-MG.

#### 4.2.2. Avaliação interna da cicatrização

No Quadro 6, verifica-se que aos 11 meses após a aplicação da desrama realizada aos 20 meses de idade da planta (primeira época) foi constatada uma produção média de 0,35 cm de madeira limpa após a cicatrização do ferimento causado pela desrama. Este resultado é similar ao observado na avaliação realizada aos 12 meses após desrama, em plantas desramadas aos 28 meses de idade (segunda época), indicando não haver diferença na produção de madeira limpa em função da idade de realização da desrama. Aos 3 meses após a aplicação da desrama, conforme analisado em plantas submetidas à desrama aos 28 meses de idade, ainda não havia produção de uma faixa mensurável de madeira limpa. Aos 20 meses após a desrama, a madeira limpa correspondia a uma faixa de 1 cm.

Verifica-se que a extensão da cicatriz horizontal aberta ou fechada, que corresponde praticamente à área do corte por ocasião da aplicação da desrama (Figura 4), é superior à extensão da cicatriz na vertical (Quadro 6 e Figuras 12 e 13). Observa-se, também, que até, aproximadamente, um ano após à aplicação da desrama, predomina a cicatriz aberta, porém, aos 20

Quadro 6 – Avaliação da cicatrização interna dos ferimentos causados pela desrama realizada em duas épocas, em duas idades diferentes após a aplicação de desrama em plantas do clone 24504 de *Eucalyptus grandis*, em Abaeté-MG

Parâmetros Analisados	1ª Época <sup>1</sup> (11 meses) <sup>3</sup>	2ª Época <sup>1</sup> (3 meses) <sup>3</sup>	1ª Época <sup>2</sup> (20 meses) <sup>3</sup>	2ª Época <sup>2</sup> (12 meses) <sup>3</sup>
Madeira limpa (cm)	0,35	0,00	1,00	0,32
Cicatriz aberta (cm)				
Horizontal	1,50	-	-	0,70
Vertical	0,50	0,50	-	-
Cicatriz fechada (cm)				
Horizontal	-	-	2,10	1,27
Vertical	-	-	0,84	0,30

<sup>1</sup> Avaliação realizada em plantas com 31 meses de idade.

<sup>2</sup> Avaliação realizada em plantas com 40 meses de idade.

<sup>3</sup> Tempo após a aplicação da desrama.

meses após a desrama, não foi detectada cicatriz aberta no sentido horizontal e vertical, num total de 15 ferimentos avaliados, conforme evidenciado no Quadro 6. A aparência dos ferimentos internos nessa idade, pode ser observada na Figuras 12, 13, 14, 15 e 16. Aos 20 meses, também, foi possível observar que a extensão da cicatriz vertical é de 0,8 cm (Quadro 6), ou seja, para saber o diâmetro das plantas do clone em estudo a partir do qual a madeira será considerada limpa, após a desrama deve-se somar pelo menos 1,6 cm ao diâmetro médio das árvores desramadas.

Analisando-se os discos utilizados para a avaliação da cicatrização interna, constatou-se a presença de cotós, ou seja, partes de galhos, principalmente finos, que não foram totalmente removidos pela desrama. Estes permanecem no interior da madeira prejudicando sua qualidade (Figuras 13, 14, 15 e 16), se não forem expulsos pelo mecanismo da planta, em que a casca do tronco cresce e comprime a base do galho deixado após a desrama, forçando-o para fora, conforme relatado por RAGHAVENDRA (1991). De acordo com HAYGREEN e BOWYER (1995), o câmbio envolve os galhos e o tronco das árvores, quando os galhos estão vivos há uma incorporação destes dentro do tronco, resultando em nós inclusos (Figura 14). O nó vivo ocorre quando o corte é realizado com este fisiologicamente ativo na árvore, facilitando a continuidade dos tecidos lenhosos no tronco (MUÑIZ, 2002), como pode ser observado nas Figuras 12 a 15.

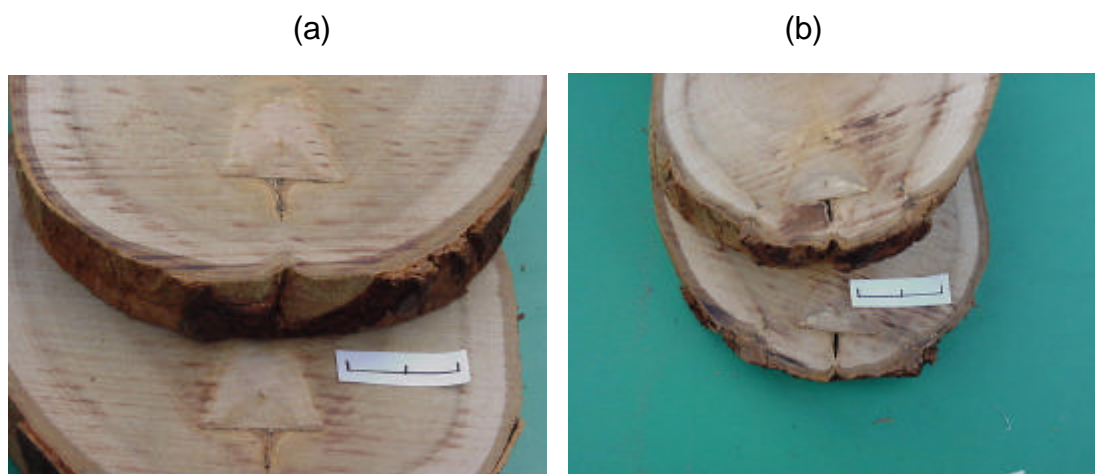


Figura 12 – Cortes transversais de madeira na região do ferimento de plantas do clone 24504 de *Eucalyptus grandis* da primeira (a) e segunda (b) época de desrama, respectivamente aos 20 e 12 meses após a intervenção da desrama, em Abaeté-MG (escala = 2 cm).



Figura 13 – Cortes transversais de madeira na região do ferimento de plantas do clone 24504 de *Eucalyptus grandis* da segunda época de desrama, aos 12 meses após a intervenção da desrama, em Abaeté-MG (escala = 2 cm).



Figura 14 – Cortes transversais de madeira na região do ferimento de plantas do clone 24504 de *Eucalyptus grandis* da segunda época de desrama, aos 12 meses após a intervenção da desrama, em Abaeté-MG (escala = 2 cm).



Figura 15 – Cortes transversais de madeira na região do ferimento de plantas do clone 24504 de *Eucalyptus grandis* da segunda época de desrama, aos 12 meses após a intervenção da desrama, em Abaeté-MG (escala = 2 cm).



Figura 16 – Cortes transversais de madeira na região do ferimento de plantas do clone 24504 de *Eucalyptus grandis* da segunda época de desrama, aos 3 meses após a intervenção da desrama, em Abaeté-MG.

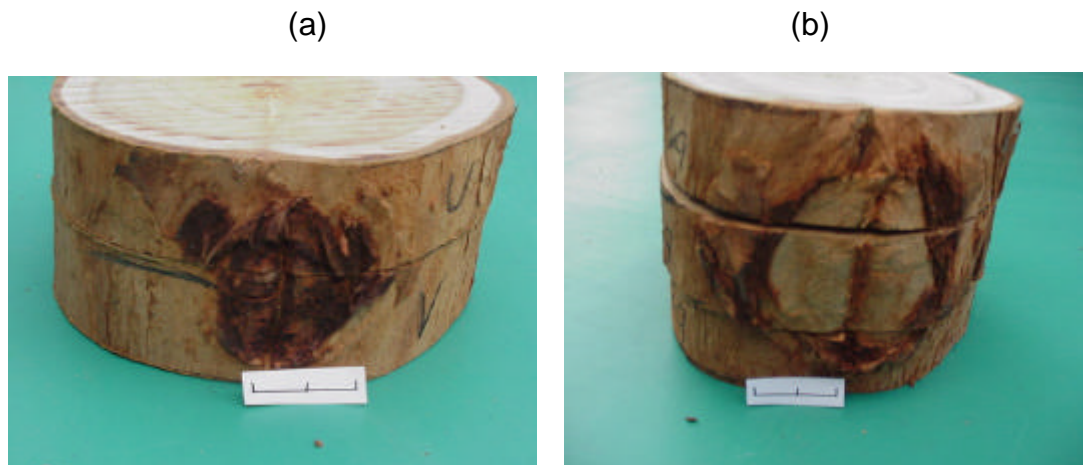


Figura 17 – Cortes transversais de madeira na região do ferimento de plantas do clone 24504 de *Eucalyptus grandis* da primeira época de desrama, aos 20 meses após a intervenção da desrama, em Abaeté-MG (escala = 2 cm).

## 5. RESUMO E CONCLUSÕES

A desrama artificial foi aplicada no clone 24504, em Abaeté-MG, em duas épocas, iniciando-se em julho de 2000, aos 20 meses de idade, para a primeira época de desrama e em março de 2001, aos 28 meses de idade, para a segunda época de desrama, aos 33 meses foi aplicada a desrama em todos tratamentos, até completar uma altura total de desrama de 3,0 m.

A conicidade de segmentos da primeira tora na base da árvore foi calculada para plantas com 23 e 40 meses de idade, para a primeira época de desrama e, com 40 meses de idade, para a segunda época de desrama. Foram realizadas medições do diâmetro com casca das árvores da parcela útil a 0,30, 1,30, 2,30 e 3,30 m de altura da árvore

O acompanhamento da cicatrização dos ferimentos externos, causados pela remoção de galhos, foi efetuado aos 20, 23, 25, 28, 30, 33, 35 e 40 meses, para a primeira época de desrama, e, aos 28, 30, 33, 35 e 40 meses, para a segunda época de desrama. O abate de algumas árvores para análise interna da cicatrização do ferimento foi realizado para as duas épocas de desrama, tendo sido realizada aos 11 e 20 meses após a primeira intervenção de desrama para a primeira época e aos 3 e 12 meses após a primeira intervenção da desrama, para segunda época.

Para a primeira época não foi observada diferença significativa, em função da desrama, ao nível de 5% de probabilidade, para a conicidade.

Porém, houve tendência de redução da conicidade com o aumento da intensidade da desrama e altura do segmento do tronco analisado.

Para a segunda época de desrama foram observadas diferenças significativas entre os tratamentos de desrama, ao nível de 5% de probabilidade, para a conicidade, nos segmentos do tronco correspondentes a 1,30-2,30 m e 1,30-3,30 m de altura na árvore.

A razão de se ter observado diferença significativa na conicidade somente para a segunda época indica que a presença de galhos grossos já estava influenciando negativamente a conicidade. Estes resultados indicam que a desrama deve ser realizada em plantas mais jovens.

A cicatrização de ferimentos se deu mais rapidamente na posição horizontal do que na vertical nas duas épocas de aplicação da desrama. A taxa de cicatrização do ferimento variou com o tamanho do ferimento e altura em que se encontrava no tronco, tendo sido mais rápida nos estratos superiores e em locais em que predominava a coloração verde no tronco. Inclusive, a cicatrização dos ferimentos na segunda época de desrama, onde predominava a coloração marrom no fuste, foi mais lenta.

O tempo de cicatrização dos ferimentos causados por desrama em árvores depende, então, de vários fatores como tamanho do ferimento, posição no tronco, idade da planta (atividade fisiológica) e vigor da planta.



### 3. CONCLUSÕES GERAIS

Até os 40 meses de idade, a aplicação de desrama não comprometeu negativamente o crescimento das plantas do clone 24504 de *Eucalyptus grandis*, possivelmente em razão da remoção da copa viva não ter sido suficientemente drástica a ponto de prejudicar o crescimento das plantas.

Houve sensível redução da conicidade do tronco nas plantas submetidas a desrama comparados com a testemunha que provavelmente irá se intensificar em idades mais avançadas.

A capacidade de cicatrização dos ferimentos causados pela desrama variou conforme o tamanho da lesão, altura na árvore e condições fisiológicas da planta. A produção de madeira limpa após a desrama foi similar para as duas épocas de aplicação da desrama.

A desrama artificial estimulou a expansão da copa das plantas e a recuperação do índice de área foliar do povoamento. Também, houve eliminação de galhos mortos e folhas senescentes da copa, aumentando a transmissividade da PAR no interior do povoamento.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ARACRUZ. Eucalipto [02/08/2002]. (<http://www.aracruz.com.br/eucalipto/>).
- BANDARA, G.D., WHITEHEAD, D., MEAD, D.J., MOOT, D.J. Effects of pruning and understorey vegetation on crown development, biomass increment and above-ground carbon partitioning in *Pinus radiata* D. Don trees growing at a dryland agroforestry site. **Forest Ecology and Management**, v.124, p.241-254. 1999.
- BEADLE, C.L. Dynamics of leaf and canopy development. In: NAMBIAR, K.S., BROWN, A.G. (ed.) **Management of nutrients and water in tropical plantation forest**. Canberra, p.169-245, 1997.
- BRASIL, I.B.D.F. **Norma para classificação de madeira serrada de folhosas**. Brasília: Brasiliense, 1983. 67p.
- BREDENKAMP, B.V., MALAN, F.S., CONRADIE, W.E. Some effects of pruning on growth and timber quality of *Eucalyptus grandis* in Zululund. **South African Forestry Journal**, v.114, p.29-34, 1980.
- BURGER, L.M., RICHTER, H.G. **Anatomia da madeira**. São Paulo: Nobel, 1991. 154p.
- BURKHART, H.E., WALTON, S.B. Incorporating crown ratio into taper equation for loblolly pine trees. **Forest Science**, v.31, p.478-484, 1985.
- CROMER, R.N., CAMERON, D.M., RANCE, S.J., RYAN, P.A. & BROWN, M. Response to nutrients in *Eucalyptus grandis*. I. Biomass accumulation. **Forest Ecology and Management**, v.62, p.211-230, 1993.

- DYE, P.J., OLBRICH, B.W. Estimating transpiration from 6-year-old *Eucalyptus grandis* trees: development of a canopy conductance model and comparison with independent sap flux measurements. **Plant Cell and Environment**, v.16, p. 45-53.
- ENDO, M., MESA, G.V. Results of pruning trial with *Pinus patula* in Colombia. **IPEF**, v.2, p.45-49, 1992.
- ESAU, K. **Anatomia das plantas cultivadas**. São Paulo: Ed. Edgard Blucher Ltda., 1976, 293p.
- EVANS, J. **Plantation forestry in the tropics**. New York: Oxford Science Publications, 1992. 403p.
- FERREIRA, F.A. **Patologia florestal: principais doenças florestais no Brasil**. Viçosa: Sociedade de Investigações Florestais, 1989. 570p.
- FERREIRA, M.G.M. **An analysis of the productivity of *Eucalyptus grandis* plantations in the "Cerrado" region in Brazil: A nutrient cycling approach**. Vancouver, BC: UBC, 230p. The University of British Columbia, 1984.
- FONSECA, S.M. Implicações técnicas e econômicas na utilização da desrama artificial. **Circular Técnica IPEF**, Piracicaba, n.46, p.1-22, 1979.
- FORD, E.D. The dynamics of plantation growth. In: BOWEN, G.D., NAMBIAR, E.K.S. (Eds.) **Nutrition of plantation forest**. London: Academic Press, 1984. p.17-52.
- FUJIMORI, T. Dynamics of crown structure and stem growth based on knot analysis of a hinoki cypress. **Forest Ecology and Management**, v.56, p.57-68, 1993.
- GARTNER, B.L. **Plant stems: physiology and functional morphology**. San Diego: Academic Press, 1995, 440p.
- GAZO, R., BEAUREGARD, R., KIMBERLEY, M. Influence of pruning and log height class on incidence of defects in radiata pine random-width boards. **Forest Products Journal**, v.50, n.9, p.28-31, 2000.
- GHOLZ, H. Environmental limits on aboveground net primary production, leaf area, and biomass in vegetation zones of the Pacific Northwest. **Ecology**, v. 63, p. 469-481. 1982.
- GROVE, T.S., THOMSON, B.D., MALAJCZUK, N. Nutrition physiology of eucalypts: uptake, distribution and utilization. In: **Nutrition of eucalypts**. London: Academic Press, p. 77-101. 1984.

- HARD, J. Success of spruce beetle attacks in pruned and unpruned boles of Lutz spruce in south-central Alaska. **Forest Ecology and Management**, v.47, p.51-70. 1992.
- HARRIS, R.W. **Arboriculture: integrated management of landscape trees, shrubs, and vines**. 2. ed. New Jersey: Prentice-Hall. 1992. 674p.
- HAYGREEN J.G., BOWYER J.L. **Forest products and wood science**. 2. ed. Iowa: Iowa State University Press. 1995. 500p.
- HEILMAN, P.E., XIE, F.G. Effects of nitrogen fertilisation on leaf area, light interception, and productivity of short-rotation *Populus trichocarpa* x *Populus deltoides* hybrids. **Canadian Journal of Forest Research**, v.24, p.166-173, 1994.
- HELMS, J.A. Apparent photosynthesis of Douglas-fir in relation to silvicultural treatment. **Forest Science**, v.10, p.432-442. 1964.
- HILLIS, W.E., BROWN, A.G. **Eucalyptus for wood production**. Melbourne: Academic Press, 1978. 433p.
- HOSOKAWA, R.T. Economicidade de poda e desbaste. IN: Encontro Brasileiro de Economia Florestal, 1, Curitiba, PR. **Anais...** EMBRAPA/CNPF, 1988. p.383-398.
- HUSCH, B., MILLER, C.I., BEERS, T.W. **Forest mensuration**. 3.ed. Malabar: Krieger Publishing Company, 1993. 402p.
- KELLOMÄKI, S., OKER-BLOM, P., VALTONEN, E. E VÄISÄNEN, H. Structural development of Scots Pine stands with varying initial density: effect of pruning on branchiness of wood. **Forest Ecology and Management**, v.27. p.219-233, 1989.
- KOZLOWSKI, T.T. **Growth and development of trees**. New York: Academic Press Inc. v. 2, 1971. 514p.
- KOZLOWSKI, T.T., PALLARDY, S.G. **Physiology of woody plants**. San Diego: Academic Press, v.2, 1997. 411p.
- KRAMER, P.J., KOZLOWSKI, T.T. **Physiology of trees**. New York: MacGraw-Hill, 1960. 642p.
- KRAMER, P.J., KOZLOWSKI, T.T. **Fisiologia das árvores**. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 1972. 745p.
- LANDSBERG, J.J. The biophysical environment. In: NAMBIAR, K.S.; BROWN A.G. (ed) **Management of nutrients and water in tropical plantation forest**. Canberra, 1997. p.65-96.

- LANDSBERG, J.J., GOWER, S.T. **Applications of physiological ecology to forest management**. Austrália: Academic Press, 1997. 354p.
- LANDSBERG, J.J., HINGSTON, F.J. Evaluating a simple radiation dry matter conversion model using data from *Eucalyptus globulus* plantations in western Australia. **Tree Physiology**, v.16, p. 801-808. 1996.
- LANGE, P.W., RONDE, C., BREDEKAMP, B.V. The effects of different intensities of pruning on the growth of *Pinus radiata* in South Africa. **South African Forestry Journal**, v.143, p.30-36, 1987.
- LARCHER, W. **Ecofisiologia Vegetal**. 4.ed. São Paulo: EPU, 1986. 319p.
- LARSEN, D.R., KERSHAW, J.A.JR. Influence of canopy structure assumptions on predictions from Beer's law. A comparison of deterministic and stochastic simulations. **Agricultural and Forest Meteorology**, v. 81, p. 61-77, 1996.
- LARSON, P.R. The vascular cambium. **Development and Structure**. New York: Springer-Verlag. 1994. 725p.
- LASSOIE, J.P., HINCKLEY, T.M. **Techniques and Approaches in Forest Tree Ecophysiology**. Boca Raton, Florida: CRC Press, 1991. 600p.
- LEITE, H.G. **Conversão de toras em multiprodutos da madeira, utilizando programação dinâmica**. Viçosa-MG: UFV, 1994. 230p. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, 1994.
- MÄKELA, A. A carbon balance model of growth and self pruning in trees based on structural relationships. **Forest Science**, v.43, p.7-23, 1994.
- MCCRADY, R.L., JOKELA, E.J. Canopy dynamics, light interception, and radiation use efficiency of selected loblolly pine families. **Forest Science**, v.44, p.64-72, 1998.
- MARSHALL, J.D., WARING, R.H. Comparison of methods of estimating leaf-area index in old-growth Douglas-fir. **Ecology**, v.67, p.975-979, 1986.
- MAUSETH, J.D. **Plant anatomy**. The Benjamin/ Cummings Publishing Company, Canada, p.560, 1998.
- MONTAGNA, R.G, FERNANDES, P.S., ROCHA, F.T., COUTO, H.T.Z. Influência da poda de galhos sobre o crescimento e a densidade básica da madeira de *Pinus elliottii*. **Revista Florestal**, v.2, p.157-169, 1990.
- MONTEITH, J.L., UNSWORTH, M.H. **Environmental physics**. London: Edward Arnold, 1990. 291p.

- MOREIRA, I.P.S. **Classificação ecológica do território brasileiro situado entre 16 e 24° latitude sul e 48 e 39° 51' longitude oeste.** Viçosa-MG. 156p. Tese (Doutorado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, 1997.
- MUÑIZ, G.I.B. Fatores que limitam a utilização da madeira de *Eucalyptus*. In: Seminário: Sólidos de Eucalipto: Avanços Científicos e Tecnológicos. 2002. Lavras. **Anais...** UFLA/CERNE. p.30-63.
- NAHUZ, M.A.R., MIRANDA, M.J.A., FRANCO, N. Inovações na área de utilização da madeira de eucalipto: a fabricação de móveis. In: Workshop sobre técnicas de abate, processamento e utilização da madeira de eucalipto, 1999, Viçosa, **Anais...**, Viçosa: SIF. 1999. p.28-30.
- NAHUZ, M.A.R., FRANCO, N. E FIGUEROA, F.M.Z. Uso estrutural da madeira de eucalipto: a experiência do IPT. In: 1º Seminário internacional sobre produtos sólidos de madeira de alta tecnologia, 1998, Belo Horizonte, **Anais...**, Belo Horizonte: SIF. 1998. p.125-127.
- NEILSEN, W.A., GERRAND, A.M. Growth and branching habit of *Eucalyptus nitens* at different spacings and the effect on final crop selection. **Forest Ecology and Management**, v 123, p.217-229. 1999.
- NEWNHAM, R.M. A Variable-form taper function. Information Report PI-X-83. Petawawa National Forestry Institute, Forestry Canada, Ontario. 1988.
- NOBEL, P.S., FORSETH, I.N., LONG, S.P. **Canopy structure and light interception.** In: Hall, D.O, Scurlock, J.M.O., Bolhar-Nordenkamp, H.R., Leegood, R.C. p.79-89, 1993.
- O'HARA, K.L., LARVIK, D.A, VALAPPIL, N.I. Pruning costs for four Northern Rocky Mountain species with three equipment combinations. **West. Journal Applied Forest**, v.10, p.59-65, 1995.
- OLIVEIRA, J.T.S. Problemas e oportunidades com a utilização da madeira de eucalipto. In: Workshop sobre técnicas de abate, processamento e utilização da madeira de eucalipto, 1999, Viçosa, **Anais...**, Viçosa: SIF. 1999. p.47-50.
- OLIVER, C.D., LARSON, B.C. **Forest stand dynamics.** New York: McGraw-Hill, Inc. 1990. 467p.
- PEREIRA, J.M.C., TOMÉ, M., CARREIRAS, J.M.B. Leaf area estimation from tree allometrics in *Eucalyptus globulus* plantations. **Canadian Journal of Forest Research**, v.27, p.166-173, 1997.
- PERRY, E., HIKCMAN, G. Wound closure in Eucalyptus. **Journal of Arboriculture**, v.13, n.8, p.201-202, 1987.

- PEZZOPANE, J.E.M. **Caracterização microclimática, ecofisiológica e fitossociológica em uma floresta estacional secundária, em Viçosa, MG.** Viçosa-MG: UFV, 2001. 224p. Tese (Doutorado em Ciência Florestal) - Universidade Federal de Viçosa, 2001.
- PINKARD, E.A.; BEADLE, C. L. Effects of green pruning on growth and stem shape of *Eucalyptus nitens* (Deane and Maiden) Maiden. **New Forests**, v.15, p.107-126. 1998.
- PINKARD, E.A.; BEADLE, C. L. Above-ground biomass partitioning and crown architecture of *Eucalyptus nitens* (Deane and Maiden) Maiden following green pruning. **Canadian Journal of Forest Research**, v.28, p.1419-1428, 1999.
- PINKARD, E.A., BATTAGLIA, M., BEADLE, C.L., SANS, P.J. Modelling the effect of physiological responses to green pruning on net biomass production of *Eucalyptus nitens* (Deane and Maiden) Maiden. **Tree Physiology**, v.19, p.1-12. 1999.
- PINKARD, E.A. Effects of pattern and severity of pruning on growth and branch development of pre-canopy closure *Eucalyptus nitens*. **Forest Ecology and Management**, v.157, p.127-230, 2002.
- PIRES, B.M. **Efeito da desrama artificial no crescimento e qualidade da madeira de *Eucalyptus grandis* para serraria.** Viçosa, MG. UFV 96p. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, 2000.
- PONCE, R.H. Eucalipto como madeira serrada: desafios e perspectivas. IN: Seminário internacional de utilização da madeira de eucalipto para serraria, São Paulo. **Anais...** Piracicaba: IPEF/IPT, 1995. p.51-60.
- RAGHAVENDRA, A.S. **Physiology of trees.** New York: Praeger, 1991. 509p.
- REIS, G.G., GOMES, R.T., MAESTRI, M., REIS, M.G.F. Determinação da área foliar em espécies e em procedências de *Eucalyptus*. **Revista Árvore**, Viçosa, v.12, n.1, p.25-33. 1988.
- REIS, G.G., REIS, M.G.F. Competição por luz, água e nutrientes em povoamentos florestais. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DA PESQUISA FLORESTAL, 1, 1993, Belo Horizonte. **Anais...** Viçosa: SIF, 1993. p.161-172.
- REUKEMA, D.L., BRUCE, D. Effects of thinning on yield of Douglas-Fir: Concepts and some estimates obtained by simulation. **USDA Forest Service. General Technical Report PNW-58.** Portland, 38 p. 1992.

- ROBERTS, S.D., LONG, J.N. & SMITH, F.W. Canopy stratification and leaf area efficiency: a conceptualization. **Forest Ecology and Management**, v.60, p.143-156, 1993.
- ROSADO, S.C.S, TRUGILHO, P.F. & LIMA, J.T. Avanços genéticos na obtenção de sólidos de *Eucalyptus* de qualidade superior. IN: Seminário: Sólidos de Eucalipto: Avanços Científicos e Tecnológicos. Lavras. **Anais...** UFLA/CERNE. 2002. p.114-124.
- SCHILLING, A.C., SCHNEIDER, P.R., HASELEIN, C.C.R., FINGER C.A.G. Influência da desrama sobre a densidade da madeira de primeiro desbaste de *Pinus elliottii* Engelm. **Ciência Florestal**, v.7, p.77-89, 1997.
- SCHILLING, A.C., SCHNEIDER, P.R., HASELEIN, C.C.R., FINGER C.A.G. Influência de diferentes intensidades de desrama sobre a porcentagem de lenho tardio e quantidade de nós da madeira de primeiro desbaste de *Pinus elliotti* Engelman. **Ciência Florestal**, v.8, p.115-127, 1998.
- SCHNEIDER, P.R. **Introdução ao manejo florestal**. Santa Maria: UFSM, 1993. 348p.
- SCHNEIDER, P.R., FINGER, C.A.G., HOPPE, J.M. Efeito da intensidade de desrama na produção de *Pinus elliottii* implantado em solo pobre, no estado do Rio Grande do Sul. **Ciência Florestal**, v.9, p.35-46, 1999.
- SHEPHERD. K.R. **Plantation silviculture** - Forestry Science. Lancaster: Martinus Nijhoff Publishers. 1986. 332p.
- SHIGO, A.L. **Tree pruning: A world photo guide**. Durham, NH: Shigo and Trees, Associates, 1989.
- SMITH, D.M. **The practice of silviculture**. New York: John Wiley & Sons, 1962. 578p.
- STENBERG, P., KUULUVAINEN, T., KELLOMAKI, S., GRACE, J., JOKELA, E.J., GHOLZ, H.L. Crown structure, light interception and productivity of pine trees and stands. **Ecological Bulletin** (Copenhagen), v.43. p.20-34. 1994.
- TIGERSTEDT, P.M.A., VELLING, P. The genetic anatomy of harvest index in Scots pine and some suggestions for applications in breeding and silviculture. In: Fujimori, T., Whitehead, D. (ed) **Crown and canopy structure in relation to productivity**. International Union of Forest Research Organizations, Working Group S 1.06-02. Proc. International workshop held in Tsukuba, Japan, p.49-69. 1985.
- TSOUMIS, G. **Wood as raw material - source, structure, chemical composition, grow, degradation and Identification**. New York: Pergamon Press. 1968. 276p.



- TSOUMIS, G. **Science and technology of wood: structure, properties, utilization.** New York: Van Nostrand Reinhold. 1991. 494 p.
- URBINATI, C.V. **Variação estrutural no lenho de *Terminalia ivorensis* A. Chev. - Combretaceae.** Viçosa-MG. Dissertação (Mestrado em Botânica) - Universidade Federal de Viçosa, 1998. 70 p.
- VALE, R.S. **Efeito da desrama artificial no crescimento e na qualidade da madeira de clones de eucalipto, em sistema agro-silvo-pastoril.** Lavras-MG: UFLA. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal de Lavras, 2000. 96p.
- VALE, R.S. Efeito da desrama artificial na qualidade da madeira de clones de eucalipto, em sistema agro-silvo-pastoril. **Revista Árvore**, v.26, n.3, p.285-298, 2002.
- VIANELLO, R.L., ALVES, A.R. **Metereologia básica e aplicações.** Viçosa, UFV, Impr. Univers., 1991. 449p.
- VITAL, B.R., DELLA LUCIA, R.M. Propriedades físicas e mecânicas da madeira de eucalipto. **Informe Agropecuário**, n.141, 1986.
- WHITEHEAD, D., GRACE, J.C., GODFREY, M.J. Architectural distribution of foliage in individual *Pinus radiata* D. Don crowns and the effect of clumping on radiation interception. **Tree Physiology**, v.7, p.135-155, 1990.
- ZIMMERMANN, M.H., BROWN, C.L. **Trees structure and function.** New York: Springer-Verlag, 1977. 336p.
- ZOBEL, B.J., TALBERT, J. **Applied forest tree improvement.** New York: John Wiley & Sons, 1984. 505p.
- ZOBEL, B.J., VAN BUIJTENEN J.P. **Wood variation: Its causes and control.** New York: Springer Verlag, 1989. 363p.
- ZOBEL, B.J., VAN WYK, G., STAHL, P. **Growing exotic forests.** New York: Wiley, 1987. 505p.