

ROGÉRIO DE ARAÚJO CHAVES

**DINÂMICA DE COPA E CRESCIMENTO DE PLANTAS DE CLONE
DE *Eucalyptus grandis* W. Hill ex Maiden SUBMETIDAS
A DESRAMA ARTIFICIAL E A DESBASTE**

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
2005

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

T

C512d
2005

Chaves, Rogério de Araújo, 1979-

Dinâmica de copa e crescimento de plantas de clone de *Eucalyptus grandis* W. Hill ex Maiden submetidas a desrama artificial e a desbaste. / Rogério de Araújo Chaves – Viçosa: UFV, 2005.
xvi, 85f. : il. ; 29cm.

Orientador: Maria das Graças Ferreira Reis.
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Viçosa.

Referências bibliográficas: f. 79-85.

1. *Eucalyptus grandis* – Crescimento – Efeito da desrama artificial. 2. *Eucalyptus grandis* – Crescimento – Efeito do desbaste. 3. *Eucalyptus grandis* – Índice de área foliar. I. Universidade Federal de Viçosa. II. Título.

CDO adapt CDD 634.924511

ROGÉRIO DE ARAÚJO CHAVES

**DINÂMICA DE COPA E CRESCIMENTO DE PLANTAS DE CLONE
DE *Eucalyptus grandis* W. Hill ex Maiden SUBMETIDAS
A DESRAMA ARTIFICIAL E A DESBASTE**

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: 22 de fevereiro de 2005

Prof. Geraldo Gonçalves dos Reis
(Conselheiro)

Prof. José Eduardo Macedo Pezzopane
(Conselheiro)

Prof. Aloísio Xavier

Prof. Sílvio Nolasco de Oliveira Neto

Prof^a. Maria das Graças Ferreira Reis
(Orientadora)

AGRADECIMENTOS

A Deus.

Em especial, aos meus pais, José Marinho Chaves e Gercina das Graças Chaves, e aos meus irmãos, Alexandre, Giovani, Patrícia, José Humberto e Eugênio, pelo amor, confiança e apoio, ao longo de toda minha vida.

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

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

À Companhia Agrícola e Florestal Santa Bárbara Ltda., pela oportunidade, disponibilização de recursos e ajuda.

À PLANTAR S/A, pelo apoio, disponibilização de recursos e incentivo no decorrer do curso.

Ao professor Acelino Couto Alfenas, do Departamento de Fitopatologia, que muito contribuiu para a minha formação pessoal e profissional.

Ao professor José Eduardo Macedo Pezzopane, pela ajuda e colaboração para a realização do trabalho.

À toda equipe de pós-graduação e graduação do Laboratório de Ecologia e Fisiologia Florestal do Departamento de Engenharia Florestal, pela amizade, confiança, auxílio e esforço na coleta de dados, em especial:

Henrique, Marco Antônio, Ivan, Juvenal, Sumami, Jonathan, Filipe, Leandro, Luciana, Frederico e Carlos Henrique.

À Moacir, Crodoaldo, Pedro, Karina, Ana Paula, Sílvio, Fernanda e Sílvia, pelos ensinamentos e amizade.

À Mileny, pelo apoio e compreensão.

A todos amigos, em especial, à Kelly, Danival, Juliana e aos companheiros de república, pelo companheirismo.

BIOGRAFIA

ROGÉRIO DE ARAÚJO CHAVES, filho de José Marinho Chaves e Gercina das Graças Chaves, nasceu em Pará de Minas, Minas Gerais, em 04 de setembro de 1979.

Em 1997, concluiu o Curso Técnico em Agropecuária, pela Central de Ensino e Desenvolvimento Agrário de Florestal – CEDAF.

Em março de 1998, iniciou o curso de Engenharia Florestal, pela Universidade Federal de Viçosa, Minas Gerais, graduando-se em março de 2003.

Em março de 2003, iniciou o Programa de Pós-Graduação em Ciência Florestal, na área de Silvicultura, na Universidade Federal de Viçosa, Minas Gerais.

Em agosto de 2004, ingressou na empresa PLANTAR SA.

Em fevereiro de 2005, concluiu os requisitos indispensáveis para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

ÍNDICE

	Página
LISTA DE QUADROS	vii
LISTA DE FIGURAS	xii
RESUMO.....	xiii
ABSTRACT	xv
1. INTRODUÇÃO GERAL	1
2. OBJETIVOS	3
2.1. Geral.....	3
2.2. Específicos	3
CAPÍTULO 1	4
DINÂMICA DE COPA DE PLANTAS DE CLONE DE <i>Eucalyptus grandis</i> SUBMETIDAS A DESRAMA ARTIFICIAL E DESBASTE	4
1. INTRODUÇÃO	4
2. REVISÃO DE LITERATURA	6
2.1. Dinâmica de copa.....	6
2.2. Transmissividade da Radiação Fotossinteticamente Ativa (t%) e Índice de Área Foliar (IAF)	9
3. MATERIAL E MÉTODOS	13
3.1. Localização do experimento.....	13
3.2. Aplicação de desrama artificial.....	14
3.3. Aplicação de desbaste	15
3.4. Determinação de abertura do dossel	16
3.4.1. Transmissividade da radiação fotossinteticamente ativa (t %)	16
3.4.2. Estimativa do índice de área foliar (IAF)	18
3.4.3. Estimativa do Índice de Cobertura Vegetal (IC)	18
3.4.5. Determinação da biomassa.....	19
3.4.6. Distribuição de galhos na copa	20
3.4.7. Amostragem da manta orgânica	21
3.4.8. Análise dos dados	21
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	22
4.1. Índice de área foliar (IAF)	22

	Página
4.2. Transmissividade da radiação fotossinteticamente ativa (t%).....	26
4.3. Índice de cobertura vegetal (IC)	30
4.4. Biomassa de árvores desbastadas e remanescentes.....	33
4.5. Manta orgânica.....	40
CAPÍTULO 2	46
CRESCIMENTO DE PLANTAS DE CLONE DE <i>Eucalyptus grandis</i>	
SUBMETIDAS A DESRAMA ARTIFICIAL E DESBASTE	46
1. INTRODUÇÃO	46
2. REVISÃO DE LITERATURA	48
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	53
3.1. Localização do experimento.....	53
3.2. Aplicação da desrama artificial.....	53
3.3. Aplicação de desbaste	54
3.4. Avaliações do crescimento.....	55
3.4.1. Análise dos dados.....	56
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	57
4.1. Crescimento em diâmetro	57
4.2. Crescimento em altura	67
4.3 Crescimento em volume.....	72
5. CONCLUSÕES	78
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	79

LISTA DE QUADROS

	Página
Capítulo 1	
1 Resultados da análise química do solo da área experimental na profundidade de 0-20 e 20-40 cm, em Abaeté, MG.....	14
2 Tratamentos de desrama (intensidade e freqüência) aplicados em povoamento do clone 24504 de <i>Eucalyptus grandis</i> para a primeira intervenção aos 16 e 20 meses de idade, em Abaeté, MG	15
3 Tratamentos de desrama (intensidade e freqüência) que foram aplicados em plantas do clone 24504 de <i>Eucalyptus grandis</i> para a primeira intervenção aos 28 meses, em Abaeté, MG.....	15
4 Resumo da análise de variância do índice de área foliar (IAF) aos 55 (antes e após a realização do desbaste), 61 e 68 meses de idade, em povoamento do clone 24504 de <i>Eucalyptus grandis</i> submetido à primeira intervenção de desrama artificial aos 16, 20 e 28 meses de idade, em área desbastada, em Abaeté, MG	23
5 Valores médios de índice de área foliar, aos 55, 61 e 68 meses de idade, em povoamento do clone 24504 de <i>Eucalyptus grandis</i> submetido à primeira intervenção de desrama artificial aos 16, 20 e 28 meses de idade, em área desbastada e não desbastada, em Abaeté, MG.....	24
6 Resumo da análise de variância do índice de área foliar aos 68 meses de idade, em povoamento do clone 24504 de <i>Eucalyptus grandis</i> submetido à primeira intervenção de desrama artificial aos 16, 20 e 28 meses de idade, em área desbastada e não desbastada, em Abaeté, MG.....	25

7	Resumo da análise de variância da transmissividade da radiação fotossinteticamente ativa (t%), aos 55 (antes e após a realização do desbaste) e 68 meses de idade, em povoamento do clone 24504 de <i>Eucalyptus grandis</i> submetido à primeira intervenção de desrama artificial aos 16 meses de idade, em área desbastada, em Abaeté, MG	27
8	Valores médios de transmissividade da radiação fotossinteticamente ativa (t%), aos 55 e 68 meses de idade, em povoamento do clone 24504 de <i>Eucalyptus grandis</i> , submetido à primeira intervenção de desrama artificial aos 16, 20 e 28 meses de idade, em área desbastada e não desbastada, em Abaeté, MG	28
9	Resumo da análise de variância da transmissividade da radiação fotossinteticamente ativa, aos 68 meses de idade, em povoamento do clone 24504 de <i>Eucalyptus grandis</i> submetido à primeira intervenção de desrama artificial aos 16 meses de idade, em área desbastada e não desbastada, em Abaeté, MG.....	29
10	Resumo da análise de variância do índice de cobertura vegetal, aos 55 (antes e após a realização do desbaste) e 68 meses de idade, em povoamento do clone 24504 de <i>Eucalyptus grandis</i> , submetido à primeira intervenção de desrama artificial aos 16, 20 e 28 meses de idade, em área desbastada, em Abaeté, MG	31
11	Valores médios de índice de cobertura vegetal, aos 55 e 68 meses de idade, em povoamento do clone 24504 de <i>Eucalyptus grandis</i> , submetido à primeira intervenção de desrama artificial aos 16, 20 e 28 meses de idade, em área desbastada e não desbastada, em Abaeté, MG.....	32
12	Resumo da análise de variância do índice de cobertura vegetal aos 68 meses de idade, em povoamento do clone 24504 de <i>Eucalyptus grandis</i> , submetido à primeira intervenção de desrama artificial aos 16 meses de idade, em área desbastada e não desbastada, em Abaeté, MG	33
13	Número médio de galhos vivos e mortos por estrato, em árvores removidas no desbaste, aos 55 meses de idade, em povoamento de clone de <i>Eucalyptus grandis</i> submetido à desrama artificial, em Abaeté, MG.....	35
14	Número médio de galhos vivos e mortos por estrato, em árvores remanescentes do desbaste, aos 55 meses de idade, em povoamento de clone de <i>Eucalyptus grandis</i> submetido à desrama artificial, em Abaeté, MG.....	36
15	Número médio de galhos vivos e mortos por estrato, em árvores remanescentes do desbaste, aos 68 meses de idade, em povoamento de clone de <i>Eucalyptus grandis</i> submetido a desrama artificial, em Abaeté, MG.....	38

16	Número médio de galhos vivos e mortos por estrato, em árvores que seriam removidas na simulação do desbaste aos 68 meses de idade, em povoamento de clone de <i>Eucalyptus grandis</i> submetido à desrama artificial, em Abaeté, MG	39
17	Número médio de galhos vivos e mortos por estrato, em árvores remanescentes na simulação do desbaste aos 68 meses de idade, em povoamento de clone de <i>Eucalyptus grandis</i> submetido à desrama artificial, em Abaeté, MG	40
18	Resumo da análise de variância para manta orgânica (folhas, galhos e casca), aos 55 e 68 meses de idade, em povoamento do clone 24504 de <i>Eucalyptus grandis</i> submetido à primeira intervenção de desrama artificial aos 16, 20 e 28 meses de idade, em Abaeté, MG	42
19	Valores de manta orgânica (t/ha), aos 55 e 68 meses de idade, em povoamento do clone 24504 de <i>Eucalyptus grandis</i> submetido à primeira intervenção de desrama artificial aos 16, 20 e 28 meses de idade, em Abaeté, MG	43

Capítulo 2

1	Tratamentos de desrama (intensidade e freqüência) que foram aplicados em plantas do clone 24504, de <i>Eucalyptus grandis</i> para a primeira intervenção aos 16 e 20 meses de idade, em Abaeté, MG	54
2	Tratamentos de desrama (intensidade e freqüência) que foram aplicados em plantas do clone 24504, de <i>Eucalyptus grandis</i> para a primeira intervenção aos 28 meses, em Abaeté, MG.....	54
3	Resumo da análise de variância do diâmetro à altura do peito, aos 55 e 68 meses de idade, em povoamento do clone 24504 de <i>Eucalyptus grandis</i> submetido à primeira intervenção de desrama artificial aos 16, 20 e 28 meses de idade, em área desbastada aos 55 meses da idade, em Abaeté, MG	58
4	Diâmetro à altura do peito (DAP), aos 55 e 68 meses de idade, em povoamento do clone 24504 de <i>Eucalyptus grandis</i> submetido à primeira intervenção de desrama artificial aos 16, 20 e 28 meses de idade, em área desbastada e não desbastada, em Abaeté, MG	59
5	Resumo da análise de variância do diâmetro à altura do peito, aos 55 e 68 meses de idade, em povoamento do clone 24504 de <i>Eucalyptus grandis</i> submetido à primeira intervenção de desrama artificial aos 16, 20 e 28 meses de idade, em área não desbastada, sem simulação de desbaste, em Abaeté, MG	60

6	Resumo da análise de variância do diâmetro à altura do peito aos 68 meses de idade, em povoamento do clone 24504 de <i>Eucalyptus grandis</i> submetido à primeira intervenção de desrama artificial aos 16, 20 e 28 meses de idade, em área desbastada e em área não desbastada com simulação de desbaste, em Abaeté, MG	62
7	Distribuição diamétrica, em percentil, aos 55 meses de idade, em povoamento do clone 24504 de <i>Eucalyptus grandis</i> submetido à primeira intervenção de desrama artificial aos 16, 20 e 28 meses de idade, antes da realização do desbaste, em Abaeté, MG.....	63
8	Distribuição diamétrica, em percentil, aos 55 meses de idade, em povoamento do clone 24504 de <i>Eucalyptus grandis</i> submetido à primeira intervenção de desrama artificial aos 16, 20 e 28 meses de idade, após a realização do desbaste, em Abaeté, MG.....	64
9	Distribuição diamétrica, em percentil, aos 68 meses de idade, em povoamento do clone 24504 de <i>Eucalyptus grandis</i> submetido à primeira intervenção de desrama artificial aos 16, 20 e 28 meses de idade, em área desbastada, em Abaeté, MG	65
10	Distribuição diamétrica, em percentil, aos 68 meses de idade, em povoamento do clone 24504 de <i>Eucalyptus grandis</i> submetido à primeira intervenção de desrama artificial aos 16, 20 e 28 meses de idade, considerando as árvores remanescentes após a simulação do desbaste, em Abaeté, MG	67
11	Resumo da análise de variância da altura aos 55 e 68 meses de idade, em povoamento do clone 24504 de <i>Eucalyptus grandis</i> submetido à primeira intervenção de desrama artificial aos 16, 20 e 28 meses de idade, em área desbastada aos 55 meses de idade, em Abaeté, MG	68
12	Altura, em metro, aos 55 e 68 meses de idade, em povoamento do clone 24504 de <i>Eucalyptus grandis</i> submetido à primeira intervenção de desrama artificial aos 16, 20 e 28 meses de idade, em área desbastada e não desbastada, em Abaeté, MG.....	69
13	Resumo da análise de variância da altura aos 55 e 68 meses de idade, em povoamento do clone 24504 de <i>Eucalyptus grandis</i> submetido à primeira intervenção de desrama artificial aos 16, 20 e 28 meses de idade, em área não desbastada, sem simulação de desbaste em Abaeté, MG	70
14	Resumo da análise de variância da altura aos 68 meses de idade, em povoamento do clone 24504 de <i>Eucalyptus grandis</i> submetido à primeira intervenção de desrama artificial aos 16, 20 e 28 meses de idade, em área desbastada e, não desbastada com simulação de desbaste, em Abaeté, MG.....	71

15	Resumo da análise de variância do volume por planta, aos 55 e 68 meses de idade, em povoamento do clone 24504 de <i>Eucalyptus grandis</i> submetido à primeira intervenção de desrama artificial aos 16, 20 e 28 meses de idade, em área desbastada aos 55 meses de idade, em Abaeté, MG.....	73
16	Volume (m ³ /planta), aos 55 e 68 meses de idade, em povoamento do clone 24504 de <i>Eucalyptus grandis</i> submetido à primeira intervenção de desrama artificial aos 16, 20 e 28 meses de idade, em área desbastada e não desbastada, em Abaeté, MG.....	74
17	Resumo da análise de variância do volume aos 55 e 68 meses de idade, em povoamento do clone 24504 de <i>Eucalyptus grandis</i> submetido à primeira intervenção de desrama artificial aos 16, 20 e 28 meses de idade, em área não desbastada, sem simulação de desbaste, em Abaeté, MG.....	75
18	Resumo da análise de variância do volume por planta (m ³), aos 68 meses de idade, em povoamento do clone 24504 de <i>Eucalyptus grandis</i> submetido à primeira intervenção de desrama artificial aos 16, 20 e 28 meses de idade, em área desbastada e não desbastada, com simulação de desbaste, em Abaeté, MG.....	76

LISTA DE FIGURAS

	Página
1	Croqui de uma parcela que constitui o experimento, demonstrando posições de coleta de dados para análise do dossel do povoamento..... 17
2	Fotografias obtidas com câmera digital na mesma área, antes (a) e após a realização do desbaste (b), em povoamento do clone 24504 de <i>Eucalyptus grandis</i> , em Abaeté, MG..... 19
3	Matéria seca da copa (galhos vivos e mortos e folhas) de árvores remanescentes (a e b) e removidas no desbaste (c e d), desramadas (a e c) e não desramadas (b e d), aos 55 meses de idade, em povoamento de clone de <i>Eucalyptus grandis</i> submetido a desrama artificial em Abaeté, MG. 34
4	Matéria seca da copa (galhos vivos e mortos e folhas) de árvores remanescentes do desbaste, desramadas (a) e não desramadas (b), aos 68 meses de idade, em povoamento de clone de <i>Eucalyptus grandis</i> submetido a desrama artificial, em Abaeté, MG..... 37
5	Matéria seca da copa (galhos vivos e mortos e folhas) de árvores que seriam removidas na simulação de desbaste (a e b) e remanescentes (c e d), desramadas (a e c) e não desramadas (b e d), aos 68 meses de idade, em povoamento de clone de <i>Eucalyptus grandis</i> submetido a desrama artificial, em Abaeté, MG..... 41

RESUMO

CHAVES, Rogério de Araújo, M.S. Universidade Federal de Viçosa, fevereiro de 2005. **Dinâmica de copa e crescimento de plantas de clone de *Eucalyptus grandis* W. Hill ex Maiden submetidas a desrama artificial e desbaste.** Orientadora: Maria das Graças Ferreira Reis. Conselheiros: Geraldo Gonçalves dos Reis e José Eduardo Macedo Pezzopane.

O crescimento e a dinâmica de copa foram avaliados em plantas de clone de *Eucalyptus grandis* submetidas a diferentes tratamentos de desrama artificial e desbaste, em Abaeté, MG. Foram utilizadas combinações de diferentes intensidades de desrama (altura de remoção dos galhos a partir do solo), freqüências (número de intervenções necessárias para atingir 6 m de altura livre de galhos) e idade de aplicação da primeira intervenção de desrama (16, 20 e 28 meses de idade). Aos 55 meses de idade, procedeu-se o desbaste, eliminando 35% do número total de árvores em cada parcela do experimento. A fim de comparar o comportamento das árvores em área desbastada e não desbastada, foi realizada uma simulação de desbaste em área não desbastada, selecionando o mesmo número de árvores que seriam eliminadas, caso o desbaste tivesse ocorrido. O índice de área foliar (IAF) apresentou valor médio de 2,75, aos 55 meses de idade, reduzindo para 1,98, logo após a realização do desbaste. Devido à recomposição foliar, seis meses depois, o IAF aumentou para 2,99 e, aos 68 meses, para 3,11, na área

desbastada. Aos 68 meses de idade, o IAF na área não desbastada foi 22,64 % mais elevado na área desbastada. A transmissividade da radiação fotossinteticamente ativa (t%) aumentou de 11,96% para 22,73%, logo após o desbaste (55 meses) e, aos 68 meses, reduziu para 16,76%, devido à recomposição foliar das plantas. Aos 68 meses de idade, em área não desbastada, t% foi de 9,55 %, significativamente inferior ao observado em área desbastada. O índice de cobertura vegetal (IC), aos 55 meses de idade, reduziu de 0,83 para 0,69, após a realização do desbaste. Aos 68 meses de idade, o IC foi de 0,70, ou seja, este método foi menos sensível às mudanças do desenvolvimento da copa, comparativamente ao método utilizando o IAF e t%. Aos 68 meses de idade, foi observada grande quantidade de galhos médios e grossos em árvores não desramadas até a altura de 6 m, demonstrando a importância da aplicação de desrama artificial, pois estes galhos são os responsáveis pela presença de nós na madeira. Nesta idade, as plantas da área desbastada apresentaram maior quantidade de folhas e galhos vivos em estratos mais baixos da copa do que na área não desbastada, em razão da maior competição na área desbastada. A quantidade de matéria orgânica acumulada no solo, aos 55 meses de idade, foi 5,48, 3,37 e 0,50 t/ha, e, aos 68 meses de idade, foi 5,23, 4,64 e 1,26 t/ha de folha, galho e casca, respectivamente. Aos 68 meses de idade, não foi verificada diferença significativa, ao nível de 5% de probabilidade, entre os tratamentos de desrama artificial, para o crescimento em altura, diâmetro e volume, independentemente da idade de aplicação da primeira intervenção de desrama. Nesta idade, o crescimento diamétrico das árvores remanescentes em área desbastada foi superior ao das plantas superiores, em área não desbastada. Aos 55 e 68 meses de idade houve maior proporção de árvores com maior diâmetro nas parcelas que receberam a primeira intervenção de desrama aos 20 meses de idade. Em resumo, verificou-se que a desrama artificial utilizada não afetou negativamente o crescimento das plantas do clone estudado, porém, deve ser realizada o mais cedo possível para obter maior produção de madeira limpa. Também, foi observado que este clone apresenta elevada capacidade de recomposição da copa um ano após desbaste, indicando que as árvores remanescentes deverão apresentar elevada taxa de crescimento em diâmetro.

ABSTRACT

CHAVES, Rogério de Araújo, M.S. Universidade Federal de Viçosa, February 2005. **Crown dynamics and plant growth of a clone of *Eucalyptus grandis* W. Hill ex Maiden submitted to artificial pruning and thinning.** Adviser: Maria das Graças Ferreira Reis. Committee: Members: Geraldo Gonçalves dos Reis and José Eduardo Macedo Pezzopane.

Growth and crown dynamics of an *Eucalyptus grandis* clone, submitted to artificial pruning and thinning, were studied in Abaeté, MG, Brazil (latitude 19°16'34"S and longitude 45°44'56"W). Plants were submitted to various combinations of pruning intensities (height from the ground for branch removal) frequencies (number of interventions needed to reach 6 m height free of branches), and age of the first intervention (16, 20 and 28 months-old). At the age of 55 months, thinning was applied by removing 35% of the total number of trees in each plot of the experiment. Leaf area index (LAI) decreased from 2.75 to 1.98 immediately after thinning. A significant LAI recovery was verified six months after thinning, when reached 2.99, increasing up to 3.11 at the age of 68 months. The LAI of the non thinned forest was 22.6% higher than that of the thinned forest, at the age of 68 months. This indicates the capacity of remnant trees after thinning to keep expanding their crown. Photosynthetic active radiation transmissivity (t%) increased from 11.9 to 22.7%, shortly after thinning, and, at the age of 68 months, it reduced to 16.8%, due to leaf recover. In the

non thinned forest, transmissivity was 9.6%, which is significantly smaller than in the thinned forest. The vegetation cover index obtained from digital photographs, at the age of 55 months, reduced significantly with thinning, from 0.83 to 0.69, and, at the age of 68 months, it was only 0.70, showing that this method was less sensitive to crown dynamic, if compared to the method using the LAI and t%. By the age of 68 months, a great quantity of medium and large branches was observed on trees which were not pruned up to the height of 6 m from the soil, showing the importance of the artificial pruning. These branches are responsible for the presence of knots in the sawn boards. At this age, the plants in the thinned forest showed a greater quantity of leaves and live branches in the lower strata than those in the non thinned forest, due to the higher competition in the non thinned forest. Litter accumulation, at the age of 55 months, was of 5.48, 3.37 and 0.50 ton/ha of leaves, branches and bark, respectively. No significant differences, at 5% probability, were observed between the artificial pruning treatments, for the growth in height, diameter and volume, independently of the age of the first pruning intervention, up to 68 months. At this age, the growth in diameter of the remaining (superior) trees in the thinned forest was slightly higher than for the superior trees in the non thinned forest. At 55 and 68 months of age, it was observed a greater proportion of larger trees in the plots that received the first pruning intervention at the age of 20 months, as compared to those pruned at 16 and 28 months. The overall results indicated that pruning treatment applied to this clone had no detrimental effect on plant growth. Therefore, it should be applied as early as possible to produce larger extension of clear wood. Also, based on the crown recovery of the clone studied, one year after thinning, it can be expected that the remnant tree will present higher diameter growth rate.

1. INTRODUÇÃO GERAL

A implantação de reflorestamentos, especialmente com espécies dos gêneros *Eucalyptus* e *Pinus*, é uma atividade lucrativa, principalmente quando estes reflorestamentos são manejados para produção de madeira serrada de elevada qualidade (CONTRERAS-MARQUEZ, 1997; PIRES, 2000; DONNELLY e FLYNN, 2003; NAHUZ, 2003). Esses reflorestamentos promovem redução das pressões para exploração das florestas nativas, constituindo-se em alternativa para a conservação dos seus remanescentes (DIAS, 2000)

No Brasil, tem crescido o interesse pelo manejo sustentável de florestas plantadas para obtenção de produtos sólidos (ACERBI Jr. et al., 2002; DONNELLY e FLYNN, 2003; NAHUZ, 2003; SILVA, 2003). Para agregação de maior valor econômico a estes produtos, essas florestas devem ser manejadas para produção de madeira com o máximo de qualidade, apresentando quantidade mínima de defeitos. Alguns defeitos inerentes à madeira, destacando-se a presença de nós, que afetam a aparência e resistência da madeira, comprometem sua aceitação comercial. Porém, este tipo de defeito pode ser minimizado através da aplicação da desrama artificial (PIRES, 2000; PINKARD, 2002; PULROLNIK, 2002; ALMEIDA, 2003; LIMA, 2003).

A desrama artificial é uma importante técnica silvicultural, que consiste na eliminação dos galhos basais do tronco das árvores até uma determinada altura, objetivando a produção de toras com maior proporção de madeira limpa, ou seja, isenta de nós. A desrama artificial melhora substancialmente a

qualidade da madeira. Porém, em razão de reduzir a área foliar e mudar a arquitetura de copa das plantas, a sua aplicação pode causar modificações das condições microclimáticas do povoamento (PULROLNIK, 2002; ALMEIDA, 2003; LIMA, 2003) e, inclusive, reduzir o crescimento das plantas (LANGE et al, 1987; SPELTZ e DISSMANN, 1980; ENDO e MESA, 1992; PINKARD e BEADLE, 1998a; PIRES, 2000), uma vez que as folhas representam a principal fonte de assimilados. Esta redução do crescimento das plantas é maior quando a desrama artificial é mal planejada ou quando não se conhece o comportamento de cada material genético frente a esta técnica.

Estudos sobre o efeito da desrama artificial em povoamentos de eucalipto sobre o crescimento de plantas, arquitetura de copa, qualidade da madeira e microclima têm sido desenvolvidos, recentemente, no Brasil, buscando-se identificar os melhores tratamentos de desrama (frequência, intensidade e idade de início de desrama) para cada material genético (PIRES, 2000; VALE, 2000; PULROLNIK, 2002; ALMEIDA, 2003; LIMA, 2003).

Os povoamentos manejados através da desrama devem, também, ser desbastados, a fim de proporcionar maior taxa de crescimento diamétrico das árvores remanescentes e, assim, obter toras de maior diâmetro. A maior parte dos trabalhos sobre o efeito do desbaste em reflorestamentos são relacionados a povoamentos de *Pinus*. Recentemente, os estudos sobre desbaste de povoamentos de eucalipto têm aumentado em razão do maior interesse na produção de madeira para serraria (WHITEHEAD e KELLIHER, 1991; NOGUEIRA, 1999; LIMA et al., 2000; MABVURIRA e PUKKALA, 2002; MONTAGU et al, 2003; PINKARD e NEILSEN, 2003). Usualmente, nestes estudos, é realizada a análise de dados de crescimento em diâmetro, sem se preocupar com um melhor entendimento sobre a dinâmica de crescimento da copa e sua relação com o uso dos recursos ambientais, especialmente a radiação fotossinteticamente ativa.

2. OBJETIVOS

2.1. Geral

O presente estudo tem o objetivo de avaliar a influência da aplicação de desrama artificial em diferentes idades, intensidades e frequências, e da aplicação de desbaste, em plantas de clone de *Eucalyptus grandis*, sobre o crescimento e a dinâmica da copa das plantas, na região de cerrado.

2.2. Específicos

1. Avaliar o crescimento de plantas do clone 24504 de *Eucalyptus grandis* em resposta à aplicação de desrama artificial, em diferentes idades, intensidades e frequências, e do desbaste;
2. Analisar a dinâmica da copa em resposta à aplicação do primeiro desbaste, visando identificar a possibilidade de uso dessa informação na seleção da forma adequada de aplicação desta técnica em povoamentos manejados através da desrama artificial;
3. Comparar diferentes metodologias não destrutivas, incluindo o uso de fotografias hemisféricas digitais, índice de área foliar e transmissividade da radiação fotossinteticamente ativa, para avaliação da dinâmica da copa de povoamentos de eucalipto, após desbaste;
4. Caracterizar e quantificar a biomassa de copa removida e o acúmulo de manta orgânica, com a aplicação do desbaste.

CAPÍTULO 1

DINÂMICA DE COPA DE PLANTAS DE CLONE DE *Eucalyptus grandis* SUBMETIDAS A DESRAMA ARTIFICIAL E DESBASTE

1. INTRODUÇÃO

A adoção de técnicas silviculturais, como a desrama artificial e o desbaste, é de extrema importância para a obtenção de madeira de qualidade para serraria. Quando adequadamente programada e conduzida, a desrama artificial melhora substancialmente as propriedades físicas da madeira, principalmente por eliminar nós vivos e mortos (PIRES, 2000; VALE, 2000; ALMEIDA, 2003). No entanto, a desrama artificial promove alterações na copa das árvores, por remover parte da biomassa da copa das plantas (galhos e folhas) (PULROLNIK, 2002; LIMA, 2003), podendo comprometer o crescimento das plantas (LANGE et al, 1987; SPELTZ e DISSMANN, 1980; ENDO e MESA, 1992; PINKARD e BEADLE, 1998a; PIRES, 2000), principalmente quando reduz drasticamente sua superfície fotossintetizante. Neste contexto, estudos de dinâmica de copa tornam-se imprescindíveis para aumentar as informações sobre a aplicação de desrama artificial.

A adoção do desbaste em povoamentos de *Eucalyptus* sp., eliminando os indivíduos de pior qualidade, bifurcados, injuriados ou de crescimento

reduzido, tem como principal objetivo a obtenção de árvores de maior diâmetro e qualidade, aumentando a eficiência na utilização das toras nas serrarias. A técnica do desbaste, também, influencia o formato e a dinâmica de copa das árvores do povoamento, pois disponibiliza mais recursos às plantas, por reduzir a competição entre indivíduos, principalmente por luz (NOGUEIRA, 1999). Porém, não existem estudos suficientes que auxiliem na determinação da intensidade do desbaste em povoamentos de eucalipto, principalmente levando-se em consideração o comportamento de cada material genético com relação às suas características de copa.

O objetivo do presente estudo foi caracterizar a dinâmica de copa de plantas do clone 24504 de *Eucalyptus grandis* submetidos à desrama artificial, após a realização do primeiro desbaste, através da análise de fotografias digitais, índice de área foliar (IAF) e radiação fotossinteticamente ativa (RFA) e, da sua relação com o crescimento de plantas, especialmente quanto à distribuição diamétrica.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Dinâmica de copa

A arquitetura de copa das árvores no povoamento, segundo LANDSBERG (1997), é afetada pela distribuição vertical e horizontal de folhas e galhos nas plantas e depende do material genético, idade da planta, natureza e arranjo relativo de folhas e galhos na árvore.

Na análise da arquitetura de copa, destaca-se a distribuição dos galhos, o espaçamento entre eles, o ângulo de inserção desses no tronco, o índice de área foliar (IAF), o diâmetro dos galhos, dentre outros. Todos esses parâmetros podem se alterar em razão de fatores bióticos e/ou abióticos que agem sobre a planta e sobre o povoamento florestal, tais como a qualidade do sítio, o balanço hídrico, a competição entre plantas, a incidência de pragas e doenças, a densidade de plantio e os tratamentos silviculturais adotados no manejo (LIMA, 2003).

Com o aumento da idade, as plantas de um povoamento alocam, proporcionalmente, menos biomassa para as folhas e mais para o tronco. Em plantações de eucalipto, o incremento de biomassa de folhas ocorre rapidamente até a época de fechamento de dossel (CROMER e WILLIAMS, 1982), havendo, a seguir, o declínio da área foliar (PINKARD e BEADLE, 1998b). A dinâmica de copa das plantas é influenciada pela partição de biomassa entre os vários componentes das árvores e o entendimento dessa dinâmica é

importante na adoção de práticas silviculturais mais adequadas para a produção de madeira serrada.

Durante o desenvolvimento de um povoamento, a competição por luz, umidade e nutrientes pode ser intensa, dependendo da densidade de plantio utilizada, resultando em árvores com diferentes classes de copa. Em geral, quando as árvores são jovens, a forma da copa não se altera muito, porém, com a interação entre plantas, a copa começa a se fechar e a mudar sua forma. Assim, algumas árvores podem ser alocadas para a categoria das suprimidas e outras, de maior tamanho e vigor, na categoria de copas co-dominantes e dominantes (SMITH, 1962).

A redução da luz na copa propicia maior competição entre os galhos, com conseqüente estímulo à desrama natural e aumento da profundidade da copa das árvores. A forma dos galhos pode se modificar, 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 detêm um grande número de folhas ativas na fixação de carbono. 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 em que há reduzida exportação de reservas orgânicas e inorgânicas para o fuste e outras partes da planta (FUJIMORI, 1993).

A aplicação de algumas técnicas silviculturais pode influenciar o modelo arquitetural das plantas em um povoamento florestal conforme revisto por LIMA (2003), destacando-se o espaçamento inicial de plantio (BERNARDO, 1995; LELES, 1995; CONTRERAS MARQUEZ, 1997), a aplicação de desrama artificial (PINKARD e BEADLE, 1998b; PINKARD, 2002; PULROLNIK, 2002; ALMEIDA, 2003; LIMA, 2003) e o desbaste (MEDHURST e BEADLE, 2001; MEDHURST et al., 2001). O aumento da densidade do povoamento, que favorece a desrama natural em idades mais jovens, dentro de certos limites, pode aumentar a produção total de madeira, no entanto, ocorre redução do incremento em volume de madeira por árvore (BERNARDO et al., 1998; OLIVEIRA NETO et al., 2003).

A aplicação de desbaste e desrama artificial em povoamentos florestais modifica a disponibilidade de espaço e de recursos de crescimento, o que pode afetar a arquitetura de copa das plantas. MEDHURST e BEADLE (2001), investigando a estrutura de copa e o índice de área foliar de povoamento de *Eucalyptus nitens*, seis anos após o desbaste, verificaram que o mesmo não alterou o ângulo e a densidade dos galhos, e a relação entre o diâmetro e a área foliar do galho das plantas. Porém, a abertura de espaço promovida pelo desbaste resultou em maior formação de galhos grossos. MEDHURST et al. (2001), avaliando o efeito da aplicação de desbaste no crescimento de plantações de *Eucalyptus nitens*, verificaram aumento da taxa média de copa viva após a aplicação do desbaste.

PINKARD e BEADLE (1998a) , avaliando a biomassa em *E. nitens*, após aplicação de tratamentos de desrama artificial, observaram decréscimo da alocação de biomassa para o tronco e aumento para folhas e galhos nas plantas que receberam desrama de 70% de remoção da altura de copa viva, durante os primeiros 12 meses de idade. PULROLNIK (2002) observou, em povoamento de clone de *E. grandis*, após aplicação de desrama artificial aos 20 meses de idade, elevada redução da projeção de copa das árvores em razão da remoção de galhos grossos da base da copa, porém, foi observada sua rápida recomposição. ALMEIDA (2003), estudando a dinâmica de copa em clones de eucalipto, submetidos a desrama artificial, verificou a necessidade do estabelecimento de programas de desrama artificial para cada clone, em razão de diferenças em arquitetura de copa, especialmente, no que se refere à distribuição de folhas ao longo da copa. LIMA (2003) constatou modificações visíveis na copa de plantas de *E. grandis*, após realização de desrama artificial, com acentuada redução da sua projeção da copa e do índice de área foliar (IAF). Porém, por se tratar de um clone que apresenta galhos de maior diâmetro e crescimento acentuadamente voltado para cima, esse autor acredita que a remoção intensa de folhas nessas plantas pode não ter efeito negativo acentuado sobre o crescimento dessas plantas, uma vez que foram removidos galhos grossos que competem com o crescimento do tronco.

Considerando que os estudos sobre desrama artificial e desbaste em povoamentos de eucalipto são recentes, ainda há necessidade de se estudar,

com maior profundidade, parâmetros relacionados com a copa das plantas, visando facilitar o entendimento das respostas das plantas a estas técnicas.

2.2. Transmissividade da Radiação Fotossinteticamente Ativa (t%) e Índice de Área Foliar (IAF)

A radiação solar incidente na superfície da Terra varia entre 0,4 e 3,2 μm , podendo ser separada em radiação fotossinteticamente ativa (0,4 a 0,7 μm) e infravermelho próximo (0,7 a 3,2 μm). Para os vegetais, a radiação solar na faixa do visível é a mais importante, pois fornece energia para o processo fotossintético. Entretanto, o infravermelho próximo também exerce um papel fundamental, pois fornece energia para os demais processos (PEZZOPANE, 2001).

As folhas dos vegetais são seletivas quanto à radiação solar, pois absorvem os raios na faixa do visível e refletem ou transmitem os raios infravermelho próximo (ROSENBERG et al., 1983).

O total de radiação solar incidente no topo da atmosfera varia ao longo do ano em função da latitude, devido à inclinação do eixo da Terra em relação aos raios solares, variando também ao longo do dia devido ao movimento aparente do sol. Quanto menor a latitude, ou seja, quanto mais próximo à linha do equador, maior a disponibilidade energética e menor sua flutuação (PEZZOPANE, 2001). Ao atravessar a atmosfera, a radiação solar é atenuada através dos processos de reflexão e absorção, sendo fortemente influenciada pelas nuvens. Parte da radiação solar global é refletida pela superfície e volta para a atmosfera, ainda na forma de ondas curtas, e parte é absorvida, tornando-se fonte primária de energia para os demais processos. A quantidade de energia refletida pelo sistema é controlada pelo seu albedo (VIANELLO e ALVES, 1991). O valor do albedo de uma comunidade vegetal varia em função do ângulo de incidência dos raios solares, condições atmosféricas e edáficas, além das características das folhas e do solo. Outro aspecto relevante é a quantidade de radiação solar direta e difusa, que somadas totalizam a radiação solar global. A radiação solar difusa é mais aproveitada pelas folhas pelo seu caráter multidirecional.

A radiação solar, ao incidir sobre uma floresta, pode ser refletida, absorvida ou transmitida para as camadas inferiores do dossel, sendo tal processo controlado pelos coeficientes de refletividade (r), absorvidade (a) e transmissividade (t), onde, de acordo com a conservação da energia, tem-se que: $a + r + t = 1$. No caso da folha de uma planta, o processo é seletivo, ocorrendo uma alta absorção na faixa espectral da radiação fotossinteticamente ativa (RFA) e baixa absorção na faixa espectral da radiação infravermelho próximo (NIR). Sendo assim, à medida que a radiação penetra no dossel de uma floresta, a fração RFA/R_s (R_s = Radiação global) diminui acentuadamente (PEZZOPANE, 2001).

Uma descrição do padrão de distribuição da radiação dentro de um dossel depende da arquitetura das copas que compõem o dossel, distribuição angular da radiação incidente e das propriedades espectrais das folhas. Estas propriedades (absorção, reflexão e transmissão) podem variar de acordo com a espessura da folha, idade, conteúdo de água, morfologia da superfície foliar e sua orientação (Jones, 1994, citado por PEZZOPANE, 2001).

A caracterização da radiação solar pode ser feita diretamente através de medições com uso de sensores lineares que determinam a radiação fotossinteticamente ativa (RFA), ou de maneira indireta, através de fotografias hemisféricas, obtidas próximo ao solo, que procuram quantificar o índice de área foliar (IAF) e, conseqüentemente, a absorção da radiação solar (LEE, 1987).

O conhecimento da interceptação da radiação pelo dossel florestal pode auxiliar nas decisões de práticas silviculturais a serem adotadas no manejo do povoamento florestal, de forma a não comprometer o crescimento, como, por exemplo, a desrama artificial e o desbaste.

O índice de área foliar (IAF) pode ser definido como sendo a área foliar total projetada por unidade de área de terreno e tem sido estudado em povoamentos florestais (CHEN e BLACK, 1991; CHEN et al., 1991; PULROLNIK, 2002; ALMEIDA, 2003; LIMA, 2003). É um importante parâmetro da estrutura do dossel devido sua forte ligação com a produtividade primária, através da interceptação da radiação e da evapotranspiração, bem como pela interceptação da chuva e poluentes (PEREIRA et al., 1997).

O IAF pode variar com a espécie, a idade do povoamento, a época do ano, a disponibilidade hídrica e de nutrientes e condições de manejo (JONCKHEERE et al., 2004). Pode ser obtido através de método, direto e indireto (GOWER et al., 1999; KUSSNER e MOSANDL, 2000; JONCKHEERE et al., 2004). No método direto, a área foliar é obtida através de método destrutivo, enquanto que, no segundo grupo, estima-se o índice de área foliar utilizando-se de outras informações ou parâmetros.

O método direto (ou destrutivo) consiste no abate de “árvores modelos”, ou seja, árvores que apresentem características que sejam representativas do povoamento, onde, depois de abatidas, as folhas são coletadas para posterior mensuração. Pode-se, também, dividir as árvores por estrato, estudando a distribuição vertical das folhas ao longo da árvore, onde se faz um estudo de arquitetura da copa conforme realizado por ALMEIDA (2003). O mesmo procedimento pode ser realizado para galhos. O método direto é o mais preciso para a obtenção da área foliar, porém, é mais trabalhoso, consumindo maior tempo para sua obtenção, não sendo recomendado, em termos operacionais, para mensuração de grandes áreas. Porém, segundo JONCKHEERE et al. (2004), esse método é muito importante para a calibração de técnicas indiretas de obtenção do IAF.

Para a obtenção indireta do índice de área foliar, novos instrumentos e técnicas têm sido desenvolvidos, apresentando, como principais vantagens, a rapidez e facilidade para o obtenção dos dados. Um dos aparelhos mais usados recentemente é o “Licor LAI-2000 Plant Canopy Analyzer” – analisador de dossel – que calcula o IAF por comparação diferencial entre a luz captada abaixo e acima do dossel. Fotografias hemisféricas, também, têm sido recentemente usadas em estudos de abertura do dossel (clareiras), arquitetura de copa e determinação do IAF (JONCKHEERE et al., 2004).

O LAI-2000 é um instrumento portátil que não necessita da coleta e, ou, processamento de dados adicionais. Este aparelho é apto a calcular imediatamente o IAF, mensurando simultaneamente a radiação difusa, obtida através de uma média de cinco diferentes posições referentes a diferentes ângulos de inclinação captadas pelo sensor. O nível de radiação é mensurado no interior da floresta e fora desta (em local totalmente aberto). O aparelho calcula automaticamente o IAF através de seu software interno

(JONCKHEERE et al., 2004). A grande desvantagem de se utilizar este aparelho é sua incapacidade em fornecer dados para uma análise espacial de distribuição da folhagem na planta.

O uso de fotografias hemisféricas tem sido cada vez maior nos últimos anos. Estas fornecem informações permanentes sobre posição, tamanho e distribuição de abertura do dossel, sendo muito úteis para estudos de arquitetura de copa, baseando-se no contraste existente entre a luz que passa pelas folhas (através da abertura do dossel) e o dossel, que atenua a luz solar. Alguns autores (BONHOMME e CHARTIER, 1972; BONHOMME et al., 1974; ANDERSON, 1981; CHAN et al., 1986; WANG e MILLER, 1987) estimaram o IAF usando fotografias hemisféricas, depois de terem escaneado as fotos, utilizando o modelo de Poisson invertido. Com o advento da tecnologia digital, melhorias dos formatos das imagens e desenvolvimento de softwares específicos, técnicas de análise de imagens digitais têm sido recentemente utilizadas para examinar as fotografias hemisféricas (FRAZER et al., 2001; HALE e EDWARDS, 2002).

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Localização do experimento

O presente estudo foi desenvolvido em povoamento estabelecido em novembro de 1998, no espaçamento 3 x 3 m, com o clone 24504 de *Eucalyptus grandis*, pela Companhia Agrícola e Florestal Santa Bárbara (CAF), no Município de Abaeté, MG (19°15'94''S de latitude e 45°44'56''W de longitude). O clima da região é subtropical úmido, com temperatura média anual de 22,3 °C, sendo que a temperatura média do mês mais frio é de 19,0 °C e a do mês mais quente de 23,8 °C; a precipitação média anual é de 1380,3 mm e o valor médio de déficit hídrico é de 168,4 mm anuais, com evapotranspiração potencial anual de 1077,8 mm (MOREIRA, 1997). O relevo varia de plano a suavemente ondulado e a altitude média do local do experimento é 798 m.

Conforme apresentado por LIMA (2003), foram coletadas amostras compostas de solo, em novembro de 1998, para a caracterização da área de estudo, nas profundidades de 0 a 20 cm e de 20 a 40 cm, tendo sido submetidas a análise física e química. Também, foram coletadas amostras de solo em junho de 2003. Os resultados da análise química é apresentado no Quadro 1.

Quadro 1 – Resultados da análise química do solo da área experimental na profundidade de 0-20 e 20-40 cm, em Abaeté, MG

Variável	Profundidade do solo (cm)			
	Novembro de 1998		Junho de 2003	
	0-20	20-40	0-20	20-40
pH (H ₂ O)	4,40	4,30	4,66	4,62
P (mg/dm ³)	23,20	5,20	31,82	6,69
K (mg/dm ³)	14,10	9,40	17,78	10,89
Ca ²⁺ (Cmol _c /dm ³)	0,23	0,09	0,10	0,04
Mg ²⁺ (Cmol _c /dm ³)	0,08	0,06	0,00	0,00
Al ³⁺ (Cmol _c /dm ³)	1,35	1,09	1,29	1,53
H + Al (Cmol _c /dm ³)	11,08	8,74	7,19	6,23
SB (Cmol _c /dm ³)	0,35	0,18	0,15	0,07
(t) (Cmol _c /dm ³)	1,70	1,27	1,43	1,61
(T) (Cmol _c /dm ³)	11,43	8,92	7,33	6,31
V (%)	3,05	2,03	2,00	1,11
m (%)	79,64	85,84	90,00	95,56

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.

Fonte: LIMA (2003).

3.2. Aplicação de desrama artificial

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 freqüência (número de intervenções necessárias para atingir 3 m de altura livre de galhos na planta) quando a primeira intervenção de desrama ocorreu aos 16 e 20 meses de idade (Quadro 2) e, de quatro tratamentos, quando a primeira intervenção ocorreu aos 28 meses de idade (Quadro 3). Aos 45 meses de idade foi feita intervenção de desrama nas plantas dos tratamentos desramados, retirando-se todos os galhos vivos e mortos entre 3 e 6 m de altura, para obtenção de uma segunda tora livre de nós.

Cada parcela foi constituída de quatro fileiras de 10 plantas, com bordadura simples, sendo a área útil constituída de duas linhas centrais com 10 árvores cada. Porém, o tratamento de desrama artificial foi realizado em toda a extensão do talhão. No final de cada talhão, foram estabelecidas as mesmas parcelas, contendo o mesmo número de plantas, de modo a permitir a análise do povoamento com e sem desbaste.

Quadro 2 - Tratamentos de desrama (intensidade e freqüência) aplicados em povoamento do clone 24504 de *Eucalyptus grandis* para a primeira intervenção aos 16 e 20 meses de idade, em Abaeté, MG

Tratamento	Altura parcial de desrama (m)				Altura total de desrama (m)
	16 ^{1/} e 20 ^{1/} meses	20 e 28 meses	28 e 33 meses	45 meses	
Testemunha	-	-	-	-	-
0,5+0,5+2,0+3,0	0,5 ^{2/}	0,5 ^{3/}	2,0 ^{3/}	3,0 ^{3/}	6,0
0,5+1,0+1,5+3,0	0,5	1,0	1,5	3,0	6,0
1,0+1,0+1,0+3,0	1,0	1,0	1,0	3,0	6,0
1,0+0,0+2,0+3,0	1,0	-	2,0	3,0	6,0
1,5+0,0+1,5+3,0	1,5	-	1,5	3,0	6,0

^{1/} 16 e 20 meses constituem as idades em que foi realizada primeira intervenção de desrama; ^{2/} Altura de desrama a partir do nível do solo; ^{3/} Altura de desrama a partir da altura da primeira e, ou, segunda desrama.

Quadro 3 - Tratamentos de desrama (intensidade e freqüência) que foram aplicados em plantas do clone 24504 de *Eucalyptus grandis* para a primeira intervenção aos 28 meses, em Abaeté, MG

Tratamento	Altura parcial de desrama (m)			Altura total de desrama (m)
	28 meses	33 meses	45 meses	
Testemunha	-	-	-	-
1,0+2,0+3,0	1,0 ^{1/}	2,0 ^{2/}	3,0 ^{2/}	6,0
1,5+1,5+3,0	1,5	1,5	3,0	6,0
3,0+0,0+3,0	3,0	0,0	3,0	6,0

^{1/} Altura de desrama a partir do nível do solo; ^{2/} Altura de desrama a partir da primeira e, ou, segunda intervenção de desrama.

O experimento foi instalado no delineamento inteiramente casualizado, seguindo o esquema de parcelas subdivididas, tendo nas parcelas os tratamentos de desrama artificial, com três repetições, e nas subparcelas as idades de avaliação.

3.3. Aplicação de desbaste

Foram utilizados tratamentos com e sem desbaste no povoamento submetido a diferentes tratamentos de desrama. O desbaste foi realizado com o objetivo de reduzir a competição entre plantas eliminando-se, inicialmente, as

árvores que apresentavam tortuosidade, injúrias, bifurcação ou que obtiveram crescimento inferior às demais árvores do povoamento, representando 35% do número total de árvores em cada parcela do experimento. Procurou-se, também, analisar a distribuição espacial das plantas a serem eliminadas, para evitar a formação de grandes clareiras. O desbaste foi aplicado em junho de 2003, quando as plantas estavam com 55 meses de idade. O desbaste ocorreu independentemente das plantas estarem apresentando redução na sua taxa de crescimento, o que se constitui na metodologia sendo utilizada pela empresa, uma vez que o objetivo do trabalho era aplicar o desbaste assim que ocorresse a recomposição da copa após a última aplicação de desrama. Conforme relatado por LIMA (2003), aos 45 meses de idade, o IAF não diferiu significativamente entre tratamentos de desrama, demonstrando que já havia ocorrido a recomposição da copa nos tratamentos em que houve a desrama artificial.

Em área não desbastada, simulou-se desbaste aos 68 meses de idade, considerando a mesma proporção de árvores que foram removidas em área desbastada, aos 55 meses. Para tal, foram desconsideradas na medição árvores que seriam eliminadas, por apresentarem injúrias, tortuosidades ou crescimento reduzido. Este procedimento foi realizado com o objetivo de comparar o crescimento das árvores inferiores e superiores (remanescentes), localizadas em área desbastada e não desbastada com simulação de desbaste, aos 55 e 68 meses.

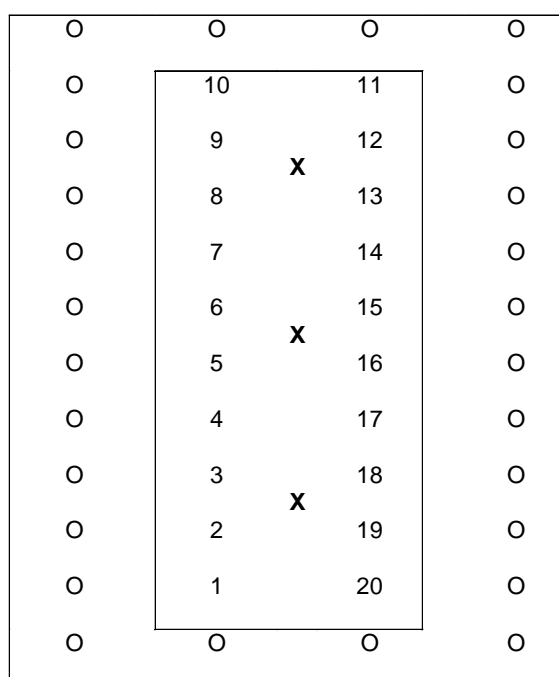
3.4. Determinação de abertura do dossel

3.4.1. Transmissividade da radiação fotossinteticamente ativa (t %)

A estimativa da transmissividade da radiação fotossinteticamente ativa (t%) foi realizada em junho de 2003, antes e imediatamente após a realização do desbaste, quando as plantas estavam com 55 meses de idade, visando analisar a abertura do dossel decorrente desta técnica silvicultural. Também, foi realizada a avaliação da transmissividade da radiação fotossinteticamente (RFA) aos 61 e 68 meses de idade visando auxiliar na avaliação do fechamento do dossel. Aos 68 meses de idade foi avaliada a RFA em área não

desbastada, que contém os mesmos tratamentos de desrama artificial, visando comparar este parâmetro da dinâmica de copa entre a área desbastada e a não desbastada. As avaliações foram realizadas para as três idades de primeira intervenção de desrama artificial.

A coleta dos dados de radiação foi realizada em três pontos por parcela, localizados entre as duas linhas úteis de cada parcela do experimento, no ponto de interseção das duas diagonais que unem quatro árvores, conforme ilustrado na Figura 1.



1 – 20 = árvores que constituem a parcela útil; O = árvores que constituem a bordadura da parcela útil; X = locais de coleta de dados da RFA, do IAF e das fotografias hemisféricas digitais

Figura 1 - Croqui de uma parcela que constitui o experimento, demonstrando posições de coleta de dados para análise do dossel do povoamento.

Foram utilizados sensores lineares, modelo LI-191, marca LI-COR, conectados a registradores automáticos para as leituras dentro do povoamento florestal. As leituras foram realizadas entre 11:00 hs e 13:00 hs, a 0,5 m do solo. Cada valor obtido foi resultado da leitura dos sensores durante dois minutos em cada ponto. Em área aberta, próxima às parcelas, foi instalado um

sensor pontual, modelo LI-190, marca LI-COR, a fim de obter a RFA a céu aberto. Para o cálculo da transmissividade da RFA, foi utilizada a seguinte expressão:

$$t = (RFA_A/RFA_B) \times 100$$

em que:

t = transmissividade da radiação fotossinteticamente ativa (%);

RFA_A = radiação fotossinteticamente ativa abaixo do dossel; e

RFA_B = radiação fotossinteticamente ativa acima do dossel.

3.4.2. Estimativa do índice de área foliar (IAF)

A estimativa do índice de área foliar (IAF) foi obtida aos 55 meses de idade, antes e imediatamente após a realização do desbaste, e aos 60 e 68 meses de idade, para as três idades de realização da primeira intervenção de desrama artificial. Aos 68 meses de idade foi realizada a medição do IAF em área não desbastada, que contém os mesmos tratamentos de desrama artificial, visando comparar este parâmetro da dinâmica de copa entre a área desbastada e a não desbastada.

Para obtenção do IAF, foram utilizados dois sensores LI-2050, conectados a dataloggers LI-2000 da LI-COR, sendo que um dos sensores foi instalado em área aberta próximo às parcelas, e outro foi usado para obtenção dos dados no interior das parcelas. As leituras foram feitas sob luz difusa, ao amanhecer, anoitecer ou em dias nublados, nas mesmas posições de coleta da RFA, conforme ilustrado na Figura 1.

3.4.3. Estimativa do Índice de Cobertura Vegetal (IC)

A estimativa do índice de cobertura vegetal se deu através da obtenção de fotografias digitais, aos 55 meses de idade, antes e imediatamente após a realização do desbaste, conforme exemplificado na Figura 2. Aos 68 meses de idade, foram obtidas fotografias digitais na área desbastada e a não desbastada para avaliação do fechamento do dossel. Nesta data, também, foi realizada a análise em área não desbastada, que contém os mesmos tratamentos de desrama artificial, visando comparar este parâmetro da dinâmica de

copa entre a área desbastada e a não desbastada. As avaliações foram realizadas para as três idades de aplicação da primeira intervenção de desrama artificial.

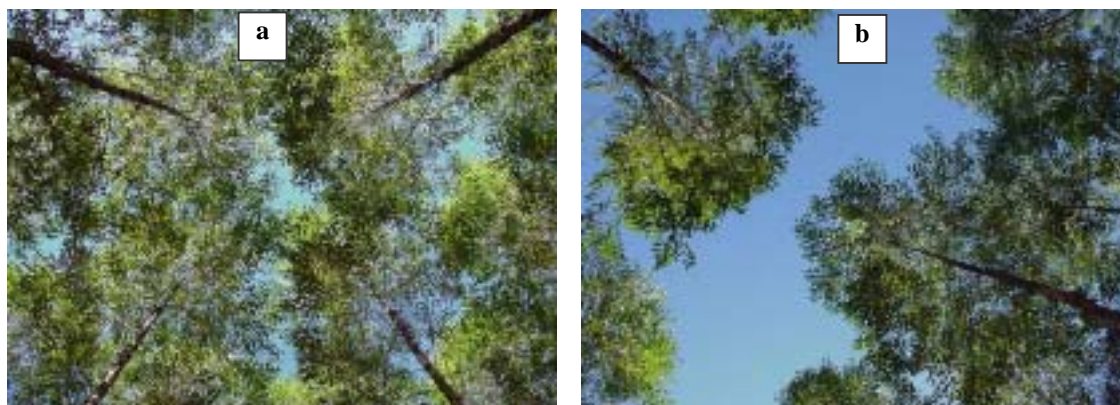


Figura 2 - Fotografias obtidas com câmera digital na mesma área, antes (a) e após a realização do desbaste (b), em povoamento do clone 24504 de *Eucalyptus grandis*, em Abaeté, MG.

Para a obtenção das fotografias, foi utilizada uma câmera fotográfica digital apontada para o céu e posicionada paralelamente ao solo, mais próxima possível do mesmo, buscando captar, deste modo, mais detalhes das copas das plantas em maior campo de visão. As fotos foram obtidas nas mesmas posições de coleta da RFA e do IAF, conforme ilustrado na Figura 1. Após a sua obtenção, cada fotografia foi processada pelo programa ERDAS IMAGINE, versão 8.5, para a obtenção do percentual de cobertura vegetal em cada foto.

3.4.5. Determinação da biomassa

Por ocasião da realização do desbaste, aos 55 meses de idade, foi feito o abate de árvores desramadas até 6 m de altura para a determinação do número de galhos e da biomassa de galhos e folhas, separadamente, em seções de 2 m, a partir de 6 m de altura da árvore, o que corresponde à porção que não recebeu o tratamento de desrama, até o terminal da árvore. Considerando não ter sido observada diferença significativa no crescimento em função da desrama, foram abatidas cinco árvores de diâmetro e altura médios,

uma de cada tratamento de intensidade de desrama, para representar as árvores desramadas. Nas três árvores correspondentes à testemunha, foram coletados folhas e galhos da base até o terminal, pois estas árvores não receberam tratamento de desrama. O peso fresco das folhas e galhos foi determinado para cada seção, no campo, e uma amostra foi levada ao Laboratório de Ecologia e Fisiologia Florestal do Departamento de Engenharia Florestal da Universidade Federal de Viçosa (LEF/DEF/UFV), onde foram determinados, para cada amostra, a área foliar, por meio de um medidor de área foliar portátil LI-3000, marca LI-COR e, após secagem em estufa, foi obtido o peso da matéria seca.

Para a estimativa da biomassa de folhas e galhos das árvores remanescentes, após o desbaste, foram abatidas seis árvores que apresentavam diâmetro e altura média das árvores remanescentes, procedendo-se à mesma metodologia de coleta descrita anteriormente. As árvores abatidas para a determinação de biomassa estavam localizadas além da bordadura das parcelas selecionadas, não interferindo na área útil das parcelas. Também, foi determinada a biomassa de parte aérea das árvores remanescentes aos 68 meses de idade, nas mesmas parcelas da coleta ocorrida aos 55 meses de idade.

Para comparar os dados de biomassa da copa entre a área desbastada e a não desbastada, foram coletadas, aos 68 meses de idade, biomassa de cinco árvores desramadas e três não desramadas em área não desbastada, seguindo os mesmos procedimentos de medições e pesagens descritos anteriormente.

3.4.6. Distribuição de galhos na copa

Foram realizadas avaliações do número de galhos, vivos e mortos, em estratos de 2 m, a partir do solo até o topo das árvores. Os galhos foram classificados em finos (0-1 cm), médios (1-2 cm) e grossos (>2 cm). A análise de distribuição de galhos na copa foi realizada aos 55 e 68 meses de idade, nas mesmas árvores selecionadas para o estudo de biomassa. Aos 68 meses de idade, fez-se a coleta de dados em área não desbastada, visando comparação com área desbastada.

3.4.7. Amostragem da manta orgânica

A amostragem da manta orgânica foi realizada aos 55 meses de idade, antes da realização do desbaste, e aos 68 meses de idade, em área correspondente a um quarto da área útil de uma árvore, ou seja, área de $1,5 \times 1,5 \text{ m}^2$, tendo a base da árvore como ponto inicial, tendo sido coletada uma amostra por parcela. Essas árvores foram escolhidas aleatoriamente nas parcelas, desde que não tivessem sido feitas coletas anteriores de manta orgânica no mesmo local. Folhas, galhos e cascas foram coletados separadamente, sendo determinados o peso fresco total no campo e o peso fresco de uma amostra por parcela. Essas amostras foram encaminhadas ao LEF/DEF/UFV para determinação do seu peso seco após secagem em uma estufa com ventilação forçada, à temperatura de $80 \text{ }^\circ\text{C}$, até atingirem peso constante.

3.4.8. Análise dos dados

Os dados de transmissividade da radiação fotossinteticamente ativa ($t\%$), índice de área foliar, índice de cobertura vegetal, manta orgânica e biomassa de folhas, galhos e casca foram analisados através da análise de variância. Quando houve diferença significativa entre os tratamentos de desrama e/ou idades de avaliação, ao nível de 5% de probabilidade, aplicou-se teste de tukey para comparação da médias.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Índice de área foliar (IAF)

Não foi verificada diferença significativa do índice de área foliar, aos 55, 61 e 68 meses de idade, entre os tratamentos de desrama artificial, em plantas cuja primeira intervenção ocorreu aos 16, 20 e 28 meses de idade (Quadro 4), assim como observado por LIMA (2003), no mesmo povoamento, aos 45 meses de idade. Porém, verificou-se haver diferença significativa entre as idades de avaliação do IAF (Quadros 4 e 5).

Aos 55 meses de idade, antes da realização do desbaste, o índice de área foliar médio foi de 2,75, apresentando valores próximos entre os tratamentos de desrama artificial, nos tratamentos cuja primeira intervenção de desrama ocorreu aos 16, 20 e 28 meses de idade (Quadro 5). Logo após a realização do desbaste, houve aumento significativo da abertura do dossel, com conseqüente redução do IAF, que apresentou valor médio de 1,98, correspondendo a uma redução média de 28,0% do IAF. Porém, aos 61 meses de idade, foi observada significativa recomposição foliar, atingindo IAF médio de 2,99, valor 33,78% maior que o observado aos 55 meses, imediatamente após a realização do desbaste. LIMA (2003) já havia relatado a alta capacidade de recomposição de copa deste clone, logo após a aplicação dos tratamentos de desrama artificial. PINKARD et al (1999) observaram que, com remoção de 70% da copa viva de *Eucalyptus nitens*, não houve recomposição da copa,

enquanto com remoção de 50% observou-se a sua recomposição. Entre 61 e 68 meses, o aumento médio do IAF foi de 3,86%, ou seja, já está sendo observada redução na taxa de recomposição da copa. Apenas nas parcelas cuja primeira intervenção de desrama artificial ocorreu aos 20 meses de idade não foi verificado aumento do IAF entre 61 e 68 meses de idade. Maior aumento de IAF foi verificado nas parcelas cuja primeira intervenção de desrama artificial ocorreu aos 16 meses, com 12,61% de aumento (Quadro 5).

Quadro 4 - Resumo da análise de variância do índice de área foliar (IAF) aos 55 (antes e após a realização do desbaste), 61 e 68 meses de idade, em povoamento do clone 24504 de *Eucalyptus grandis* submetido à primeira intervenção de desrama artificial aos 16, 20 e 28 meses de idade, em área desbastada, em Abaeté, MG

FV	GL	QM
Primeira intervenção aos 16 meses		
Tratamento de desrama (DR)	5	0,0218 ^{ns}
Resíduo a	12	0,0620
Idade	3	6,5556 [*]
DR X Idade	15	0,0584 ^{ns}
Resíduo b	36	0,0703
CV Tratamento (%)		9,23
CV Idade (%)		9,83
Primeira intervenção aos 20 meses		
Tratamento de desrama (DR)	5	0,0222 ^{ns}
Resíduo a	12	0,0385
Idade	3	2,8293 [*]
DR X Idade	15	0,1371 ^{ns}
Resíduo b	36	0,0336
CV Tratamento (%)		7,35
CV Idade (%)		6,87
Primeira intervenção aos 28 meses		
Tratamento de desrama (DR)	3	0,0209 ^{ns}
Resíduo a	8	0,0181
Idade	3	4,7418 [*]
DR X Idade	9	0,0171 ^{ns}
Resíduo b	24	0,0179
CV Tratamento (%)		4,87
CV Idade (%)		4,85

* significativo a de 5% de probabilidade.

^{ns} não-significativo a de 5% de probabilidade.

Quadro 5 - Valores médios de índice de área foliar, aos 55, 61 e 68 meses de idade, em povoamento do clone 24504 de *Eucalyptus grandis* submetido à primeira intervenção de desrama artificial aos 16, 20 e 28 meses de idade, em área desbastada e não desbastada, em Abaeté, MG

Altura de desrama (m)	Idade				
	55 ^{1/}	55 ^{2/}	61 ^{2/}	68 ^{2/}	68 ^{3/}
Primeira intervenção aos 16 meses					
Testemunha	2,57	1,89	3,09	3,40	4,44
0,5+0,5+2,0+3,0	2,64	1,90	2,89	3,24	4,45
0,5+1,0+1,5+3,0	2,53	1,91	3,08	3,41	4,36
1,0+1,0+1,0+3,0	2,57	1,90	3,06	3,37	4,42
1,0+0,0+2,0+3,0	2,75	1,88	2,59	3,29	4,07
1,5+0,0+1,5+3,0	2,87	1,89	2,74	3,27	4,49
Média	2,66 b	1,90 c	2,91 ab	3,33 a	4,37
Primeira intervenção aos 20 meses					
Testemunha	2,82	2,04	3,16	3,25	3,78
0,5+0,5+2,0+3,0	3,00	2,16	2,74	2,66	3,98
0,5+1,0+1,5+3,0	3,00	2,17	2,94	2,70	3,89
1,0+1,0+1,0+3,0	3,02	2,18	2,77	2,68 a	4,17
1,0+0,0+2,0+3,0	2,85	2,06	2,98	2,71	3,88
1,5+0,0+1,5+3,0	2,78	2,00	2,91	2,81	4,04
Média	2,91 a	2,10 b	2,92 a	2,80 a	3,96
Primeira intervenção aos 28 meses					
Testemunha	2,82	2,04	3,16	3,25	3,78
1,0+2,0+3,0	2,56	1,85	3,23	3,26	3,53
1,5+1,5+3,0	2,57	1,86	3,24	3,25	3,54
3,0+0,0+3,0	2,65	1,91	3,24	3,27	3,51
Média	2,65 b	1,92 c	3,22 a	3,26 a	3,59
Média geral	2,75	1,98	2,99	3,11	4,02

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

^{1/} Medições realizadas antes da realização do desbaste; ^{2/} Medições realizadas após a realização do desbaste; ^{3/} Medição realizada em área não desbastada.

Estes resultados sobre recomposição do dossel, através da análise de dados do IAF, evidenciam maior investimento das plantas na produção de folhas, o que permite aproveitamento dos recursos, especialmente a radiação fotossinteticamente ativa, disponibilizados após a realização do desbaste.

Aos 68 meses de idade, foi observada diferença significativa para o IAF entre a área desbastada e a não desbastada, para a primeira intervenção de desrama aos 16, 20 e 28 meses de idade. Porém, não houve diferença significativa entre os tratamentos de desrama artificial (Quadro 6).

Quadro 6 - Resumo da análise de variância do índice de área foliar aos 68 meses de idade, em povoamento do clone 24504 de *Eucalyptus grandis* submetido à primeira intervenção de desrama artificial aos 16, 20 e 28 meses de idade, em área desbastada e não desbastada, em Abaeté, MG

FV	GL	QM
Primeira intervenção aos 16 meses		
Tratamento de desrama (DR)	5	0,0455 ^{ns}
Tratamento de desbaste (DB)	1	9,7760 *
DR X DB	5	0,0426 ^{ns}
Resíduo	24	0,0713
CV (%)		6,94
Primeira intervenção aos 20 meses		
Tratamento de desrama (DR)	5	0,3465 ^{ns}
Tratamento de desbaste (DB)	1	13,9378 *
DR X DB	5	0,0370 ^{ns}
Resíduo	24	0,0871
CV (%)		3,45
Primeira intervenção aos 28 meses		
Tratamento de desrama (DR)	3	0,0210 ^{ns}
Tratamento de desbaste (DB)	1	0,6501 *
DR X DB	3	0,0272 ^{ns}
Resíduo	16	0,0437
CV (%)		6,11

* significativo a de 5% de probabilidade.

^{ns} não-significativo a de 5% de probabilidade.

Em área desbastada, a média do IAF foi de 3,11, enquanto que, em área não desbastada, a média do IAF foi de 4,02, ou seja, 22,64% mais elevado do que na área desbastada (Quadro 5), aos 68 meses de idade, indicando que ainda não houve total recomposição do IAF após a realização do desbaste.

Em área não desbastada, para os tratamentos de desrama em plantas cuja primeira intervenção ocorreu aos 16, 20 e 28 meses de idade, o valor

médio de IAF, aos 55 meses de idade, foi de 2,75, chegando ao valor de 4,02 aos 68 meses de idade, ou seja, houve aumento de 31,59% no valor do IAF neste período. O fato de estar havendo, ainda, aumento do IAF na área não desbastada indica que o desbaste foi realizado antes do total fechamento do dossel.

O valor de IAF observado na área não desbastada ainda pode ser mais elevado, pois alguns autores encontraram valores de IAF, em povoamentos de eucalipto, mais elevados do que o observado no presente estudo. PINKARD et al. (1999), em estudo de povoamento de *E. nitens*, aos três anos de idade, encontraram um IAF igual a 6,0. Também, DYE e OLBRICH (1993) observaram IAF de 4,5 em povoamento de *E. grandis* na África. Porém, deve-se ressaltar que o IAF pode variar com o material genético, a qualidade do sítio, o manejo do povoamento, dentre outros. Analisando-se os dados de LIMA (2003), obtidos nesta mesma área até a idade de 45 meses, em adição aos dados de 55 meses no presente trabalho, verifica-se que o IAF atingiu o valor máximo de 3,14, até a realização do desbaste.

Em área desbastada, o valor médio de IAF após o desbaste, aos 55 meses de idade, foi de 1,98, chegando a 3,11 aos 68 meses, ou seja, houve aumento de 36,33% no IAF. Este aumento foi 4,74% superior ao observado no mesmo período em área não desbastada. A rápida recomposição de copa pode ter ocorrido em razão das árvores remanescentes terem ficado mais expostas à radiação após a abertura do dossel decorrente da realização do desbaste e, possivelmente, pela maior disponibilização de nutrientes decorrentes da decomposição do material vegetal depositado após o desbaste. As folhas de árvores cortadas por ocasião do desbaste, que são verdes, possuem maior concentração de nutrientes, apresentando decomposição mais rápida, comparativamente à outros tipos de resíduos, como galhos, casca e folhas senescentes, conforme revisto por REIS e BARROS (1990).

4.2. Transmissividade da radiação fotossinteticamente ativa (t%)

A transmissividade da radiação fotossinteticamente ativa (t%) não diferiu significativamente entre tratamentos de desrama artificial, cuja primeira intervenção ocorreu aos 16 meses de idade. Porém, foi observada diferença

significativa entre as idades de avaliação (Quadro 7), ao nível 5% de probabilidade, assim como foi observado para os valores de IAF.

Quadro 7 - Resumo da análise de variância da transmissividade da radiação fotossinteticamente ativa (t%), aos 55 (antes e após a realização do desbaste) e 68 meses de idade, em povoamento do clone 24504 de *Eucalyptus grandis* submetido à primeira intervenção de desrama artificial aos 16 meses de idade, em área desbastada, em Abaeté, MG

FV	GL	QM
Tratamento de desrama (DR)	5	203,6171 ^{ns}
Resíduo a	12	89,8124
Idade	2	524,0968 *
DR X Idade	10	91,5787 ^{ns}
Resíduo b	24	49,3430
CV Tratamento (%)		55,25
CV Idade (%)		40,95

* significativo a de 5% de probabilidade.

^{ns} não-significativo a de 5% de probabilidade.

Não foi possível realizar a análise dos dados da t% para o povoamento submetido à primeira intervenção de desrama aos 20 e 28 meses de idade, em povoamento não desbastado, em razão de terem ocorrido problemas com os equipamentos, por ocasião da coleta de dados aos 55 meses de idade.

Aos 55 meses de idade, antes da realização do desbaste, a transmissividade da radiação fotossinteticamente ativa média foi de 11,96 e, logo após a realização do desbaste, houve acentuada abertura de dossel, com conseqüente aumento da transmissividade, que apresentou valor médio de 22,74, o que corresponde a um aumento médio de 47,38% (Quadro 8). Aos 68 meses de idade, pode ser observada parcial recomposição foliar do povoamento, tendo a transmissividade diminuído para 16,76, valor 26,28% menor que o obtido aos 55 meses de idade, após a realização do desbaste, evidenciando maior investimento das plantas na produção de folhas, o que atenua parte da radiação que chega ao interior do dossel (Quadro 8).

Quadro 8 - Valores médios de transmissividade da radiação fotossinteticamente ativa (t%), aos 55 e 68 meses de idade, em povoamento do clone 24504 de *Eucalyptus grandis*, submetido à primeira intervenção de desrama artificial aos 16, 20 e 28 meses de idade, em área desbastada e não desbastada, em Abaeté, MG

Altura de desrama (m)	Idade			
	55 ^{1/}	55 ^{2/}	68 ^{2/}	68 ^{3/}
Primeira intervenção aos 16 meses				
Testemunha	7,66	15,70	13,64	8,02
0,5+0,5+2,0+3,0	11,86	36,42	17,37	6,58
0,5+1,0+1,5+3,0	24,66	26,47	18,77	7,57
1,0+1,0+1,0+3,0	12,21	14,11	15,63	10,70
1,0+0,0+2,0+3,0	8,03	23,60	23,85	9,46
1,5+0,0+1,5+3,0	7,35	20,11	11,30	10,46
Média	11,96 b	22,74 a	16,76 ab	8,80
Primeira intervenção aos 20 meses				
Testemunha			13,64	8,02
0,5+0,5+2,0+3,0			20,87	11,05
0,5+1,0+1,5+3,0			12,36	10,03
1,0+1,0+1,0+3,0			16,18	13,90
1,0+0,0+2,0+3,0			12,45	9,59
1,5+0,0+1,5+3,0			16,72	12,94
Média			15,37	10,92
Primeira intervenção aos 28 meses				
Testemunha			13,64	8,02
1,0+2,0+3,0			17,95	8,39
1,5+1,5+3,0			12,69	11,64
3,0+0,0+3,0			18,96	6,47
Média			15,81	8,63
Média geral			16,00	9,55

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

^{1/} Medições realizadas antes da realização do desbaste; ^{2/} Medições realizadas após a realização do desbaste; ^{3/} Medição realizada em área não desbastada.

Aos 68 meses de idade, observa-se, no Quadro 9, haver diferença significativa para os valores de transmissividade, entre a área desbastada e a não desbastada, não tendo sido observada diferença significativa entre os tratamentos de desrama artificial, cuja primeira intervenção ocorreu aos 16, 20

e 28 meses de idade. Em área desbastada, a média da transmissividade foi de 16,00%, enquanto que, em área não desbastada, a média foi de 9,55, ou seja, 40,31% superior em área não desbastada (Quadro 9), indicando que houve elevada redução da cobertura vegetal no povoamento desbastado e que, mesmo tendo havido alguma recomposição foliar do povoamento após o desbaste, conforme discutido anteriormente, a quantidade de luz que chega ao interior do povoamento ainda é maior na área desbastada. Ao contrário do que ocorre com o índice de área foliar, a produção de outros componentes como galhos e tronco, que atenuam a radiação, não aumentam substancialmente após o desbaste a ponto de atenuar significativamente a radiação que chega no interior do dossel, em curto prazo.

Quadro 9 - Resumo da análise de variância da transmissividade da radiação fotossinteticamente ativa, aos 68 meses de idade, em povoamento do clone 24504 de *Eucalyptus grandis* submetido à primeira intervenção de desrama artificial aos 16 meses de idade, em área desbastada e não desbastada, em Abaeté, MG

FV	GL	QM
Primeira intervenção aos 16 meses		
Tratamento de desrama (DR)	5	28,0699 ^{ns}
Tratamento de desbaste (DB)	1	570,6525 *
DR X DB	5	37,5221 ^{ns}
Resíduo	24	57,1633
CV (%)		59,16
Primeira intervenção aos 20 meses		
Tratamento de desrama (DR)	5	33,6826 ^{ns}
Tratamento de desbaste (DB)	1	178,2225 *
DR X DB	5	12,7188 ^{ns}
Resíduo	24	34,2630
CV (%)		44,52
Primeira intervenção aos 28 meses		
Tratamento de desrama (DR)	3	1,8161 ^{ns}
Tratamento de desbaste (DB)	1	477,2200 *
DR X DB	3	44,2298 ^{ns}
Resíduo	16	46,7773
CV (%)		55,72

* significativo a de 5% de probabilidade.

^{ns} não-significativo a de 5% de probabilidade.

Em área não desbastada, para os tratamentos de desrama em plantas cuja primeira intervenção de desrama ocorreu aos 16 meses de idade (Quadro 8), foi observada redução de 26,42% na transmissividade da RFA entre 55 e 68 meses de idade, indicando que até esta idade ainda não houve total fechamento do dossel. Em área desbastada, a diferença entre os valores de transmissividade obtidos no mesmo período foi de 26,30%, valor bastante próximo à diferença obtida em área não desbastada, indicando que a redução da transmissividade da radiação fotossinteticamente ativa, em área desbastada, não foi proporcionada pela recomposição foliar do povoamento após o desbaste, discutida no item anterior, pois o aumento do índice de área foliar do povoamento não é suficiente para promover acentuada atenuação da radiação, mas sim pelo fato do desbaste ter sido realizado antes do total fechamento do dossel.

4.3. Índice de cobertura vegetal (IC)

O índice de cobertura vegetal (IC) não variou significativamente com a desrama artificial, entre os tratamentos de desrama em plantas cuja primeira intervenção ocorreu aos 16, 20 e 28 meses de idade. Porém, foi observada redução significativa no IC quando se compararam os valores antes e após a realização do desbaste (Quadros 10 e 11). Antes da realização do desbaste, aos 55 meses de idade, o IC médio foi de 0,83, e apresentou valores muito próximos entre os tratamentos de desrama artificial (Quadro 11). Logo após a realização do desbaste, houve redução significativa do IC, que apresentou valor médio de 0,69, o que corresponde a redução média de 16,87%. Aos 68 meses de idade, o IC médio foi de 0,70, apenas 1% superior ao observado após a realização do desbaste.

Utilizando-se fotografias digitais para avaliação do fechamento do dossel, verifica-se que este método foi menos sensível às mudanças do desenvolvimento da copa após o desbaste, quando comparado ao método utilizando o índice de área foliar. A obtenção de fotografias digitais com lente convencional tem grande potencial para sua utilização em estudos de dinâmica de copa, com a vantagem de ser um método mais barato que a utilização de lentes “olho de peixe”, embora esta última seja mais precisa, por proporcionar

fotografias com maior ângulo de visão. É, também, vantajoso em relação aos métodos do IAF e t%, que demandam equipamentos de elevado custo e de difícil uso e manutenção. A tendência de pequena variação nos valores de IC após aplicação de desbaste no povoamento observada no presente estudo indica que a metodologia de tomada de fotografias digitais para esta finalidade ainda necessita de aperfeiçoamentos.

Quadro 10 -Resumo da análise de variância do índice de cobertura vegetal, aos 55 (antes e após a realização do desbaste) e 68 meses de idade, em povoamento do clone 24504 de *Eucalyptus grandis*, submetido à primeira intervenção de desrama artificial aos 16, 20 e 28 meses de idade, em área desbastada, em Abaeté, MG

FV	GL	QM
Primeira intervenção aos 16 meses		
Tratamento de desrama (DR)	5	0,0010 ^{ns}
Resíduo a	12	0,0020
Idade	2	0,1060 [*]
DR X Idade	10	0,0009 ^{ns}
Resíduo b	24	0,0010
CV Tratamento (%)		17,35
CV Idade (%)		12,17
Primeira intervenção de desrama aos 20 meses		
Tratamento de desrama (DR)	5	0,0005 ^{ns}
Resíduo a	12	0,0014
Idade	2	0,1138 [*]
DR X Idade	10	0,0004 ^{ns}
Resíduo b	24	0,0012
CV Tratamento (%)		14,64
CV Idade (%)		13,37
Primeira intervenção aos 28 meses		
Tratamento de desrama (DR)	3	0,0024 ^{ns}
Resíduo a	8	0,0020
Idade	2	0,0604 [*]
DR X Idade	6	0,0013 ^{ns}
Resíduo b	16	0,0019
CV Tratamento (%)		14,97
CV Idade (%)		14,72

* significativo a de 5% de probabilidade.

^{ns} não-significativo a de 5% de probabilidade.

Quadro 11 - Valores médios de índice de cobertura vegetal, aos 55 e 68 meses de idade, em povoamento do clone 24504 de *Eucalyptus grandis*, submetido à primeira intervenção de desrama artificial aos 16, 20 e 28 meses de idade, em área desbastada e não desbastada, em Abaeté, MG

Altura de desrama (m)	Idade			
	55 ^{1/}	55 ^{2/}	68 ^{2/}	68 ^{3/}
Primeira intervenção aos 16 meses				
Testemunha	0,82	0,68	0,71	0,78
0,5+0,5+2,0+3,0	0,84	0,72	0,68	0,81
0,5+1,0+1,5+3,0	0,85	0,69	0,73	0,81
1,0+1,0+1,0+3,0	0,83	0,68	0,72	0,77
1,0+0,0+2,0+3,0	0,84	0,68	0,71	0,82
1,5+0,0+1,5+3,0	0,83	0,72	0,74	0,83
Média	0,84 a	0,70 b	0,72 b	0,80
Primeira intervenção aos 20 meses				
Testemunha	0,82	0,68	0,71	0,78
0,5+0,5+2,0+3,0	0,83	0,69	0,71	0,81
0,5+1,0+1,5+3,0	0,84	0,68	0,72	0,80
1,0+1,0+1,0+3,0	0,83	0,69	0,72	0,79
1,0+0,0+2,0+3,0	0,83	0,68	0,73	0,82
1,5+0,0+1,5+3,0	0,84	0,68	0,69	0,82
Média	0,83 a	0,68 b	0,71 b	0,80
Primeira intervenção aos 28 meses				
Testemunha	0,82	0,68	0,71	0,78
1,0+2,0+3,0	0,77	0,66	0,66	0,78
1,5+1,5+3,0	0,76	0,68	0,61	0,76
3,0+0,0+3,0	0,78	0,69	0,69	0,77
Média	0,78 a	0,68 b	0,67 b	0,77
Média geral	0,82	0,69	0,70	0,79

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

^{1/} Medições realizadas antes da realização do desbaste; ^{2/} Medições realizadas após a realização do desbaste; ^{3/} Medição realizada em área não desbastada.

Aos 68 meses de idade, observa-se haver diferença significativa para o índice de cobertura vegetal entre a área desbastada (0,70) e não desbastada (0,79), não tendo sido verificada diferença significativa entre os tratamentos de desrama artificial, cuja primeira intervenção ocorreu aos 16, 20 e 28 meses de idade (Quadro 12). Em área desbastada, a média do IC foi, então, 9,0% inferior.

Quadro 12 -Resumo da análise de variância do índice de cobertura vegetal aos 68 meses de idade, em povoamento do clone 24504 de *Eucalyptus grandis*, submetido à primeira intervenção de desrama artificial aos 16 meses de idade, em área desbastada e não desbastada, em Abaeté, MG

FV	GL	QM
Primeira intervenção aos 16 meses		
Tratamento de desrama (DR)	5	0,0017 ^{ns}
Tratamento de desbaste (DB)	1	0,0711 [*]
DR X DB	5	0,0011 ^{ns}
Resíduo	24	0,0015
CV (%)		15,97
Primeira intervenção aos 20 meses		
Tratamento de desrama (DR)	5	0,0005 ^{ns}
Tratamento de desbaste (DB)	1	0,0729 [*]
DR X DB	5	0,0008 ^{ns}
Resíduo	24	0,0018
CV (%)		17,54
Primeira intervenção aos 28 meses		
Tratamento de desrama (DR)	3	0,0025 ^{ns}
Tratamento de desbaste (DB)	1	0,1053 [*]
DR X DB	3	0,0019 ^{ns}
Resíduo	16	0,0028
CV (%)		18,83

* significativo a de 5% de probabilidade.

^{ns} não-significativo a de 5% de probabilidade.

O valor de IC da área não desbastada, aos 55 meses de idade, foi de 0,82, tendo este valor reduzido apenas para 0,79, aos 68 meses de idade, contrastando com os dados obtidos de IAF e t, que demonstraram redução substancial de cobertura vegetal. Em área desbastada, o valor de IC, aos 55 meses de idade, foi de 0,69, aumentando para 0,70 aos 68 meses, ou seja, foi detectado aumento de apenas 1% de cobertura do dossel.

4.4. Biomassa de árvores desbastadas e remanescentes

As plantas desramadas que foram removidas no desbaste apresentaram, aos 55 meses de idade, maior biomassa de parte aérea no estrato de

10 a 12 m de altura (Figura 3c), devido à grande biomassa de folhas e, especialmente, galhos verdes de tamanho superior a 1 cm de diâmetro (Quadro 13). As árvores não desramadas (testemunha), que foram removidas no desbaste (Figura 3d), apresentavam maior biomassa de parte aérea no estrato de 12 a 14 m de altura, devido à presença de grande quantidade de galhos vivos de tamanho médio e folhas nesta porção, enquanto que as árvores remanescentes não desramadas (Figura 3b) apresentavam maior quantidade de biomassa de parte aérea no estrato de 8 a 10 m de altura, o que pode ser justificado pela presença de galhos verdes grossos (Quadro 14) contendo muitas folhas nesta porção da árvore.

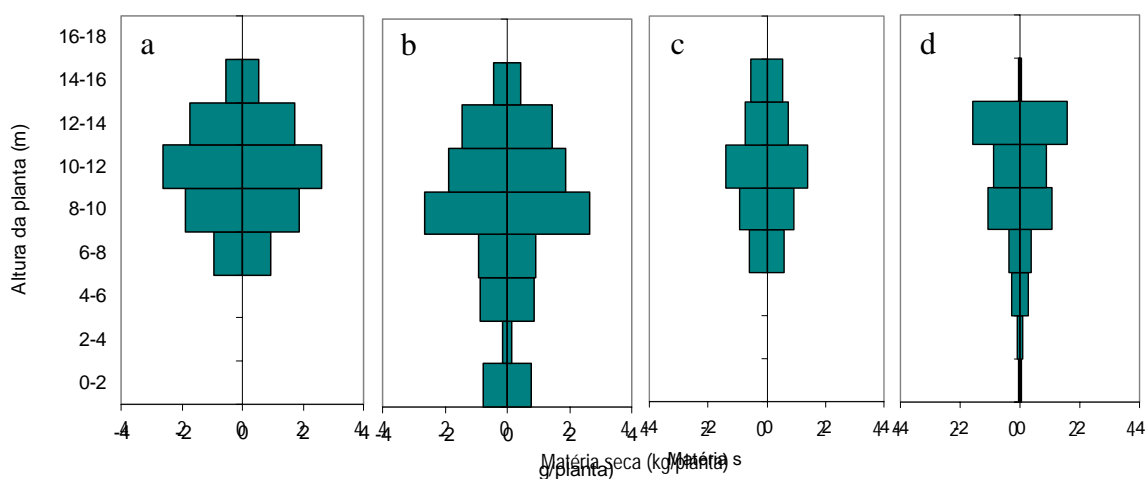


Figura 3 - Matéria seca da copa (galhos vivos e mortos e folhas) de árvores remanescentes (a e b) e removidas no desbaste (c e d), desramadas (a e c) e não desramadas (b e d), aos 55 meses de idade, em povoamento de clone de *Eucalyptus grandis* submetido a desrama artificial em Abaeté, MG.

Analisando o Quadro 13, verifica-se haver, em árvores eliminadas no desbaste e que não foram desramadas, uma quantidade média de 10,6 galhos mortos/árvore, até a altura de 6 m, sendo, em sua maioria, galhos médios, que deixam nós na madeira, prejudicando a sua qualidade, evidenciando a importância da prática da desrama artificial em madeira destinada ao uso na serraria. A maioria dos galhos finos, certamente, já se desprenderam do tronco, uma vez que LIMA (2003) observou grande quantidade de galhos finos mortos até a altura de 3 m, entre 16 e 33 meses de idade, para as plantas deste clone.

Quadro 13 - Número médio de galhos vivos e mortos por estrato, em árvores removidas no desbaste, aos 55 meses de idade, em povoamento de clone de *Eucalyptus grandis* submetido à desrama artificial, em Abaeté, MG

Altura da planta (m)	Diâmetro do galho (cm)					
	Galhos mortos			Galhos vivos		
	<1	1-2	>2	<1	1-2	>2
Árvores desramadas ^{1/}						
6 – 8	3,3	5,0	0,0	0,0	2,0	0,3
8 – 10	0,3	0,0	0,0	2,0	10,8	0,8
10 – 12	0,0	0,0	0,0	8,3	12,8	1,5
12 – 14	0,0	0,0	0,0	6,5	11,0	0,0
14 – 16	0,0	0,0	0,0	15,3	0,8	0,0
16 – 18	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
>18	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Total	3,5	5,0	0,0	32,0	37,3	2,5
Testemunha						
0 – 2	0,3	1,7	0,3	0,0	0,0	0,0
2 – 4	0,3	2,7	0,0	0,0	0,0	0,0
4 – 6	0,3	4,7	0,3	0,0	0,3	0,7
6 – 8	0,0	2,0	0,3	1,3	3,3	0,0
8 – 10	0,3	0,3	0,0	3,7	9,0	0,7
10 – 12	0,0	0,0	0,0	7,3	7,7	0,0
12 – 14	0,0	0,0	0,0	7,3	9,3	0,0
14-16	0,0	0,0	0,0	13,7	0,0	0,0
16-18	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
>18	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Total	1,3	11,3	1,0	33,3	29,7	1,3

^{1/} Média de todos os tratamentos de desrama artificial.

Nas árvores remanescentes e não desramadas (Quadro 14), o número total de galhos mortos até 6 m é ainda maior, atingindo 18 galhos por árvore, em média. Considerando que estas árvores remanescentes são aquelas que realmente terão sua destinação como madeira serrada, fica ainda mais evidente a importância da aplicação da técnica de desrama artificial.

Quadro 14 - Número médio de galhos vivos e mortos por estrato, em árvores remanescentes do desbaste, aos 55 meses de idade, em povoamento de clone de *Eucalyptus grandis* submetido à desrama artificial, em Abaeté, MG

Altura da planta (m)	Diâmetro do galho (cm)					
	Galhos mortos			Galhos vivos		
	<1	1-2	>2	<1	1-2	>2
Árvores desramadas ¹						
6 – 8	2,3	1,3	0,0	0,5	6,3	0,3
8 – 10	2,3	0,0	0,0	3,5	7,8	2,8
10 – 12	0,5	0,0	0,0	5,5	10,5	3,3
12 – 14	0,0	0,0	0,0	7,3	11,5	0,5
14 – 16	0,0	0,0	0,0	12,3	2,5	0,0
16 – 18	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
>18	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Total	5,0	1,3	0,0	29,0	38,5	6,8
Testemunha						
0 – 2	1,0	5,0	2,3	0,0	0,0	0,0
2 – 4	0,7	2,7	0,0	0,0	0,0	0,0
4 – 6	1,0	5,0	0,3	0,0	0,3	2,0
6 – 8	1,7	0,0	0,0	1,3	5,0	2,3
8 – 10	3,3	0,0	0,0	3,7	6,3	5,7
10 – 12	0,3	0,0	0,0	8,0	4,7	3,3
12 – 14	0,0	0,0	0,0	6,3	7,0	2,7
14 – 16	0,0	0,0	0,0	12,7	3,0	0,7
16 – 18	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
>18	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Total	8,0	12,7	2,7	32,0	26,3	16,7

^{1/} Média de todos os tratamentos de desrama artificial.

Aos 68 meses de idade, maior quantidade de biomassa de parte aérea é observada no estrato de 12 a 14 metros de altura, em árvores desramadas e não desramadas (Figura 4), devido a grande presença de galhos vivos grossos (> 2 cm) (Quadro 15) e, conseqüentemente, de folhas nesta porção das plantas. Observa-se haver grande incremento de biomassa de parte aérea acima de 14 m de altura, quando se comparam as Figuras 4 e 5, evidenciando a recomposição foliar após a realização do desbaste, devido à maior disponibilização de recursos, especialmente luz. Após maior formação de

biomassa nas camadas mais altas das plantas, houve sombreamento das partes mais baixas das árvores, promovendo maior mortalidade dos galhos até a altura de 10 m, com a conseqüente queda de grande parte das folhas até esta altura. Além dos resíduos do desbaste, é grande a quantidade de material vegetal que cai ao solo, desencadeando importante processo de ciclagem de nutrientes, onde parte dos nutrientes mineralizados após a decomposição dos resíduos vegetais são disponibilizados e absorvidos pelas plantas, sendo responsáveis pela manutenção parcial do crescimento das plantas.

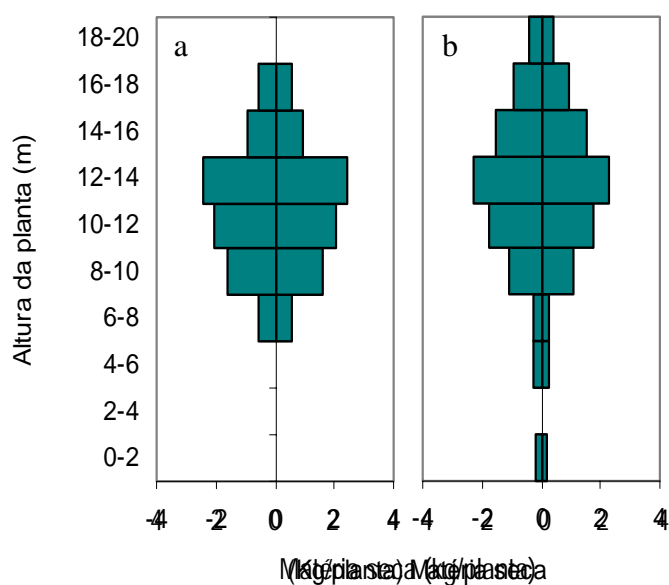


Figura 4 - Matéria seca da copa (galhos vivos e mortos e folhas) de árvores remanescentes do desbaste, desramadas (a) e não desramadas (b), aos 68 meses de idade, em povoamento de clone de *Eucalyptus grandis* submetido a desrama artificial, em Abaeté, MG.

Em árvores não desramadas, aos 68 meses de idade, observa-se haver, ainda, até a altura de 6 m, galhos mortos médios e grandes (Quadro 15), que são os principais responsáveis pela presença de nós na madeira, não se constatando mais a presença de galhos finos, que se desprendem com maior facilidade do tronco das árvores. Também, acima de 6 m, há maior ocorrência de galhos mortos de maior diâmetro, em árvores desramadas e não desramadas.

Quadro 15 - Número médio de galhos vivos e mortos por estrato, em árvores remanescentes do desbaste, aos 68 meses de idade, em povoamento de clone de *Eucalyptus grandis* submetido a desrama artificial, em Abaeté, MG

Altura da planta (m)	Diâmetro do galho (cm)					
	Galhos mortos			Galhos vivos		
	<1	1-2	>2	<1	1-2	>2
	Árvores desramadas ^{1/}					
6 – 8	0,0	1,2	2,2	0,0	0,0	0,0
8 – 10	0,0	2,8	1,6	0,0	0,0	2,8
10 – 12	0,2	0,2	0,2	0,2	1,2	9,0
12 – 14	0,0	0,2	0,0	2,4	2,8	9,4
14 – 16	0,0	0,0	0,0	7,4	3,4	3,8
16 – 18	0,0	0,0	0,0	11,8	3,4	0,6
>18	0,0	0,0	0,0	2,0	0,4	1,0
Total	0,2	4,4	4,0	23,8	11,2	26,6
	Testemunha					
0 – 2	0,0	0,0	0,7	0,0	0,0	0,0
2 – 4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
4 – 6	0,0	0,0	1,3	0,0	0,0	0,0
6 – 8	0,0	0,0	3,7	0,0	0,0	0,0
8 – 10	0,0	0,3	4,0	0,0	0,0	3,7
10 – 12	0,0	1,0	0,7	0,7	1,3	7,3
12 – 14	0,0	0,0	0,0	0,7	2,0	9,0
14 – 16	0,0	0,0	0,0	2,7	2,7	5,3
16 – 18	0,0	0,0	0,0	10,7	8,0	3,0
>18	0,0	0,0	0,0	15,3	1,7	0,0
Total	0,0	1,3	10,3	30,0	15,7	28,3

^{1/} Média de todos os tratamentos de desrama artificial.

Considerando-se as árvores localizadas nas parcelas onde se procedeu a simulação do desbaste aos 68 meses de idade, observa-se não haver galhos vivos (Quadros 16 e 17) até 10 m de altura, estando no estrato de 16 a 18 m de altura a maior quantidade de galhos. Existe uma grande quantidade de galhos mortos até 10 m de altura, principalmente, de diâmetro mediano.

Comparando-se os dados de biomassa nas parcelas localizadas na área desbastada e na área não desbastada (simulação) (Figura 5), percebe-se que, aos 68 meses, existe maior quantidade de folhas e galhos vivos no estrato mais baixo (12 a 14 m) em área desbastada, comparativamente à área não desbastada, que teve maior quantidade de biomassa localizada no estrato de 16 a 18 metros (Figura 5). Esse fato é consequência da maior competição

pelos recursos de crescimento (especialmente por luz) existente em área não desbastada, onde a quantidade de luz que atinge os estratos inferiores das árvores é menor, o que faz com que as plantas produzam maior quantidade de folhas nas partes mais altas. Contrariamente, em área desbastada, tem-se maior luminosidade atingindo os estratos mais baixos do povoamento, portanto, havendo menor competição, existe menor abscisão foliar nas camadas mais baixas e menor morte de galhos. Além disso, a planta pode investir maior quantidade de fotoassimilados para produção de madeira, ao invés de investi-los na formação de dossel mais alto para melhorar a captação de luz, comprovando a importância da realização do desbaste.

Quadro 16 - Número médio de galhos vivos e mortos por estrato, em árvores que seriam removidas na simulação do desbaste aos 68 meses de idade, em povoamento de clone de *Eucalyptus grandis* submetido à desrama artificial, em Abaeté, MG

Altura da planta (m)	Diâmetro do galho (cm)					
	Galhos mortos			Galhos vivos		
	<1	1-2	>2	<1	1-2	>2
	Árvores desramadas ^{1/}					
6 – 8	1,5	2,8	0,0	0,0	0,0	0,0
8 – 10	2,3	3,5	0,3	0,0	0,0	0,0
10 – 12	2,3	1,8	0,0	0,0	3,0	3,3
12 – 14	1,0	0,0	0,0	4,3	5,5	1,8
14 – 16	0,0	0,0	0,0	8,8	7,0	2,5
16 – 18	0,0	0,0	0,0	17,8	3,0	0,0
>18	0,0	0,0	0,0	3,0	0,0	0,0
Total	7,0	8,0	0,3	33,8	18,5	7,5
	Testemunha					
0 – 2	0,0	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0
2 – 4	0,0	0,3	0,3	0,0	0,0	0,0
4 – 6	0,0	1,7	1,3	0,0	0,0	0,0
6 – 8	0,7	4,0	0,3	0,0	0,0	0,0
8 – 10	3,0	4,7	0,0	0,0	0,0	0,0
10 – 12	2,0	0,3	0,0	1,0	3,0	5,0
12 – 14	0,0	0,0	0,0	3,3	4,3	5,0
14 – 16	0,0	0,0	0,0	9,3	3,0	5,0
16 – 18	0,0	0,0	0,0	13,3	2,3	1,0
>18	0,0	0,0	0,0	7,7	0,0	0,0
Total	5,7	11,3	2,0	34,7	12,7	16,0

^{1/} Média de todos os tratamentos de desrama artificial.

Quadro 17 - Número médio de galhos vivos e mortos por estrato, em árvores remanescentes na simulação do desbaste aos 68 meses de idade, em povoamento de clone de *Eucalyptus grandis* submetido à desrama artificial, em Abaeté, MG

Altura da planta (m)	Diâmetro do galho (cm)					
	Galhos mortos			Galhos vivos		
	<1	1-2	>2	<1	1-2	>2
Árvores desramadas ^{1/}						
6 – 8	0,0	2,0	1,5	0,0	0,0	0,0
8 – 10	1,0	2,0	0,5	0,0	0,0	0,3
10 – 12	1,0	1,8	0,3	0,5	0,8	5,8
12 – 14	0,3	0,0	0,0	2,0	3,0	6,0
14 – 16	0,0	0,0	0,0	2,8	3,5	5,8
16 – 18	0,0	0,0	0,0	13,8	4,3	0,8
>18	0,0	0,0	0,0	15,5	1,5	0,0
Total	2,3	5,8	2,3	34,5	13,0	18,5
Testemunha						
0 – 2	0,7	0,7	1,3	0,0	0,0	0,0
2 – 4	0,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0
4 – 6	0,3	1,0	2,7	0,0	0,0	0,0
6 – 8	0,0	2,0	2,0	0,0	0,0	0,0
8 – 10	0,0	3,7	2,3	0,0	0,0	0,0
10 – 12	0,3	2,0	0,7	0,0	1,0	7,7
12 – 14	0,0	0,0	0,0	4,3	3,3	4,7
14 – 16	0,0	0,0	0,0	3,7	4,7	7,7
16 – 18	0,0	0,0	0,0	6,3	5,0	2,3
>18	0,0	0,0	0,0	13,7	0,7	0,0
Total	1,3	10,3	9,0	28,0	14,7	22,3

^{1/} Média de todos os tratamentos de desrama artificial.

4.5. Manta orgânica

O acúmulo de manta orgânica no solo (folhas, galhos e casca) não diferiu significativamente entre os tratamentos de desrama artificial, independentemente da idade da primeira intervenção (16, 20 e 28 meses), ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste F (Quadros 18 e 19). Porém, aos 45 meses de idade, LIMA (2003) verificou haver diferença significativa no acúmulo de manta orgânica entre os tratamentos de desrama artificial. Isto porque as intervenções de desrama foram diferentes entre tratamentos apenas até atingir 3 m de altura e a última intervenção foi realizada aos 33 meses de idade. Os resíduos

provenientes da desrama, constituídos de folhas e galhos verdes, se decompõem rapidamente, conforme revisto por REIS e BARROS (1990), razão das diferenças não se manterem. Por possuir rápida decomposição, verificou-se, no presente trabalho que, a partir dos 55 meses de idade, não mais existiram diferenças entre os tratamentos de desrama artificial.

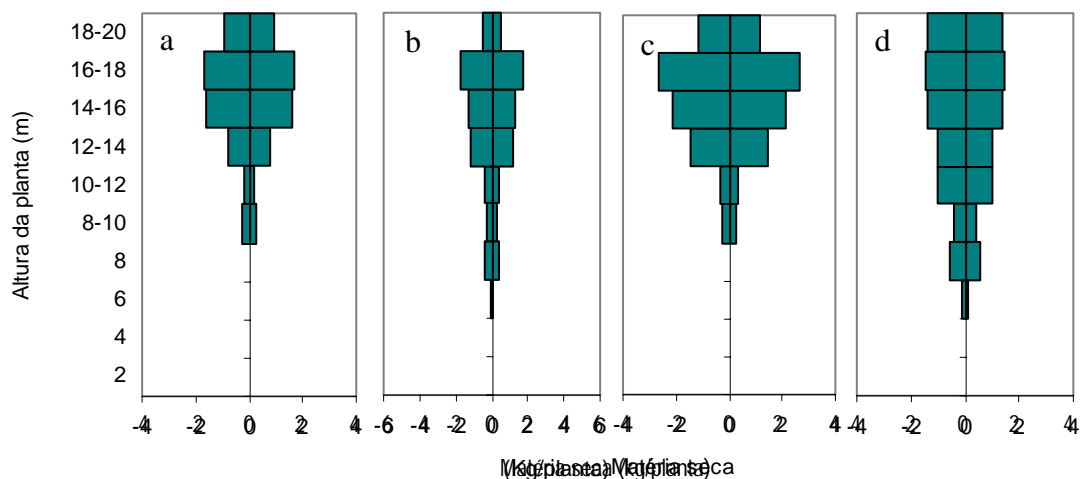


Figura 5 - Matéria seca da copa (galhos vivos e mortos e folhas) de árvores que seriam removidas na simulação de desbaste (a e b) e remanescentes (c e d), desramadas (a e c) e não desramadas (b e d), aos 68 meses de idade, em povoamento de clone de *Eucalyptus grandis* submetido a desrama artificial, em Abaeté, MG.

Não houve diferença significativa entre as idades de avaliação quando se analisou apenas folha na manta orgânica, independentemente da idade da primeira intervenção de desrama (Quadro 18). Também, não houve diferença para galhos, quando a primeira intervenção de desrama artificial ocorreu aos 16 meses de idade. Porém, houve diferença significativa, entre 55 e 68 meses, para galhos, quando os tratamentos de desrama artificial se iniciaram aos 20 e 28 meses e, para casca, para os tratamentos de desrama iniciados aos 16, 20 e 28 meses de idade (Quadro 18), uma vez que a incorporação de galhos e casca na manta orgânica ocorre em maiores idades. Outra explicação para o aumento da casca e galhos entre 55 meses (antes do desbaste) e 68 meses (após a aplicação do desbaste) é que, neste intervalo, as folhas provenientes

do desbaste apresentam elevada decomposição, enquanto que casca e galhos do resíduo do desbaste demandam mais tempo para decomposição.

Quadro 18 -Resumo da análise de variância para manta orgânica (folhas, galhos e casca), aos 55 e 68 meses de idade, em povoamento do clone 24504 de *Eucalyptus grandis* submetido à primeira intervenção de desrama artificial aos 16, 20 e 28 meses de idade, em Abaeté, MG

FV	GL	QM		
		Folhas	Galhos	Casca
Primeira intervenção aos 16 meses				
Tratamento de desrama (DR)	5	0,3836 ns	3,2801 ns	0,0538 ns
Resíduo a	12	0,7657	4,3702	0,0475
Idade	1	0,3926 ns	3,9290 ns	4,6219 *
DR X Idade	5	1,1970 ns	1,6508 ns	0,0643 ns
Resíduo b	12	0,7533	4,2866	0,0819
CV (%)		15,68	57,11	28,18
Primeira intervenção aos 20 meses				
Tratamento de desrama (DR)	5	1,7196 ns	1,7532 ns	0,0776 ns
Resíduo a	12	0,7649	4,8900	0,0880
Idade	2	0,3586 ns	26,4881 *	5,9571 *
DR X Idade	5	0,7206 ns	8,9124 ns	0,0485 ns
Resíduo b	12	0,9608	8,2488	0,0988
CV (%)		16,90	58,63	31,82
Primeira intervenção aos 28 meses				
Tratamento de desrama (DR)	5	0,8942 ns	7,3513 ns	0,1369 ns
Resíduo a	12	1,0846	2,7144	0,0991
Idade	2	2,8821 ns	37,4843 *	4,6400 *
DR X Idade	5	1,1879 ns	2,1019 ns	0,1890 ns
Resíduo b	12	1,158662	2,74694	0,1036
CV (%)		19,31	56,42	32,81

* significativo a de 5% de probabilidade.

^{ns} não-significativo a de 5% de probabilidade.

Aos 55 meses de idade, o total de manta orgânica acumulada no solo foi, em média, de 9,35 t/ha, sendo 5,48 t/ha de folha, 3,37 t/ha de galho e 0,50 t/ha de casca, em termos médios (Quadro 19). Aos 68 meses de idade, o total de manta orgânica acumulada no solo foi de 11,13 t/ha, ou seja, 15,99% maior do que o valor observado aos 55 meses de idade, antes do desbaste, sendo 5,23 t/ha de folha, 4,64 t/ha de galho e 1,26 t/ha de casca.

Quadro 19 - Valores de manta orgânica (t/ha), aos 55 e 68 meses de idade, em povoamento do clone 24504 de *Eucalyptus grandis* submetido à primeira intervenção de desrama artificial aos 16, 20 e 28 meses de idade, em Abaeté, MG

Altura de desrama (m)	Idade					
	55		68		68	
	Folhas		Galhos		Casca	
Primeira intervenção aos 16 meses						
Testemunha	6,58	5,40	4,62	3,68	0,53	1,10
0,5+0,5+2,0+3,0	5,45	5,78	2,16	3,08	0,44	0,93
0,5+1,0+1,5+3,0	5,11	6,27	4,06	5,44	0,39	1,40
1,0+1,0+1,0+3,0	5,43	5,12	3,93	3,62	0,29	1,21
1,0+0,0+2,0+3,0	5,42	5,32	2,77	3,97	0,29	1,02
1,5+0,0+1,5+3,0	6,11	4,97	2,44	4,15	0,56	1,14
Média	5,68 a	5,48 a	3,33 a	3,99 a	0,42 b	1,13 a
Primeira intervenção aos 20 meses						
Testemunha	6,58	5,40	4,62	3,68	0,53	1,10
0,5+0,5+2,0+3,0	4,85	5,66	1,88	6,28	0,62	1,55
0,5+1,0+1,5+3,0	5,15	5,25	2,86	4,00	0,49	1,35
1,0+1,0+1,0+3,0	5,06	4,99	2,03	3,98	0,27	1,33
1,0+0,0+2,0+3,0	5,63	4,88	1,78	4,02	0,61	1,25
1,5+0,0+1,5+3,0	4,38	4,26	1,21	5,83	0,63	1,47
Média	5,28 a	5,07 a	2,91 b	4,63 a	0,53 b	1,34 a
Primeira intervenção aos 28 meses						
Testemunha	6,58	5,40	4,62	3,68	0,53	1,10
1,0+2,0+3,0	5,95	4,66	3,74	7,28	0,51	1,47
1,5+1,5+3,0	4,86	5,38	5,27	6,09	0,63	1,02
3,0+0,0+3,0	5,48	4,91	2,84	5,43	0,55	1,77
Média	5,49 a	5,09 a	4,12 b	5,62 a	0,56 b	1,34 a
Média geral	5,48	5,23	3,37	4,64	0,50	1,26

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

Dos componentes vegetais avaliados, apenas as folhas obtiveram valores menores após a realização do desbaste, pois a sua decomposição ocorre mais rapidamente (REIS e BARROS, 1990) e, à medida que a planta envelhece, há maior investimento na formação de madeira e casca do que em folhas e galhos (BARROS, 1990). A casca foi o componente que obteve maior diferença entre as idades de avaliação, sendo que, aos 68 meses, obteve-se uma coleta de casca 60,32% superior ao valor obtido aos 55 meses, indicando

que este componente possui decomposição mais demorada, além de possuir uma queda natural cada vez maior, à medida que a planta envelhece. Os galhos, também, aumentaram substancialmente entre as duas idades. Estes dados demonstram o relato de REIS e BARROS (1990), frisando que as folhas constituem a maior proporção da biomassa que cai ao solo, porém, esta proporção cresce com a idade, até um certo ponto, e depois diminui, devido ao aumento na queda de galhos e casca.

5. CONCLUSÕES

1. O clone estudado apresentou elevada capacidade de recomposição de copa após aplicação de desbaste. Imediatamente após o desbaste, houve redução de 28,0 % no índice de área foliar e, seis meses após o desbaste, houve a recomposição da copa com o índice de área foliar se aproximando daquele observado para o povoamento não desbastado.

2. O índice de área foliar foi considerado o melhor parâmetro para ser utilizado em estudos de avaliação da dinâmica de copa, estando associado às alterações da copa.

3. A transmissividade da radiação fotossinteticamente ativa pode ser usada em estudos de avaliação de recomposição de copa em povoamentos florestais, devendo ser observada as condições ambientais no momento da leitura.

4. A utilização de fotografias digitais apresenta elevado potencial em estudo de dinâmica de copa por ser um método barato, embora necessite aperfeiçoamentos.

CAPÍTULO 2

CRESCIMENTO DE PLANTAS DE CLONE DE *Eucalyptus grandis* SUBMETIDAS A DESRAMA ARTIFICIAL E DESBASTE

1. INTRODUÇÃO

No Brasil, o interesse pela utilização de espécies de rápido crescimento, como fonte de matéria prima para a obtenção de produtos sólidos da madeira, tem aumentado de maneira significativa nos últimos anos (ASSIS, 1999; NAHUZ, 2003; SILVA, 2003), em consequência, principalmente, das restrições impostas ao uso de madeiras provenientes de florestas tropicais nativas. Também, tem crescido o interesse pelo manejo adequado das florestas plantadas, visando o uso múltiplo, principalmente, de produtos sólidos de qualidade, o que tem estimulado a adoção de técnicas que possam melhorar as características da madeira, como aplicação de desrama artificial e desbaste.

A aplicação de desrama artificial em florestas plantadas de eucalipto possibilita a obtenção de madeira serrada livre de nós, melhorando suas características físicas e mecânicas e melhorando o aspecto visual, elevando seu valor comercial. Porém, a aplicação da desrama artificial, a depender da intensidade e da idade de aplicação e do material genético, pode afetar o crescimento das plantas, pois reduz a sua área fotossintética

(KRAMER e KOZLOWSKI, 1972; LANGE et al, 1987; SPELTZ e DISSMANN, 1980; ENDO e MESA, 1992; PINKARD e BEADLE, 1998a; PIRES, 2000) e, conseqüentemente, a fixação de carbono pela planta.

Visando a obtenção de produtos de qualidade e de elevado valor agregado, os povoamentos florestais manejados com desrama artificial devem, também, ser desbastados. O desbaste promove maior crescimento em diâmetro, pois aumenta a oferta de recursos de crescimento à planta. Segundo NOGUEIRA (1999), o desbaste favorece o crescimento em diâmetro das árvores remanescentes de melhor qualidade. Obtém-se, assim, o aumento da produção de madeira comercializável e aumento do valor das florestas.

Nesse contexto, o objetivo do presente estudo foi verificar a influência de diferentes níveis de desrama artificial e do desbaste no crescimento das plantas do clone 24504 de *Eucalyptus grandis* W. Hill ex Maiden, em povoamento localizado em Abaeté, MG.

2. REVISÃO DE LITERATURA

A produção de madeira de eucalipto de qualidade para serraria depende, principalmente, da seleção de materiais genéticos com características de crescimento e tecnológicas apropriadas para esta finalidade e de utilização de técnicas de manejo adequadas, principalmente com a adoção de desrama artificial e desbaste (ALMEIDA, 2003).

A desrama artificial é uma técnica silvicultural que consiste na retirada dos galhos, vivos e mortos, do tronco das árvores, até uma altura pré-determinada, visando a formação de maior proporção de madeira limpa isenta de nós (MONTAGNA et al., 1976). Após a desrama, é desejável que os nós fiquem restritos ao interior de um cilindro central do fuste, de pequeno diâmetro (SCKILLING et al., 1997; PIRES, 2000; ALMEIDA, 2003) denominado núcleo nodoso. Esta técnica, que visa reduzir, principalmente, os nós mortos da madeira, quando conduzida adequadamente, promove melhoria substancial das propriedades físicas e mecânicas da madeira, principalmente por reduzir o número e o tamanho de fendas, as bolsas de resina, o encurvamento de tábuas, dentre outros (PIRES, 2000). No entanto, esta técnica pode influenciar negativamente o crescimento, uma vez que há a remoção de parte da área foliar (KRAMER e KOZLOWSKI, 1972; LANGE et al., 1987; SPELTZ e DISSMANN, 1980; ENDO e MESA, 1992; PINKARD e BEADLE, 1998a; PIRES, 2000), demandando conhecimento do manejador sobre as reações da planta para evitar este efeito detrimental sobre o crescimento das plantas.

Em vários trabalhos têm sido analisado os efeitos de níveis de desrama artificial sobre o crescimento das árvores (SPELTZ e DISSMANN, 1980; LANGE et al., 1987; ENDO e MESA, 1992; PINKARD e BEADLE, 1998a; SCHNEIDER et al., 1999, PIRES, 2000; PULROLNIK, 2002; ALMEIDA, 2003; LIMA, 2003) objetivando identificar um ótimo para a aplicação desta técnica, sendo que poucos trabalhos têm sido conduzidos em povoamentos de eucalipto (PINKARD e BEADLE, 1998a; PIRES, 2000; PULROLNIK, 2002; ALMEIDA, 2003; LIMA, 2003).

ENDO e MESA (1992) desramaram um povoamento de *Pinus patula*, aos três anos de idade, em zero, 30, 50 e 70% da altura de copa viva, e verificaram que o crescimento volumétrico reduziu em todos os tratamentos que envolveram remoção de copa, recuperando-se quatro anos depois, exceto para a remoção de 70% da altura de copa viva da planta. Este tratamento promoveu redução significativa do incremento volumétrico e elevada mortalidade de plantas (32%), em razão da severidade da desrama aplicada às plantas. SPELTZ e DISSMANN (1980) realizaram desramas de 25, 50 e 75% em plantas de *Pinus tropicais* no triângulo mineiro e observaram redução significativa no incremento volumétrico com a desrama de 75% da copa viva. LANGE et al. (1987) observaram que a aplicação da desrama em plantas de *Pinus radiata*, aos três anos de idade, com remoção de 50% da copa viva, reduziu o incremento volumétrico médio anual em 20%, num período de dez anos. SCHNEIDER et al. (1999) verificaram que o crescimento em diâmetro e a produção de madeira, em *Pinus elliottii*, foram afetados pela aplicação de diferentes níveis de desrama (40, 50 e 60% da altura total da árvore), aos 11 anos de idade. A retirada de 40% da altura total reduziu a produtividade em 12% em relação às plantas controle, enquanto a desrama de 60% reduziu a produtividade em cerca de 20%.

A remoção de 12,5, 25, 50 e 75% da altura de copa viva de *Eucalyptus grandis*, aos 11 meses de idade, promoveu a redução do crescimento em altura, diâmetro e volume, avaliado aos 92 meses. A remoção de 75% da altura da copa viva comprometeu substancialmente o crescimento das plantas, tendo ocorrido uma redução, em relação às plantas controle, de 26,7% para o diâmetro, 28% para a altura e 45% para o volume (PIRES, 2000). PINKARD e BEADLE (1998a), verificaram, dois anos após aplicação de desrama, que plantas de *E. nitens* apresentaram redução no incremento em altura e

diâmetro, com a redução de 70% da copa viva das plantas. A remoção de 50% da altura da copa viva não influenciou o crescimento das plantas.

Alguns autores, porém, não verificaram diferença significativa no crescimento das plantas após a realização da desrama artificial. PULROLNIK (2002), estudando a aplicação de diferentes intensidades e épocas de desrama artificial em plantas de *E. grandis* e seus efeitos sobre o crescimento das plantas, verificou que, 20 meses após a primeira intervenção de desrama, realizada quando as plantas estavam com 20 meses de idade verificou que não houve efeito negativo sobre o crescimento em diâmetro, altura e volume das plantas. Porém, quando os mesmos tratamentos de desrama foram iniciados em plantas com 28 meses de idade, as que não foram desramadas, juntamente com aquelas que na primeira intervenção (28 meses) foram desramadas até 1,5 m de altura e removidos os galhos grossos acima deste ponto, apresentaram maior crescimento em diâmetro e volume, 12 meses após a desrama. LIMA (2003), estudando o efeito de diferentes intensidades, freqüências e épocas de aplicação de desrama em plantas de clone de *E. grandis*, também não encontrou efeito negativo sobre o crescimento dessas plantas, até os 45 meses de idade do povoamento, recomendando acompanhar seu desenvolvimento até idades mais avançadas. Segundo a autora, a explicação para a manutenção do crescimento da planta, mesmo quando elevada proporção de área foliar é removida com desrama, deve-se à elevada capacidade de recomposição da copa deste clone.

Em estudos de desrama artificial, existe grande variação quanto à idade e intensidade de aplicação desta técnica. Segundo PINKARD e BEADLE (1998a) e PIRES (2000), deve-se considerar um balanço entre o ganho em qualidade da madeira e a possível redução no crescimento das plantas para manter maior lucratividade do empreendimento florestal. Ou seja, deve-se identificar uma ocasião em que haja um mínimo de comprometimento do crescimento da planta. O planejamento adequado de um programa de desrama também deve considerar as diferenças que existem entre os materiais genéticos, principalmente quanto às suas características de arquitetura de copa, taxa de crescimento e condições de sítio, para minimizar os impactos da desrama sobre o crescimento das plantas (ALMEIDA, 2003).

Os povoamentos manejados através da desrama devem, também, ser desbastados, a fim de proporcionar maior taxa de crescimento diamétrico das

árvores remanescentes e, assim, obter toras de maior diâmetro, que apresentam maior rendimento no desdobro. Recentemente, os estudos sobre desbaste de povoamentos, principalmente de eucalipto, têm aumentado em razão de maior interesse na produção de madeira para serraria (WHITEHEAD e KELLIHER, 1991; MABVURIRA e PUKKALA, 2002; MONTAGU et al., 2003; PINKARD e NEILSEN, 2003).

Os desbastes podem ser efetuados em função da espécie, da estrutura do povoamento, da qualidade do plantio e do uso a ser dado à madeira. O tipo de desbaste indicará quais árvores serão removidas e quais deverão permanecer no povoamento. Porém, a distribuição uniforme dos indivíduos na área também deve ser considerada, mesmo que algumas árvores de boas características sejam eliminadas e outras menos desejáveis continuem a compor o povoamento (SIMÕES et al., 1981).

O desbaste é uma técnica silvicultural que proporciona maior crescimento em diâmetro, por disponibilizar maior oferta de recursos de crescimento. Segundo NOGUEIRA, (1999), além de proporcionar o crescimento diamétrico, os desbastes apresentam uma série de vantagens, como permitir a concentração do crescimento em árvores remanescentes de melhor qualidade, reduzindo a competição entre elas e evitando, com isso, a utilização de nutrientes e água por indivíduos menos aptos. Obtém-se, assim, o aumento da produção de madeira comercializável e aumento da rentabilidade das florestas e diminuição dos riscos de produção, como ventos, incêndios de copas e ataque de pragas e doenças, além de obter produtos finais de melhor qualidade. Ainda, segundo SCHNEIDER (1993), os desbastes possibilitam o aproveitamento precoce das árvores defeituosas e menos desenvolvidas, possibilitando, assim, renda intermediária durante o ciclo de corte do povoamento.

GLUFKE et al. (1997) relataram que, por meio dos desbastes, pode-se aumentar a área basal individual devido ao aumento do espaço e, conseqüentemente, à maior disponibilidade de água, luz e nutrientes. Embora haja a retirada de árvores menores, a área basal total do povoamento mantém-se quase inalterada, porém, obtêm-se, no final, árvores de maiores diâmetros. BERTOLOTTI et al. (1983) relataram que o aumento da produção volumétrica em árvores, em muitos casos, não são resultantes da adoção de desbastes

excessivamente drásticos, pois as árvores possuem uma capacidade limitada de utilizar o espaço que lhes é oferecido no interior do povoamento.

O desbaste propicia o desenvolvimento da copa e do sistema radicular, pois aumenta o espaço explorado e os recursos disponíveis para cada árvore. Entretanto, desbastes muito pesados podem levar ao aumento desproporcional do tamanho da copa e dos galhos, reduzindo, assim, a qualidade da madeira e a produção da floresta (SCHNEIDER, 1993). CONTRERAS MARQUEZ (1997), estudando a distribuição de biomassa na planta em diferentes densidades populacionais, em *E. pellita*, aos 7 anos de idade, verificou que, em espaçamento 3x3 m, a proporção de biomassa de madeira foi de 60% da biomassa total, enquanto que, em espaçamentos mais amplos (3x6, 6x4 e 9x9 m), esta proporção foi de, apenas, 45,4%. Também, a produção de biomassa de galhos foi 248% mais elevada nos espaçamentos 9x9 m, quando comparados com as plantas nos espaçamentos 3x3 m. Segundo o mesmo autor, essa variação se deve, principalmente, ao maior espaço ocupado pelas plantas nos espaçamentos mais abertos, produzindo copas mais densas e, conseqüentemente, uma maior proporção de biomassa de galhos.

A maioria dos trabalhos sobre desbaste têm sido realizada para povoamentos de *Pinus*. GLUFKE (1996), estudando diferentes níveis de desbaste, em *Pinus elliottii*, observou redução de produção volumétrica de 9, 20 e 54%, quando se eliminou 25, 50 e 75%, respectivamente, da área basal máxima do povoamento.

Dentre os trabalhos de desbaste desenvolvidos em povoamentos de eucalipto, mencionam-se os LAAR (1981) e SCHNEIDER (1993). LAAR (1981), estudando o efeito do desbaste em povoamento de *Eucalyptus grandis* na África do Sul, verificou redução de 15% em volume, embora tenha havido aumento no incremento em diâmetro de, aproximadamente, 30%. SCHNEIDER (1993), estudando o efeito de diferentes intensidades de desbaste sobre a produção de *Eucalyptus grandis*, em Cachoeira do Sul, RS, verificou que a produção máxima em volume foi obtida na testemunha, onde não houve aplicação de desbaste, não diferindo do tratamento onde houve manutenção de 60% da área basal. Porém, diferiu dos tratamentos com manutenção de 50% e 40% da área basal. Ainda, segundo este autor, a redução da área basal aumentou a freqüência nas maiores classes de diâmetro, porém, com perdas consideráveis de produção total.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Localização do experimento

O presente estudo foi desenvolvido em povoamento estabelecido em novembro de 1998, no espaçamento 3 x 3 m, com o clone 24504 de *Eucalyptus grandis*, pela Companhia Agrícola e Florestal Santa Bárbara (CAF), no Município de Abaeté, MG (19°15'94''S de latitude e 45°44'56''W de longitude), conforme detalhado no Capítulo 1.

3.2. Aplicação da desrama artificial

O experimento foi constituído de seis tratamentos de desrama artificial, com três repetições, combinando diferentes intensidades de desrama (altura de remoção dos galhos a partir do solo) e frequência (número de intervenções necessárias para atingir 3 m de altura livre de galhos na planta) quando a primeira intervenção de desrama ocorreu aos 16 e 20 meses de idade, conforme detalhado no Quadro 1, e de quatro tratamentos, quando a primeira intervenção ocorreu aos 28 meses de idade (Quadro 2). Aos 45 meses de idade, foi feita intervenção de desrama nas plantas em todos os tratamentos, retirando-se todos os galhos vivos e mortos entre 3 e 6 m de altura, para obtenção de uma segunda tora livre de nós.

Quadro 1 - Tratamentos de desrama (intensidade e freqüência) que foram aplicados em plantas do clone 24504, de *Eucalyptus grandis* para a primeira intervenção aos 16 e 20 meses de idade, em Abaeté, MG

Tratamento	Altura parcial de desrama (m)				Altura total de desrama (m)
	16 ^{1/} e 20 ^{1/} meses	20 e 28 meses	28 e 33 meses	45 meses	
Testemunha	-	-	-	-	-
0,5+0,5+2,0+3,0	0,5 ^{2/}	0,5 ^{3/}	2,0 ^{3/}	3,0 ^{3/}	6,0
0,5+1,0+1,5+3,0	0,5	1,0	1,5	3,0	6,0
1,0+1,0+1,0+3,0	1,0	1,0	1,0	3,0	6,0
1,0+0,0+2,0+3,0	1,0	-	2,0	3,0	6,0
1,5+0,0+1,5+3,0	1,5	-	1,5	3,0	6,0

^{1/} 16 e 20 meses constituem as idades em que foi realizada primeira intervenção de desrama; ^{2/} Altura de desrama a partir do nível do solo; ^{3/} Altura de desrama a partir da altura da primeira e, ou, da segunda desrama.

Quadro 2 - Tratamentos de desrama (intensidade e freqüência) que foram aplicados em plantas do clone 24504, de *Eucalyptus grandis* para a primeira intervenção aos 28 meses, em Abaeté, MG

Tratamento	Altura parcial de desrama (m)			Altura total de desrama (m)
	28 meses	33 meses	45 meses	
Testemunha	-	-	-	-
1,0+2,0+3,0	1,0 ^{1/}	2,0 ^{2/}	3,0 ^{2/}	6,0
1,5+1,5+3,0	1,5	1,5	3,0	6,0
3,0+0,0+3,0	3,0	0,0	3,0	6,0

^{1/} Altura de desrama a partir do nível do solo; ^{2/} Altura de desrama a partir da primeira e, ou, segunda intervenção de desrama.

3.3. Aplicação de desbaste

Foram utilizados tratamentos com e sem desbaste no povoamento do clone 24504 de *E. grandis* submetido aos diferentes tratamentos de desrama artificial descritos no item 3.2. O desbaste foi realizado em junho de 2003, quando as plantas estavam com 55 meses de idade, conforme descrito no Capítulo 1. Foram eliminadas 35% do total de plantas existentes nas parcelas úteis do presente estudo, o que correspondeu, em média, a 21,1642 m³/ha, representando 26,97% do volume total do povoamento nesta idade. Em área basal, eliminou-se, em média, 2,7252 m²/ha, ou 26,90% de área basal total.

Em área não desbastada, simulou-se desbaste aos 68 meses de idade, considerando a mesma proporção de árvores que foram eliminadas no desbaste realizado aos 55 meses. Foram descartados os valores de diâmetro e altura das árvores que apresentavam defeitos, como injúria, tortuosidade ou árvores de crescimento reduzido. Este procedimento foi realizado com o objetivo de comparar o crescimento das árvores remanescentes localizadas em área desbastada e não desbastada, aos 68 meses.

3.4. Avaliações do crescimento

Aos 55 e 68 meses de idade, foram feitas as avaliações do diâmetro do tronco à altura do peito (DAP) e altura total nas plantas da área útil das parcelas, em área desbastada e não desbastada.

Por ocasião do desbaste, aos 55 meses de idade, foi realizada cubagem rigorosa de oito plantas eliminadas no desbaste. Também, foram cubadas oito árvores remanescentes localizadas nas bordaduras das parcelas que compõem o experimento e que apresentavam diâmetro e altura média similar ao das árvores que não foram desbastadas, ou seja, aquelas que ficaram para o segundo desbaste ou exploração final. Este procedimento foi realizado logo após a realização do desbaste e 13 meses após a realização do mesmo (55 e 68 meses de idade) e permitiu o cálculo do volume de madeira desbastada e o volume de madeira remanescente no povoamento, facilitando um planejamento mais adequado das técnicas a serem adotadas pela empresa e futura exploração da sua matéria-prima.

Para obtenção do volume de madeira com casca, aos 53 e 68 meses de idade, foram utilizados os dados obtidos através da cubagem rigorosa, tendo sido ajustado o seguinte modelo de regressão:

$$\ln Vol = \beta_0 + \beta_1 \ln DAP + \beta_2 \ln Ht + \varepsilon$$

em que:

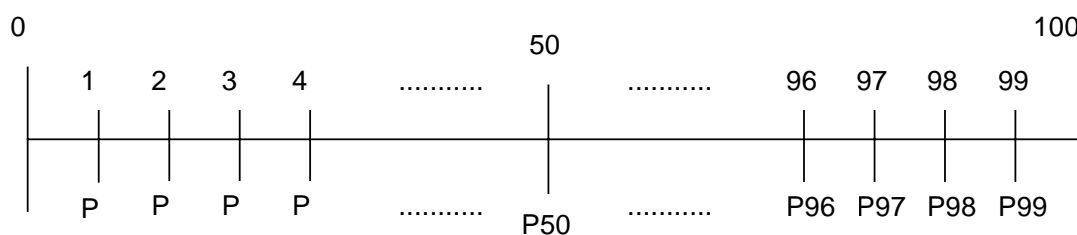
Vol = volume com casca estimado (m³);

β_0 , β_1 e β_2 = parâmetros de regressão;

DAP = diâmetro à altura do peito (m); e

Ht = altura total da árvore (m).

Para melhor caracterização do povoamento, visando a obtenção de informações sobre o comportamento da distribuição diamétrica por unidade de área do povoamento, foram obtidos os percentis, que são as medidas que dividem uma amostra em 100 partes iguais, conforme ilustrado a seguir (FONSECA e MARTINS, 1994).



O cálculo do percentil é dado por FONSECA e MARTINS (1994), conforme descrito a seguir:

$$P_i = \ell_{P_i} + [((i/n) - \Sigma f) * h] / F_{P_i}$$

em que:

ℓ = limite da classe P_i , em que $i = 1, 2, 3, \dots, 99$;

n = tamanho da amostra;

Σf = soma das frequências anteriores à classe P_i ;

h = amplitude da classe P_i ; e

F_{P_i} = frequência da classe P_i .

3.4.1. Análise dos dados

Os dados de crescimento em altura, diâmetro e volume foram analisados através da análise de variância. Quando houve diferença significativa entre os tratamentos de desrama e/ou idades de avaliação, ao nível de 5% de probabilidade, aplicou-se teste de tukey para comparação das médias.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Crescimento em diâmetro

Analisando as árvores remanescentes na área desbastada aos 55 e 68 meses de idade, não foi verificada diferença significativa, ao nível de 5% de probabilidade, para o diâmetro à altura do peito, entre os tratamentos de desrama artificial (Quadro 3), independentemente da idade em que foi realizada a primeira intervenção de desrama artificial. Estes dados confirmam o relato de LIMA (2003), que não observou diferença significativa entre os tratamentos de desrama artificial no mesmo povoamento até 45 meses de idade. O mesmo resultado foi observado por POLLI (2005), que acompanhou o crescimento diamétrico do povoamento até 55 meses de idade, antes da realização do desbaste, incluindo todas as árvores da parcela. Porém, PIRES (2000), estudando diferentes intensidades de remoção de copa viva em *E. grandis*, verificou redução do crescimento diamétrico, principalmente quando se removeu 75% da copa viva, tendo o crescimento diamétrico reduzido em 26,7% em relação à testemunha. Outros autores também verificaram redução no diâmetro com a aplicação de desrama artificial (LANGE et al., 1987; PINKARD e BEADLE, 1998a; SCHNEIDER et al., 1999).

Foi verificada diferença significativa entre as idades de avaliação (Quadro 3), ou seja, a média do diâmetro observada aos 68 meses de idade foi estatisticamente superior à observada aos 55 meses de idade, quando a média

geral aumentou de 11,62 para 13,44 (Quadro 4), ou seja, houve crescimento diamétrico de 13,54 % neste período de 13 meses após o desbaste.

Quadro 3 - Resumo da análise de variância do diâmetro à altura do peito, aos 55 e 68 meses de idade, em povoamento do clone 24504 de *Eucalyptus grandis* submetido à primeira intervenção de desrama artificial aos 16, 20 e 28 meses de idade, em área desbastada aos 55 meses da idade, em Abaeté, MG

FV	GL	QM
Primeira intervenção aos 16 meses		
Tratamento de desrama (DR)	5	0,6649 ns
Resíduo a	12	0,3337
Idade	1	39,3338 *
DR X Idade	5	0,1687 ns
Resíduo b	12	0,065
CV Tratamento (%)		3,75
CV Idade (%)		3,12
Primeira intervenção aos 20 meses		
Tratamento de desrama (DR)	5	0,3987 ns
Resíduo a	12	0,3768
Idade	1	30,2500 *
DR X Idade	5	0,0919 ns
Resíduo b	12	0,1391
CV Tratamento (%)		6,08
CV Idade (%)		2,18
Primeira intervenção aos 28 meses		
Tratamento de desrama (DR)	3	0,0614 ns
Resíduo a	8	0,3138
Idade	1	11,4678 *
DR X Idade	3	0,0132 ns
Resíduo b	8	0,0314
CV Tratamento (%)		4,31
CV Idade (%)		1,97

* significativo a de 5% de probabilidade.

^{ns} não-significativo a de 5% de probabilidade.

Analisando a área não desbastada, verificou-se, também, não haver diferença significativa, ao nível de 5% de probabilidade, para o diâmetro à altura do peito, entre os tratamentos de desrama artificial, aos 55 e 68 meses

de idade, para plantas submetidas à primeira intervenção aos 16, 20 e 28 meses de idade (Quadro 5). Porém, houve diferença significativa para as idades de avaliação, sendo que a média geral de diâmetro, aos 55 meses de idade, foi de 11,35 cm, enquanto que, aos 68 meses de idade, a média de diâmetro foi de 12,82 cm (Quadro 4), ou seja, 11,47% superior ao observado aos 55 meses.

Quadro 4 - Diâmetro à altura do peito (DAP), aos 55 e 68 meses de idade, em povoamento do clone 24504 de *Eucalyptus grandis* submetido à primeira intervenção de desrama artificial aos 16, 20 e 28 meses de idade, em área desbastada e não desbastada, em Abaeté, MG

Altura de desrama (m)	Idade				
	55 ^{1/}	68 ^{1/}	55 ^{2/}	68 ^{2/}	68 ^{3/}
Primeira intervenção aos 16 meses					
Testemunha	11,86	13,92	11,94	13,56	13,91
0,5+0,5+2,0+3,0	12,08	13,90	10,93	12,46	13,02
0,5+1,0+1,5+3,0	11,61	13,41	11,12	13,10	13,25
1,0+1,0+1,0+3,0	11,22	13,93	10,77	12,30	12,97
1,0+0,0+2,0+3,0	11,40	13,60	11,98	13,83	14,05
1,5+0,0+1,5+3,0	11,08	13,03	10,97	12,70	14,10
Média	11,54	13,63	11,29	12,99	13,55
Primeira intervenção aos 20 meses					
Testemunha	11,86	13,92	11,94	13,56	13,91
0,5+0,5+2,0+3,0	11,79	13,56	11,52	12,35	12,18
0,5+1,0+1,5+3,0	11,61	13,21	11,38	12,11	12,27
1,0+1,0+1,0+3,0	12,09	13,64	10,94	12,74	12,84
1,0+0,0+2,0+3,0	11,83	13,64	11,18	12,57	12,48
1,5+0,0+1,5+3,0	11,61	13,12	10,92	12,69	12,68
Média	11,80	13,51	11,31	12,67	12,73
Primeira intervenção aos 28 meses					
Testemunha	11,86	13,92	11,94	13,56	13,91
1,0+2,0+3,0	11,22	12,63	11,80	12,90	13,39
1,5+1,5+3,0	11,39	12,88	11,39	12,66	13,09
3,0+0,0+3,0	11,43	12,79	10,93	12,09	12,76
Média	11,48	13,06	11,52	12,80	13,29
Média geral	11,62	13,44	11,35	12,82	13,18

^{1/} Medições realizadas após o desbaste, ou seja, em árvores remanescentes; ^{2/} Medições realizadas em área não desbastada, antes da simulação do desbaste, ou seja, incluindo todas as árvores da parcela;

^{3/} Medições realizadas em área não desbastada, após a simulação do desbaste, ou seja, considerando apenas as árvores que deveriam permanecer no povoamento, caso tivesse ocorrido o desbaste

Quadro 5 - Resumo da análise de variância do diâmetro à altura do peito, aos 55 e 68 meses de idade, em povoamento do clone 24504 de *Eucalyptus grandis* submetido à primeira intervenção de desrama artificial aos 16, 20 e 28 meses de idade, em área não desbastada, sem simulação de desbaste, em Abaeté, MG

FV	GL	QM
Primeira intervenção aos 16 meses		
Tratamento de desrama (DR)	5	1,9291 ns
Resíduo a	12	1,2368
Idade	1	26,1803 *
DR X Idade	5	0,0503 ns
Resíduo b	12	0,0320
CV Tratamento (%)		
CV Idade (%)		6,05
Primeira intervenção aos 20 meses		
Tratamento de desrama (DR)	5	0,8455 ns
Resíduo a	12	0,6146
Idade	1	16,5649 *
DR X Idade	5	0,3289 ns
Resíduo b	12	0,2374
CV Tratamento (%)		
CV Idade (%)		3,94
Primeira intervenção aos 28 meses		
Tratamento de desrama (DR)	3	0,8944 ns
Resíduo a	8	0,3131
Idade	1	8,6520 *
DR X Idade	3	0,0120 ns
Resíduo b	8	0,0286
CV Tratamento (%)		
CV Idade (%)		2,03

* significativo a de 5% de probabilidade.

^{ns} não-significativo a de 5% de probabilidade.

O crescimento diamétrico observado para as árvores remanescentes após a simulação de desbaste na área não desbastada foi inferior ao observado para as árvores remanescentes em área desbastada, que apresentou um crescimento de 13,54%. A tendência de redução na taxa de crescimento em diâmetro em área não desbastada se deve à maior competição entre os indivíduos, implicando em maior crescimento em altura, buscando melhor interceptação da radiação.

Através da simulação de desbaste, foram consideradas excluídas as piores árvores do povoamento localizadas nas parcelas não desbastadas, para se comparar o crescimento das árvores remanescentes nesta simulação com as árvores remanescentes nas parcelas onde se procedeu o desbaste. Verifica-se, através do Quadro 6, que, aos 68 meses de idade, não houve diferença significativa, no crescimento em diâmetro, entre os tratamentos de desrama artificial e entre os tratamentos de desbaste, para as árvores que receberam a primeira intervenção de desrama aos 16 e 28 meses. A média dos diâmetros observada em área desbastada é ligeiramente superior à da área não desbastada (Quadro 4). As árvores cuja primeira intervenção de desrama artificial se deu aos 16 meses obtiveram crescimento 4,7% superior em área desbastada, enquanto que, para as árvores cuja primeira intervenção ocorreu aos 28 meses, o aumento foi de, apenas, 0,6%.

Para as árvores em que a desrama se iniciou aos 20 meses de idade, observou-se diferença significativa entre a área desbastada e a não desbastada (Quadro 6). Enquanto a média dos diâmetros das árvores remanescentes da área desbastada foi de 13,44 cm, a média dos diâmetros das árvores superiores da área não desbastada foi de 12,82 cm (Quadro 4), ou seja, 4,61% menor. Este resultado evidencia a tendência das plantas remanescentes do desbaste crescerem mais em diâmetro, comparativamente às plantas da área não desbastada, conforme relatado, também, por NOGUEIRA (1999). Estas mudanças serão mais evidentes após o fechamento total do dossel na área não desbastada. Com a realização do desbaste, ocorre maior oferta dos recursos de crescimento àqueles indivíduos de melhor qualidade, gerando produtos com maior aceitação e valor comercial do povoamento. Além disso, árvores que morreriam naturalmente, por estarem dominadas no povoamento, podem ter outros usos comerciais, como na produção de carvão, aumentando, assim, a rentabilidade do povoamento e promovendo rendas intermediárias.

Analisando a distribuição diamétrica do povoamento sob a forma de percentil, em área desbastada, aos 55 e 68 meses de idade (Quadros 7, 8 e 9), verifica-se maior proporção de árvores com maior diâmetro quando as plantas receberam a primeira intervenção de desrama aos 20 meses de idade, indicando, até o momento, ser esta a idade indicada para a realização da primeira intervenção de desrama artificial, para o clone estudado, levando-se

em consideração o crescimento em diâmetro das árvores do povoamento, aos 55 meses de idade, antes da realização do desbaste. Quando a primeira intervenção de desrama foi realizada aos 16 meses de idade, observa-se menor proporção de plantas de maior diâmetro no povoamento, possivelmente devido à maior proporção de copa viva eliminada com a desrama nesta idade, comparativamente às plantas que receberam a primeira intervenção aos 20 meses, conforme descrito por LIMA (2003).

Quadro 6 - Resumo da análise de variância do diâmetro à altura do peito aos 68 meses de idade, em povoamento do clone 24504 de *Eucalyptus grandis* submetido à primeira intervenção de desrama artificial aos 16, 20 e 28 meses de idade, em área desbastada e em área não desbastada com simulação de desbaste, em Abaeté, MG

FV	GL	QM
Primeira intervenção aos 16 meses		
Tratamento de desrama (DR)	5	0,3218 ns
Tratamento de desbaste (DB)	1	0,0659 ns
DR X DB	5	0,9055 ns
Resíduo	24	0,5040
CV (%)		5,22
Primeira intervenção aos 20 meses		
Tratamento de desrama (DR)	5	1,0112 ns
Tratamento de desbaste (DB)	1	7,3531 *
DR X DB	5	0,5669 ns
Resíduo	24	0,3967
CV (%)		4,78
Primeira intervenção aos 28 meses		
Tratamento de desrama (DR)	3	0,0866 ns
Tratamento de desbaste (DB)	1	1,2015 ns
DR X DB	3	0,2673 ns
Resíduo	16	0,2633
CV (%)		3,96

* significativo a de 5% de probabilidade.

^{ns} não-significativo a de 5% de probabilidade.

Quadro 7 - Distribuição diamétrica, em percentil, aos 55 meses de idade, em povoamento do clone 24504 de *Eucalyptus grandis* submetido à primeira intervenção de desrama artificial aos 16, 20 e 28 meses de idade, antes da realização do desbaste, em Abaeté, MG

Altura de desrama (m)	Percentil									
	0,05	0,15	0,25	0,35	0,45	0,55	0,65	0,75	0,85	0,95
Primeira intervenção aos 16 meses										
Testemunha	7,66	10,04	10,82	11,14	11,46	11,78	12,41	12,65	12,73	13,74
0,5+0,5+2,0+3,0	6,37	9,23	10,42	10,90	11,46	11,78	12,10	12,10	12,73	13,37
0,5+1,0+1,5+3,0	8,51	9,55	10,19	10,58	11,06	11,46	11,46	11,86	12,10	13,13
1,0+1,0+1,0+3,0	9,42	9,87	9,87	10,50	10,82	11,14	11,46	11,78	12,10	12,54
1,0+0,0+2,0+3,0	8,91	9,68	10,19	10,70	10,89	11,40	11,46	11,78	11,97	12,73
1,5+0,0+1,5+3,0	3,82	8,47	9,55	9,87	10,50	10,82	11,14	11,46	11,78	12,22
Primeira intervenção aos 20 meses										
Testemunha	7,66	10,04	10,82	11,14	11,46	11,78	12,41	12,65	12,73	13,74
0,5+0,5+2,0+3,0	9,18	10,19	10,82	10,82	11,14	11,46	11,79	12,10	12,41	13,10
0,5+1,0+1,5+3,0	9,20	10,19	10,66	10,82	11,14	11,14	11,78	12,10	12,19	12,48
1,0+1,0+1,0+3,0	9,20	10,19	10,66	10,82	11,46	11,78	12,10	12,41	12,73	13,43
1,0+0,0+2,0+3,0	6,27	9,55	9,95	10,50	10,82	11,57	12,10	12,33	12,73	13,42
1,5+0,0+1,5+3,0	7,96	10,19	10,50	10,82	11,14	11,46	11,78	12,10	12,41	12,73
Primeira intervenção aos 28 meses										
Testemunha	7,66	10,04	10,82	11,14	11,46	11,78	12,41	12,65	12,73	13,74
1,0+2,0+3,0	8,53	9,23	9,87	10,19	10,57	10,82	11,14	11,46	11,97	12,41
1,5+1,5+3,0	9,31	9,95	10,50	10,82	11,14	11,14	11,46	11,78	12,33	12,41
3,0+0,0+3,0	6,81	9,55	9,87	10,38	10,82	11,14	11,46	11,78	12,10	12,73

Embora não tenha sido verificada diferença significativa no crescimento diamétrico entre os tratamentos de desrama artificial, aos 55 meses de idade, verificou-se ligeiro efeito detrimental no crescimento diamétrico para as plantas que receberam a primeira intervenção mais drástica aos 16 meses (Quadros 7 e 8). As plantas do tratamento 1,5+0,0+1,5+3,0 apresentaram apenas 5% dessas plantas com diâmetro superior a 12 cm, antes e depois da realização do desbaste, e 35% com diâmetro abaixo de 10 cm. Contrariamente, os tratamentos de desrama artificial menos intensos, apresentaram menores percentuais de árvores abaixo de 10 cm. O tratamento 0,5+0,5+2,0+3,0, após o desbaste, foi, inclusive, superior à testemunha, com 55% das árvores apresentando diâmetro acima de 12 cm e nenhuma abaixo de 10 cm.

Quadro 8 - Distribuição diamétrica, em percentil, aos 55 meses de idade, em povoamento do clone 24504 de *Eucalyptus grandis* submetido à primeira intervenção de desrama artificial aos 16, 20 e 28 meses de idade, após a realização do desbaste, em Abaeté, MG

Altura de desrama (m)	Percentil									
	0,05	0,15	0,25	0,35	0,45	0,55	0,65	0,75	0,85	0,95
Primeira intervenção aos 16 meses										
Testemunha	9,87	10,82	11,14	11,46	11,78	12,06	12,41	12,73	12,83	14,04
0,5+0,5+2,0+3,0	10,44	11,27	11,78	11,78	12,10	12,10	12,22	12,73	13,05	13,62
0,5+1,0+1,5+3,0	9,80	10,73	10,82	11,14	11,46	11,75	11,78	12,10	12,19	13,43
1,0+1,0+1,0+3,0	9,55	9,87	10,50	10,82	11,14	11,46	11,46	11,78	12,10	12,54
1,0+0,0+2,0+3,0	10,06	10,50	10,82	11,14	11,46	11,46	11,78	11,78	12,51	12,73
1,5+0,0+1,5+3,0	9,82	10,19	10,50	10,82	10,82	11,14	11,46	11,46	11,78	12,73
Primeira intervenção aos 20 meses										
Testemunha	9,87	10,82	11,14	11,46	11,78	12,06	12,41	12,73	12,83	14,04
0,5+0,5+2,0+3,0	10,79	10,82	11,14	11,46	11,49	12,10	12,10	12,25	12,73	13,37
0,5+1,0+1,5+3,0	10,46	10,82	10,82	11,14	11,67	11,78	12,10	12,10	12,41	13,10
1,0+1,0+1,0+3,0	10,19	10,82	10,98	11,78	12,10	12,10	12,41	12,65	13,05	13,46
1,0+0,0+2,0+3,0	9,36	9,87	10,50	11,01	11,78	12,03	12,10	12,41	12,92	13,11
1,5+0,0+1,5+3,0	10,19	10,73	10,98	11,14	11,46	11,46	12,00	12,25	12,73	12,80
Primeira intervenção aos 28 meses										
Testemunha	9,87	10,82	11,14	11,46	11,78	12,06	12,41	12,73	12,83	14,04
1,0+2,0+3,0	9,87	10,19	10,82	10,82	11,14	11,46	11,48	11,78	12,10	12,51
1,5+1,5+3,0	9,55	10,82	11,14	11,14	11,14	11,46	11,68	12,10	12,41	12,45
3,0+0,0+3,0	9,84	10,50	10,82	11,14	11,17	11,46	11,78	12,10	12,10	12,76

Estes resultados demonstram que, quando a desrama artificial é realizada em idades mais jovens, deve-se conhecer o comportamento do crescimento diamétrico do clone estudado, pois, ao se eliminar grande proporção de copa viva das plantas, o risco de haver redução no crescimento diamétrico é grande, conforme relatado por vários autores (KRAMER e KOZLOWSKI, 1972; LANGE et al., 1987; SPELTZ e DISSMANN, 1980; ENDO e MESA, 1992; PINKARD e BEADLE, 1998a ; PIRES, 2000).

Analisando a distribuição diamétrica das plantas que receberam a primeira intervenção de desrama artificial aos 28 meses, verifica-se menor proporção de árvores nas maiores classes de diâmetro. Este fato se deve, possivelmente, à intensa competição pelos recursos de crescimento dos galhos

com o fuste das plantas, uma vez que este clone possui grande quantidade de galhos grossos na sua base. Assim, a desrama artificial realizada em idades tardias, neste clone, pode ocasionar ligeira redução no crescimento diamétrico das plantas, além de interferir na qualidade da madeira, em razão do aumento na quantidade de galhos mortos por ocasião da desrama.

Quadro 9 - Distribuição diamétrica, em percentil, aos 68 meses de idade, em povoamento do clone 24504 de *Eucalyptus grandis* submetido à primeira intervenção de desrama artificial aos 16, 20 e 28 meses de idade, em área desbastada, em Abaeté, MG

Altura de Desrama (m)	Percentil									
	0,05	0,15	0,25	0,35	0,45	0,55	0,65	0,75	0,85	0,95
Primeira intervenção aos 16 meses										
Testemunha	11,78	12,41	12,81	13,67	14,01	14,32	14,64	14,96	15,28	16,28
0,5+0,5+2,0+3,0	12,10	12,73	13,37	13,37	14,01	14,01	14,32	14,64	15,28	16,04
0,5+1,0+1,5+3,0	12,05	12,27	12,73	13,05	13,05	13,48	13,69	14,32	14,96	15,33
1,0+1,0+1,0+3,0	11,46	12,03	12,73	13,37	13,69	13,69	14,32	14,64	15,15	15,92
1,0+0,0+2,0+3,0	11,59	12,73	12,73	13,05	13,58	14,01	14,32	14,56	14,96	15,60
1,5+0,0+1,5+3,0	11,46	12,10	12,10	12,73	12,73	13,05	13,50	13,69	14,39	14,64
Primeira intervenção aos 20 meses										
Testemunha	11,78	12,41	12,81	13,67	14,01	14,32	14,64	14,96	15,28	16,28
0,5+0,5+2,0+3,0	12,10	12,73	13,05	13,05	13,37	13,37	14,01	14,32	14,64	15,28
0,5+1,0+1,5+3,0	12,10	12,41	12,57	12,73	13,05	13,05	13,59	13,69	14,01	14,67
1,0+1,0+1,0+3,0	11,71	12,10	12,73	13,05	13,69	13,69	14,01	14,32	14,64	15,41
1,0+0,0+2,0+3,0	11,46	12,41	13,05	13,37	13,69	13,94	14,13	14,64	14,96	15,09
1,5+0,0+1,5+3,0	11,75	12,32	12,41	12,73	13,05	13,37	13,37	13,69	14,01	14,64
Primeira intervenção aos 28 meses										
Testemunha	11,78	12,41	12,81	13,67	14,01	14,32	14,64	14,96	15,28	16,28
1,0+2,0+3,0	9,47	11,46	11,78	12,10	12,30	12,73	13,05	13,37	13,69	14,37
1,5+1,5+3,0	10,76	11,68	12,25	12,73	12,73	13,05	13,37	13,69	14,01	14,42
3,0+0,0+3,0	11,14	11,68	11,94	12,41	12,73	13,05	13,05	13,37	13,78	14,67

Observa-se, nos Quadros 7 e 8, que foram reduzidas as diferenças na distribuição diamétrica entre os diferentes tratamentos de desrama, para as plantas que tiveram a primeira intervenção de desrama aos 20 meses de idade, em razão de menor proporção de área foliar removida, quando comparada com a primeira intervenção aos 16 meses de idade. Aos 68 meses de idade

(Quadro 9), verifica-se, também, menor proporção de árvores com maior diâmetro no tratamento 1,5+0,0+1,5+3,0, quando a primeira intervenção de desrama se deu aos 16 e 20 meses de idade, onde menos de 15% das plantas apresentaram diâmetro acima de 14 cm. Nesta idade de avaliação do crescimento em diâmetro, o que corresponde a 13 meses após a realização do desbaste, a distribuição diamétrica foi similar para as plantas com primeira intervenção de desrama aos 16 e 20 meses de idade, ou seja, com a redução da competição no povoamento, as plantas que tiveram desrama artificial em idades mais jovens se recuperaram prontamente, enquanto que, em todos os tratamentos de desrama, cuja primeira intervenção ocorreu aos 28 meses, menos de 15% das plantas apresentaram diâmetro superior a 14 cm.

Em área não desbastada, simulou-se desbaste aos 68 meses de idade para permitir a comparação do crescimento das árvores que permaneceram após o desbaste, com aquelas provenientes da área que havia sido desbastada aos 55 meses de idade. Assim, observou-se que havia maior proporção de árvores com menor diâmetro em área não desbastada, considerando árvores remanescentes após a simulação do desbaste (Quadro 10) em comparação com a área desbastada (Quadro 9), quando a primeira intervenção de desrama foi realizada aos 16 e 20 meses de idade. Ainda, verificou-se ligeira superioridade na proporção de árvores com diâmetro superior a 14 cm, em área desbastada, para a maioria dos tratamentos onde a primeira intervenção de desrama se deu aos 16 e 20 meses de idade, demonstrando que o desbaste promoveu maior crescimento diamétrico das plantas remanescentes, comparativamente aos povoamentos não desbastados, confirmando as afirmações de GLUFKE et al. (1997) e NOGUEIRA (1999).

Essas diferenças entre área desbastada e não desbastada devem se acentuar em idades mais avançadas. Comportamento oposto foi observado quando nas parcelas cujos tratamentos de desrama tiveram a primeira intervenção aos 28 meses de idade, embora as condições do povoamento fossem bastante homogêneas, e o resultado observado diferiu daqueles observados para os demais tratamentos, onde a desrama se iniciou aos 16 e 20 meses.

Quadro 10 - Distribuição diamétrica, em percentil, aos 68 meses de idade, em povoamento do clone 24504 de *Eucalyptus grandis* submetido à primeira intervenção de desrama artificial aos 16, 20 e 28 meses de idade, considerando as árvores remanescentes após a simulação do desbaste, em Abaeté, MG

Altura de desrama (m)	Percentil									
	0,05	0,15	0,25	0,35	0,45	0,55	0,65	0,75	0,85	0,95
Primeira intervenção aos 16 meses										
Testemunha	12,08	12,41	12,73	13,05	13,54	14,01	14,44	14,72	15,33	15,92
0,5+0,5+2,0+3,0	11,46	12,00	12,10	12,41	12,76	13,05	13,37	13,69	14,20	14,67
0,5+1,0+1,5+3,0	11,05	11,78	12,57	12,73	13,05	13,37	13,69	14,01	14,74	15,95
1,0+1,0+1,0+3,0	10,12	11,05	12,10	12,41	12,73	13,34	13,37	14,01	14,61	16,27
1,0+0,0+2,0+3,0	11,40	12,32	12,89	13,46	13,72	14,32	15,18	15,28	16,33	17,28
1,5+0,0+1,5+3,0	10,19	11,78	12,33	13,15	13,89	14,32	14,64	15,04	15,60	16,57
Primeira intervenção aos 20 meses										
Testemunha	12,08	12,41	12,73	13,05	13,54	14,01	14,44	14,72	15,33	15,92
0,5+0,5+2,0+3,0	11,71	12,10	12,73	13,05	13,37	13,37	13,69	14,32	14,42	14,96
0,5+1,0+1,5+3,0	11,75	12,10	12,10	12,51	12,73	13,05	13,37	13,85	14,32	14,42
1,0+1,0+1,0+3,0	10,82	12,10	12,18	12,73	12,73	13,05	13,37	13,93	14,32	14,64
1,0+0,0+2,0+3,0	10,82	12,10	12,57	13,15	13,37	13,66	13,69	14,32	14,64	15,31
1,5+0,0+1,5+3,0	10,76	10,95	12,10	12,41	12,73	13,05	13,50	14,01	14,01	14,96
Primeira intervenção aos 28 meses										
Testemunha	12,08	12,41	12,73	13,05	13,54	14,01	14,44	14,72	15,33	15,92
1,0+2,0+3,0	11,46	12,41	12,73	12,73	12,94	13,37	13,69	14,01	14,61	15,37
1,5+1,5+3,0	11,75	12,41	12,73	13,05	13,37	13,37	13,91	14,32	14,64	15,31
3,0+0,0+3,0	11,43	11,78	12,25	12,41	12,73	12,73	13,05	13,21	13,69	14,07

4.2. Crescimento em altura

Não foi verificada diferença significativa, ao nível de 5% de probabilidade, no crescimento em altura das árvores remanescentes do desbaste, entre os tratamentos de desrama artificial, aos 55 e 68 meses de idade (Quadro 11), para as plantas submetidas à primeira intervenção aos 16, 20 e 28 meses de idade, assim como observado para o diâmetro. LIMA (2003) e POLLI (2005) também verificaram não haver diferença significativa entre os diferentes tratamentos de desrama artificial até 55 meses de idade, antes do

desbaste. Porém, a média de altura avaliada aos 68 meses de idade foi estatisticamente superior ao observado aos 55 meses de idade, tendo a média geral aumentado de 15,79 para 17,79 cm (Quadro 12), ou seja, houve crescimento em altura de 11,24%.

Quadro 11 -Resumo da análise de variância da altura aos 55 e 68 meses de idade, em povoamento do clone 24504 de *Eucalyptus grandis* submetido à primeira intervenção de desrama artificial aos 16, 20 e 28 meses de idade, em área desbastada aos 55 meses de idade, em Abaeté, MG

FV	GL	QM
Primeira intervenção aos 16 meses		
Tratamento de desrama (DR)	5	0,3348 ns
Resíduo a	12	1,1867
Idade	1	32,9476 *
DR X Idade	5	0,0206 ns
Resíduo b	12	0,1028
CV Tratamento (%)		
CV Idade (%)		3,00
Primeira intervenção aos 20 meses		
Tratamento de desrama (DR)	5	0,2536 ns
Resíduo a	12	0,5811
Idade	1	24,5190 *
DR X Idade	5	0,0572 ns
Resíduo b	12	0,0431
CV Tratamento (%)		
CV Idade (%)		1,59
Primeira intervenção de desrama aos 28 meses		
Tratamento de desrama (DR)	3	0,0709 ns
Resíduo a	8	0,2441
Idade	1	15,8600 *
DR X Idade	3	0,0042 ns
Resíduo b	8	0,076
CV Tratamento (%)		
CV Idade (%)		0,83

* significativo a de 5% de probabilidade.

^{ns} não-significativo a de 5% de probabilidade.

Quadro 12 - Altura, em metro, aos 55 e 68 meses de idade, em povoamento do clone 24504 de *Eucalyptus grandis* submetido à primeira intervenção de desrama artificial aos 16, 20 e 28 meses de idade, em área desbastada e não desbastada, em Abaeté, MG

Altura de desrama (m)	Idade				
	55 ^{1/}	68 ^{1/}	55 ^{2/}	68 ^{2/}	68 ^{3/}
Primeira intervenção aos 16 meses					
Testemunha	16,19	18,08	15,92	17,91	18,09
0,5+0,5+2,0+3,0	16,01	17,76	16,14	18,00	18,28
0,5+1,0+1,5+3,0	16,11	17,96	16,21	18,05	18,08
1,0+1,0+1,0+3,0	16,31	18,36	15,54	17,63	18,01
1,0+0,0+2,0+3,0	15,84	17,71	16,75	18,50	18,83
1,5+0,0+1,5+3,0	15,67	17,72	15,65	17,64	18,92
Média	16,02	17,93	16,03	17,96	18,37
Primeira intervenção aos 20 meses					
Testemunha	16,19	18,08	15,92	17,91	18,09
0,5+0,5+2,0+3,0	16,17	17,55	16,15	18,03	18,12
0,5+1,0+1,5+3,0	15,89	17,49	16,10	18,05	18,22
1,0+1,0+1,0+3,0	15,90	17,50	15,42	17,63	17,66
1,0+0,0+2,0+3,0	15,77	17,65	15,86	17,47	18,15
1,5+0,0+1,5+3,0	15,75	17,32	15,97	17,51	18,10
Média	15,95	17,60	15,91	17,77	18,06
Primeira intervenção aos 28 meses					
Testemunha	16,19	18,08	15,92	17,91	18,09
1,0+2,0+3,0	14,73	16,42	15,79	17,82	18,07
1,5+1,5+3,0	14,99	16,55	15,46	17,32	17,47
3,0+0,0+3,0	14,95	20,41	15,10	16,98	18,16
Média	15,22	17,87	15,57	17,51	17,95
Média geral	15,79	17,79	15,87	17,77	18,15

^{1/} Medições realizadas após o desbaste, ou seja, das árvores remanescentes; ^{2/} Medições realizadas em área não desbastada, antes da simulação do desbaste, ou seja, incluindo todas as árvores da parcela; ^{3/} Medição realizada em área não desbastada, após a simulação do desbaste, ou seja, considerando apenas as árvores que deveriam permanecer no povoamento, caso tivesse ocorrido o desbaste

Em área não desbastada, também, não foi verificada diferença significativa entre os tratamentos de desrama artificial, aos 55 e 68 meses de idade, ao nível de 5% de probabilidade, para o crescimento em altura (Quadro13), independentemente da idade da primeira intervenção de desrama, tendo sido verificada diferença significativa entre as idades de 55 e 58 meses, sendo que

a média geral de altura, aos 55 meses, foi de 15,87 cm, enquanto que, aos 68 meses de idade, foi de 17,77 cm (Quadro 12), ou seja, 10,69% superior ao observado aos 55 meses.

Quadro 13 -Resumo da análise de variância da altura aos 55 e 68 meses de idade, em povoamento do clone 24504 de *Eucalyptus grandis* submetido à primeira intervenção de desrama artificial aos 16, 20 e 28 meses de idade, em área não desbastada, sem simulação de desbaste em Abaeté, MG

FV	GL	QM
Primeira intervenção aos 16 meses		
Tratamento de desrama (DR)	5	0,8671 ns
Resíduo a	12	1,1843
Idade	1	33,1968 *
DR X Idade	5	0,0239 ns
Resíduo b	12	0,0655
CV Tratamento (%)		
CV Idade (%)		3,39
Primeira intervenção aos 20 meses		
Tratamento de desrama (DR)	5	0,3141 ns
Resíduo a	12	0,7269
Idade	1	31,2108 *
DR X Idade	5	0,0946 ns
Resíduo b	12	0,0267
CV Tratamento (%)		
CV Idade (%)		1,95
Primeira intervenção aos 28 meses		
Tratamento de desrama (DR)	3	0,6000 ns
Resíduo a	8	0,2783
Idade	1	22,0417 *
DR X Idade	3	0,0081 ns
Resíduo b	8	0,0365
CV Tratamento (%)		
CV Idade (%)		1,33

* significativo a de 5% de probabilidade.

^{ns} não-significativo a de 5% de probabilidade.

Através da simulação de desbaste, para permitir a avaliação apenas das árvores que deveriam permanecer no povoamento, caso tivesse ocorrido o desbaste, verifica-se, através do Quadro 14, não haver diferença entre os tratamentos de desrama artificial e entre os tratamentos de desbaste, para as árvores que receberam a primeira intervenção de desrama aos 16 meses, embora tenha sido observado que a altura das plantas, em área não desbastada, foi ligeiramente superior à da média da área desbastada (Quadro 13). Para as árvores cuja primeira intervenção de desrama artificial se deu aos 20 e 28 meses de idade, também, não foi observada diferença significativa na altura entre tratamentos de desrama, porém, houve diferença significativa entre a área desbastada e a não desbastada (Quadro 14), sendo que, em área não desbastada, a altura foi estatisticamente superior à da área desbastada.

Quadro 14 - Resumo da análise de variância da altura aos 68 meses de idade, em povoamento do clone 24504 de *Eucalyptus grandis* submetido à primeira intervenção de desrama artificial aos 16, 20 e 28 meses de idade, em área desbastada e, não desbastada com simulação de desbaste, em Abaeté, MG

FV	GL	QM
Primeira intervenção aos 16 meses		
Tratamento de desrama (DR)	5	0,0974 ns
Tratamento de desbaste (DB)	1	1,7117 ns
DR X DB	5	0,5846 ns
Resíduo	24	0,7465
CV (%)		4,76
Primeira intervenção aos 20 meses		
Tratamento de desrama (DR)	5	0,1766 ns
Tratamento de desbaste (DB)	1	1,9090 *
DR X DB	5	0,1417 ns
Resíduo	24	0,2669
CV (%)		2,90
Primeira intervenção aos 28 meses		
Tratamento de desrama (DR)	3	0,0806 ns
Tratamento de desbaste (DB)	1	7,3262 *
DR X DB	3	0,2071 ns
Resíduo	16	0,1828
CV (%)		2,50

* significativo a de 5% de probabilidade.

^{ns} não-significativo a de 5% de probabilidade.

Para os tratamentos de desrama artificial, cuja primeira intervenção ocorreu aos 20 meses de idade, a média geral entre os tratamentos foi de 17,60 cm, em área desbastada, e 18,06 cm em área não desbastada. Para os tratamentos de desrama iniciados aos 28 meses de idade, as médias foram de 17,87 e 17,95 cm, em área desbastada e não desbastada, respectivamente (Quadro 13).

Este resultado evidencia a tendência das plantas crescerem mais em altura, em área não desbastada, devido a maior competição por radiação. Contrariamente, as árvores crescem menos em diâmetro, conforme discutido anteriormente.

4.3 Crescimento em volume

Não foi verificada diferença significativa no volume por planta, entre os tratamentos de desrama artificial, cuja primeira intervenção ocorreu aos 16, 20 e 28 meses de idade, em área desbastada (Quadro 15), assim como observado para o diâmetro e a altura. LIMA (2003) e POLLI (2005), também, não observaram diferença significativa entre os tratamentos de desrama artificial no mesmo povoamento até 55 meses de idade, antes da realização do desbaste. Porém, foi verificada diferença significativa no volume entre as idades de 55 e 68 meses (Quadro 15), para os tratamentos de desrama em plantas cuja primeira intervenção ocorreu aos 16, 20 e 28 meses de idade. A média de volume por planta, aos 55 meses, após o desbaste, foi de 0,08354, 0,08502, e 0,07716 m³, enquanto que, aos 68 meses, a média foi de 0,12468, 0,11989 e 0,107847 m³ (Quadro 16), ou seja, houve crescimento volumétrico de 32,99%; 29,08% e 30,48% por planta, para tratamentos de desrama artificial que se iniciaram aos 16, 20 e 28 meses de idade, respectivamente. Ou seja, o menor crescimento volumétrico foi verificado nos tratamentos de desrama em plantas cuja primeira intervenção ocorreu aos 20 e 28 meses de idade. Considerando todos os tratamentos de desrama artificial, iniciados aos 16, 20 e 28 meses de idade, a média geral de volume observado por planta foi de 0,08250 m³, aos 55 meses de idade, e 0,118675 m³, aos 68 meses de idade, ou seja, houve crescimento volumétrico, neste período de 13 meses, após o desbaste, correspondente a 30,48%.

Quadro 15 - Resumo da análise de variância do volume por planta, aos 55 e 68 meses de idade, em povoamento do clone 24504 de *Eucalyptus grandis* submetido à primeira intervenção de desrama artificial aos 16, 20 e 28 meses de idade, em área desbastada aos 55 meses de idade, em Abaeté, MG

FV	GL	QM
Primeira intervenção aos 16 meses		
Tratamento de desrama (DR)	5	0,00018 ns
Resíduo a	12	0,00025
Idade	1	0,01523 *
DR X Idade	5	0,00003 ns
Resíduo b	12	0,00004
CV Tratamento (%)		
CV Idade (%)		
0,12		
Primeira intervenção aos 20 meses		
Tratamento de desrama (DR)	5	0,00014 ns
Resíduo a	12	0,00021
Idade	1	0,01094 *
DR X Idade	5	0,00009 ns
Resíduo b	12	0,00005
CV Tratamento (%)		
CV Idade (%)		
0,12		
Primeira intervenção aos 28 meses		
Tratamento de desrama (DR)	3	0,00003 ns
Resíduo a	8	0,00012
Idade	1	0,00406 *
DR X Idade	3	0,00001 ns
Resíduo b	8	0,00003
CV Tratamento (%)		
CV Idade (%)		
0,06		

* significativo a de 5% de probabilidade.

^{ns} não-significativo a de 5% de probabilidade.

Em área não desbastada, sem simulação do desbaste, também não houve diferença significativa para volume por planta, entre os tratamentos de desrama artificial, aos 55 e 68 meses de idade, ao nível de 5% de probabilidade (Quadro 17), para as plantas submetidas à primeira intervenção de desrama aos 16, 20 e 28 meses de idade, assim como observado em área desbastada. Porém, houve diferença significativa para as idades de avaliação, sendo que, para os tratamentos de desrama em plantas cuja primeira intervenção ocorreu aos 16, 20 e 28 meses de idade, o volume por planta foi,

respectivamente, 29,85, 27,98 e 28,62% maior aos 68 meses, em comparação com 55 meses de idade. Ou seja, o crescimento volumétrico das árvores remanescentes, em área não desbastada, sem simulação de desbaste, é inferior ao crescimento volumétrico em área desbastada, para os tratamentos de desrama artificial iniciados aos 16 e 20 meses de idade, quando os dados de crescimento foram analisados 13 meses após o desbaste.

Quadro 16 - Volume (m³/planta), aos 55 e 68 meses de idade, em povoamento do clone 24504 de *Eucalyptus grandis* submetido à primeira intervenção de desrama artificial aos 16, 20 e 28 meses de idade, em área desbastada e não desbastada, em Abaeté, MG

Altura de desrama (m)	Idade				
	55 ^{1/}	68 ^{1/}	55 ^{2/}	68 ^{2/}	68 ^{3/}
Primeira intervenção aos 16 meses					
Testemunha	0,08948	0,13309	0,08810	0,12648	0,13286
0,5+0,5+2,0+3,0	0,08999	0,12637	0,07971	0,11219	0,12063
0,5+1,0+1,5+3,0	0,08400	0,12052	0,08347	0,12063	0,12316
1,0+1,0+1,0+3,0	0,08135	0,12777	0,07536	0,10863	0,11939
1,0+0,0+2,0+3,0	0,08100	0,12507	0,09755	0,13418	0,14717
1,5+0,0+1,5+3,0	0,07542	0,11526	0,08457	0,12313	0,14309
Média	0,08354	0,12468	0,08479	0,12087	0,13105
Primeira intervenção aos 20 meses					
Testemunha	0,08948	0,13309	0,08810	0,12648	0,13286
0,5+0,5+2,0+3,0	0,08770	0,12131	0,08465	0,11767	0,12406
0,5+1,0+1,5+3,0	0,08352	0,11584	0,08265	0,11273	0,12091
1,0+1,0+1,0+3,0	0,08753	0,11247	0,07426	0,10524	0,11487
1,0+0,0+2,0+3,0	0,07940	0,12381	0,08156	0,11039	0,12533
1,5+0,0+1,5+3,0	0,08250	0,11281	0,07927	0,10841	0,11737
Média	0,08502	0,11989	0,08175	0,11349	0,12257
Primeira intervenção aos 28 meses					
Testemunha	0,089480	0,133090	0,088100	0,126480	0,132860
1,0+2,0+3,0	0,071832	0,096412	0,085911	0,115953	0,125757
1,5+1,5+3,0	0,072068	0,099302	0,079983	0,110324	0,116873
3,0+0,0+3,0	0,075251	0,102583	0,073682	0,100121	0,110328
Média	0,077158	0,107847	0,081919	0,113220	0,121455
Média geral	0,082500	0,118675	0,082933	0,116190	0,125470

^{1/} Medições realizadas após o desbaste, ou seja, das árvores remanescentes; ^{2/} Medições realizadas em área não desbastada, antes da simulação do desbaste, ou seja, incluindo todas as árvores da parcela; ^{3/} Medição realizada em área não desbastada, após a simulação do desbaste, ou seja, considerando apenas as árvores que deveriam permanecer no povoamento, caso tivesse ocorrido o desbaste

Quadro 17 -Resumo da análise de variância do volume aos 55 e 68 meses de idade, em povoamento do clone 24504 de *Eucalyptus grandis* submetido à primeira intervenção de desrama artificial aos 16, 20 e 28 meses de idade, em área não desbastada, sem simulação de desbaste, em Abaeté, MG

FV	GL	QM
Primeira intervenção aos 16 meses		
Tratamento de desrama (DR)	5	0,00043 ns
Resíduo a	12	0,00056
Idade	1	0,01172 *
DR X Idade	5	0,00001 ns
Resíduo b	12	0,00002
CV Tratamento (%)		
CV Idade (%)		0,26
Primeira intervenção aos 20 meses		
Tratamento de desrama (DR)	5	0,00022 ns
Resíduo a	12	0,00022
Idade	1	0,00907 *
DR X Idade	5	0,00002 ns
Resíduo b	12	0,00001
CV Tratamento (%)		
CV Idade (%)		0,12
Primeira intervenção aos 28 meses		
Tratamento de desrama (DR)	3	0,00023 ns
Resíduo a	8	0,00011
Idade	1	0,00528 *
DR X Idade	3	0,00001 ns
Resíduo b	8	0,00001
CV Tratamento (%)		
CV Idade (%)		0,08

* significativo a de 5% de probabilidade.

^{ns} não-significativo a de 5% de probabilidade.

Aos 68 meses de idade, em plantas submetidas à primeira intervenção de desrama aos 16, 20 e 28 meses de idade, verificou-se ter havido crescimento volumétrico médio de 28,62%, valor menor que o observado em área desbastada (30,48%), evidenciando que, após a abertura do dossel, com conseqüente aumento da disponibilização dos recursos de crescimento, as plantas tendem a aumentar o volume individual.

Através da simulação de desbaste, onde foram consideradas eliminadas, para se procederem os cálculos, as piores árvores do povoamento localizadas

nas parcelas não desbastadas, verificou-se que não houve diferença entre os tratamentos de desrama artificial e entre os tratamentos de desbaste no volume por árvore, para as árvores que receberam a primeira intervenção de desrama aos 16 e 20 meses. Para as árvores que tiveram a primeira intervenção de desrama aos 28 meses de idade, houve diferença significativa entre o volume em área desbastada e não desbastada (Quadro 18).

Quadro 18 -Resumo da análise de variância do volume por planta (m³), aos 68 meses de idade, em povoamento do clone 24504 de *Eucalyptus grandis* submetido à primeira intervenção de desrama artificial aos 16, 20 e 28 meses de idade, em área desbastada e não desbastada, com simulação de desbaste, em Abaeté, MG

FV	GL	QM
Primeira intervenção de desrama aos 16 meses		
Tratamento de desrama (DR)	5	0,00020 ns
Tratamento de desbaste (DB)	1	0,00037 ns
DR X DB	5	0,00034 ns
Resíduo	24	0,00038
CV (%)		15,16
Primeira intervenção de desrama aos 20 meses		
Tratamento de desrama (DR)	5	0,00031 ns
Tratamento de desbaste (DB)	1	0,00006 ns
DR X DB	5	0,00001 ns
Resíduo	24	0,00016
CV (%)		10,28
Primeira intervenção de desrama aos 28 meses		
Tratamento de desrama (DR)	3	0,00003 ns
Tratamento de desbaste (DB)	1	0,00224 *
DR X DB	3	0,00012 ns
Resíduo	16	0,00013
CV (%)		10,39

* significativo a de 5% de probabilidade.

^{ns} não-significativo a de 5% de probabilidade.

A média geral do volume das árvores remanescentes da área desbastada, aos 68 meses de idade, foi de 0,118675 m³, enquanto que a média do volume das árvores superiores da área não desbastada foi de 0,125470 m³ (Quadro 16). Este resultado evidencia que, mesmo tendo maiores valores

médios de diâmetro à altura do peito, as árvores de maior porte, localizadas em área não desbastada, cresceram mais em altura, devido à maior competição por luz, e apresentou maior volume por árvore remanescente. Porém, espera-se que as árvores superiores, onde não foi realizado o desbaste, apresentem, no futuro, redução de volume, em razão de uma possível dominância de árvores mais altas sobre aquelas de porte intermediário.

Analisando-se os dados de índice de área foliar (IAF) apresentados no Capítulo 1, verifica-se que houve, ainda, aumento substancial do IAF em área não desbastada. Assim que ocorrer o fechamento do dossel na área não desbastada, poderá haver redução no crescimento das árvores, enquanto, em área desbastada, o crescimento das plantas poderá continuar por período mais longo, uma vez que o dossel se encontra mais aberto, possibilitando maior penetração da radiação fotossinteticamente ativa.

5. CONCLUSÕES

1. Os tratamentos de desrama artificial, nos níveis aplicados, não influenciaram significativamente o crescimento em altura, diâmetro e volume das plantas do clone 24504 de *Eucalyptus grandis*, até a idade de 68 meses, independentemente da idade de aplicação da primeira intervenção de desrama. Estes resultados indicam que os povoamentos deste clone podem ser manejados através da desrama artificial para melhoria da qualidade da madeira, utilizando quaisquer tratamentos adotados no presente estudo, sem que haja redução substancial na quantidade de madeira produzida.

2. A análise da distribuição diamétrica indicou que a desrama artificial deve se iniciar, aproximadamente, aos 20 meses de idade, para o material genético estudado, em razão de se ter observado tendência de maior proporção de árvores de maior diâmetro, comparativamente àquelas árvores que receberam a primeira intervenção aos 16 e 28 meses de idade. A obtenção de menor proporção de árvores com maiores diâmetros, em plantas que receberam a aplicação da primeira intervenção de desrama artificial aos 16 meses de idade, possivelmente, é devido à maior proporção de copa viva removida com a desrama. Para decisão da idade adequada para início da desrama artificial há que se considerar, também, seu efeito sobre a qualidade da madeira.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ACERBI JR., F. W. et al. Simulação e avaliação econômica de regimes de desbastes para *Pinus taeda* para obtenção de múltiplos produtos da madeira. **Revista Cerne**, v. 5, n. 1, p. 81-102, 1999.

ACERBI JR., F. W. et al. Modelo para prognose do crescimento e da produção e análise econômica de regimes de manejo para *Pinus taeda* L. **Revista Árvore**, v. 26, n. 6, p. 699-713, 2002.

ALMEIDA, M. L. **Desrama artificial em clones de híbridos de *Eucalyptus grandis* x *E. urophylla* com diferenças em arquitetura de copa**. 2003. 119 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa-MG, 2003.

ANDERSON, M. C. The geometry of leaf distribution in some southeastern Australian forests. **Agricultural and Forest Meteorology**, v. 25, p. 195-205, 1981.

ASSIS, T. F. Aspectos do Melhoramento de *Eucalyptus* para a Obtenção de Produtos Sólidos da Madeira. In: WORKSHOP: Técnicas de Abate, Processamento e Utilização da Madeira de Eucalipto. Viçosa-MG. 1999. p. 61-72.

BARROS, N. F. **Relação solo-eucalipto**. Viçosa, MG: 1990. 330 p.

BERNARDO, A. L. **Crescimento e eficiência nutricional de *Eucalyptus* spp. sob diferentes espaçamentos na região de cerrado de Minas gerais**. 1995. 102 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa-MG, 1995.

BERNARDO, A. L. et al. Effect of spacing on growth and biomass distribution in *Eucalyptus camaldulensis*, *E. pellita* and *E. urophylla* plantations in southeastern Brazil. **Forest Ecology and Management**, v. 104, p. 1-13, 1998.

BERTOLOTI, G. et al. Efeitos de diferentes métodos e intensidades de desbaste na produtividade de *Pinus caribaea* var. *hondurensis* Barr. et Golf. **IPEF**, v. 24, p. 47-54, 1983.

BONHOMME, R.; CHARTIER, P. The interpretation and automatic measurement of hemispherical photographs to obtain sunlit foliage area and gap frequency. *Isr. Journal Agricultural Research*, v. 22, p. 53-61, 1972.

BONHOMME, R.; VARLET GRANGER, C.; CHARTIER, P. The use of photographs for determining the leaf area index of young crops. **Photosynthesis**, v. 8, p. 299-301, 1974.

CONTRERAS MARQUES, C. E. **Estudo silvicultural e econômico de povoamentos de eucalipto na região de cerrado de Minas Gerais**. 1997. 131 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa-MG, 1997.

CROMER, R. N.; WILLIAMS, E. R. Biomass and nutrient accumulation in a planted *E. globulus* (Labill.) fertilizer trial. **Australian Journal of Botany**, v. 30, p. 265-278, 1982.

CHAN, S. S. et al. Evaluating forest cover with computerized analysis of fisheye photographs. **Forest Science**, v. 32, p. 1085-1091, 1986.

CHEN, J. M.; BLACK, T. A. Measuring leaf-area index of plant canopies with branch architecture. **Agricultural and Forest Meteorology**, v. 57, p. 1-12, 1991.

CHEN, J. M.; BLACK, T. A.; ADAMS, R. S. Evaluation of hemispherical photography for determining plant area index and geometry of a forest stand. **Agricultural and Forest Meteorology**, v.56, p.129-143, 1991.

DAVIS, L. S.; JOHNSON, K. N. **Forest management**. 3.ed. New York: McGraw-Hill Book Co., 1987. 790 p.

DIAS, A. N. **Modelagem e avaliação econômica de plantações de eucalipto submetidas a desbastes**. 2000. 64 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa-MG, 2000.

DONNELLY, R. H.; FLYNN, R. G. Reviewing the global *Eucalyptus* wood products industry: a recent progress report on a achieving higher value utilization. In: SEMINÁRIO DE PRODUTOS SÓLIDOS DE MADEIRA DE EUCALIPTO, 2., 2003, Belo Horizonte. **Anais...** Viçosa-MG: SIF, 2003. p. 18-31.

- 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, 1993.
- ENDO, M.; MESA, G. V. Results of a pruning trial with *Pinus patula* in Colombia. **IPEF**, v. 2, p. 45-49, 1992.
- FLOR, H. M. **Princípios e métodos silviculturais tropicais**. Brasília, DF: FAO, 1984. 194 p.
- FONSECA, J. S.; MARTINS, G. A. **Curso de estatística**. São Paulo: Editora Atlas, 1994. 320 p.
- 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.
- FRAZER, G. W.; TROFYMOV, J. A.; LERTZMAN, K. P. Canopy openness and leaf area in chronosequences of coastal temperate rainforests. **Canadian Journal Forest Research**, v. 30, p. 239-256, 2001.
- 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.
- GLUFKE, C. **Crescimento de *Pinus elliottii* Engelm em povoamento desbastado**. 1996. 73 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 1996.
- GLUFKE, C.; FINGER, C. A. G.; SCHENEIDER, P. R. Crescimento de *Pinus elliottii* sob diferentes intensidades de desbaste. **Ciência Florestal**, v. 7, n. 1, p. 11-26, 1997.
- GOWER, S. T.; KUCHARIK, C. J.; NORMAN, J. M. Direct and indirect estimation of leaf area index, FAPAR, and net primary production of terrestrial ecosystems. **Remote Sensing Environmental**, v. 70, p. 29-51, 1999.
- HALE, S. E.; EDWARDS, C. Comparison of film and digital hemispherical photography across a wide range of canopy densities. **Agricultural and Forest Meteorology**, v. 112, p. 51-56, 2002.
- JONCKHEERE, I. et al. Review of methods for in situ leaf area index determination – Part I. Theories, sensors and hemispherical photography. **Agricultural and Forest Meteorology**, v. 121, p. 19-35, 2004.
- KRAMER, P. J.; KOZLOWSKI, T. T. **Fisiologia das árvores**. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 1972. 638 p.

KUSSNER, R.; MOSANDL, R. Comparison of direct and indirect estimation of leaf area index in mature Norway spruce stands of eastern Germany. **Canadian Forest Research**, v. 30, p. 440-447, 2000.

LANDSBERG, J. J. The biophysical environment. In: NAMBIAR, K. S.; BROWN, A. G. (Eds.) **Management of nutrients and water in tropical plantation forest**. Canberra: 1997. p. 65-96.

LANGE, P. W.; RONDE, C.; BREDENKAMP, 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.

LEE, D. W. The spectral distribution of radiation in two neotropical rainforests. **Biotropica**, v. 19, n. 2, p.161-166, 1987.

LELES, P. S. S. **Crescimento, alocação de biomassa e distribuição de nutrientes e uso de água em *Eucalyptus camaldulensis* e *E. pellita* sob diferentes espaçamentos**. 1995. 133 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa-MG, 1995.

LIMA, A. P. L. **Aplicação de desrama em clone de *Eucalyptus grandis* em diferentes épocas e intensidade: efeitos sobre o crescimento e dinâmica de copa**. 2003. Tese (Doutorado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2003.

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

MABVURIRA, D.; PUKKALA, T. Optimising the management of *Eucalyptus grandis* (Hill) Maiden plantations in Zimbabwe. **Forest Ecology and Management**, v. 166, p. 149-157, 2002.

MEDHURST, J. L.; BEADLE, C. L. Crown structure and leaf area index development in thinned and unthinned *Eucalyptus nitens* plantations. **Tree Physiology**, v. 21, p. 989-999, 2001.

MEDHURST, J. L.; BEADLE, C. L.; NEILSEN, W. A. Early-age and later-age thinning affects growth, dominance, and intraspecific competition in *Eucalyptus nitens* plantations. **Canadian Journal of Forest Research**, v. 31, p. 187-197, 2001.

MONTAGNA, R. G.; GUUIANNOTTI, E.; KRONKA, F. J. N. Influência da desrama artificial sobre o crescimento e a qualidade da madeira de *Pinus elliottii*. **Silvicultura em São Paulo**, n. 10, p. 89-100, 1976.

MONTAGU, K. D., KEARNEY, D. E., SMITH, R. G. B. The biology and silviculture of pruning planted eucalypts for clear wood production – a review. **Forest Ecology and Management**, v. 179, p. 1-13, 2003.

- MOREIRA, I. P. S. **Classificação ecológica do território brasileiro situado entre 16 e 24° latitude sul e 48 e 39° 51' longitude oeste.** 1997. 156 f. Tese (Doutorado em Ciência Florestal) – Universidade federal de Viçosa, Viçosa-MG, 1997.
- NAHUZ, M. A. R. Produtos de maior valor agregado: novos produtos, novos mercados. In: SEMINÁRIO DE PRODUTOS SÓLIDOS DE MADEIRA DE EUCALIPTO, 2., 2003, Belo Horizonte. **Anais...** Viçosa-MG: SIF, 2003. p. 143-155.
- NOGUEIRA, G. S. **Determinação da idade técnica de desbaste em plantações de eucalipto.** 1999. 62 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa-MG, 1999.
- OLIVEIRA NETO, S. N. et al. Produção e distribuição de biomassa em *Eucalyptus camaldulensis* Dehn. em resposta à adubação e ao espaçamento. **Revista Árvore**, v. 27, p. 15-23, 2003.
- 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.
- PEZZOPANE, J. E. M. **Caracterização microclimática, ecofisiológica e fitossociológica em uma floresta estacional semidecidual secundária, em Viçosa, MG.** 2001. 224 f. Tese (Doutorado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa-MG, 2001.
- 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. 217-230, 2002.
- PINKARD, E. A. et al. 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.; 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, 1998a.
- PINKARD, E. A.; BEADLE, C. L. Regulation of photosynthesis in *Eucalyptus nitens* (Deane and Maiden) Maiden following green pruning. **Trees: structure and function**, v. 12, p. 366-376, 1998b.
- PINKARD, E. A.; NEILSEN, W. A. Crown and stand characteristics of *Eucalyptus nitens* in response to initial spacing: implications for thinning. **Forest ecology and Management**, v. 172, p. 215-227, 2003.
- PIRES, B. M. **Efeito da desrama artificial no crescimento e qualidade da madeira de *Eucalyptus grandis* para serraria e fabricação de móveis.** 2000. 96 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa-MG, 2000.

POLLI, H.Q. **Crescimento e avaliação precoce da qualidade da madeira para serraria em plantas de clone de *Eucalyptus grandis* submetidas à desrama artificial.** 2005. 103 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa-MG, 2005.

PULROLNIK, K. **Crescimento, dinâmica de copa e qualidade da madeira de clone de *Eucalyptus grandis* [Hill ex Maiden] submetido à desrama artificial.** 2002. 96 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa-MG, 2002.

REIS, M. G. F.; BARROS, N. F. Ciclagem de nutrientes em plantios de eucalipto. In: BARROS, N. F.; NOVAIS, R. F. (Eds.) **Relação solo-eucalipto.** Viçosa: Folha de Viçosa, 1990. p. 265-301.

ROSENBERG, N.; BLAD, B. L.; VERNA, S. B. **Microclimate: the biological environment.** 2.ed. New York: Wiley-Interscience Publication, 1983. 495 p.

SCHILLING, A. C. et al. Influência da desrama sobre a densidade da madeira de primeiro desbaste de *Pinus elliottii* Engelman. **Revista Ciência Florestal.** v. 7, n. 1, p. 77-89, 1997.

SCHNEIDER, P. R.; FINGER, C. A. G.; HOPPE, J. M. Efeito da intensidade de desrama na produção de *Pinus elliottii* Engelm., implantado em solo pobre, no Estado do Rio Grande do Sul. **Revista Ciência Florestal**, v. 9, n. 1, p. 35-46, 1999.

SCHNEIDER, P.R. **Introdução ao manejo florestal.** Santa Maria: UFSM, 1993. 348 p.

SILVA, J. C. A madeira de eucalipto para a produção de móveis. In: SEMINÁRIO DE PRODUTOS SÓLIDOS DE MADEIRA DE EUCALIPTO, 2., 2003, Belo Horizonte. **Anais...** Viçosa-MG: 2003. p. 18-31.

SIMÕES, J. W.; BRANDI, R. M.; LEITE, N. B.; BALLONI, E. A. **Formação, manejo e exploração de florestas com espécies de rápido crescimento.** Brasília: IBDF, 1981. 131 p.

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

SPELTZ, G. E.; DISSMANN, W. Aspectos econômicos da desrama artificial em pinus tropicais. In: CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO, 3., 1980, Curitiba. **Anais...** Curitiba-PR: 1980. v. 2. p. 311-314.

VALE, A. B. et al. Desbastes florestais. **Brasil Florestal**, v. 59, p. 45-57, 1984.

VALE, R. S. **Efeito da desrama artificial no crescimento e na qualidade da madeira de clones de eucalipto, em sistema agro-silvo-pastoril.** 2000. 96 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal de Lavras, Lavras-MG, 2000.

VAN LAAR, A . Biomass parameters in studies of the effect of site and silviculture on production. In: IUFRO WORLD CONGRESS, 17., 1981, Kyto. **Anais...** Kyto: IUFRO, 1981. p. 120-124.

VEIGA, A. R. Desbastes em função da área basal. **Silvicultura em São Paulo**, v. 1, n. 1, p. 61-69, 1962.

VIANELLO, R. L.; ALVES, A. R. Meteorologia básica e aplicações. Viçosa-MG: UFV, 1991. 449 p.

WANG, Y. S.; MILLER, D. R. Calibration of the hemispherical photography technique to measure leaf area index distributions in hardwood forests. **Forest Science**, v. 33, p. 210-216, 1987.

WHITEHEAD, D.; KELLIHER, F. M. A canopy water balance model for a Pinus radiata stand before and after thinning. **Agricultural and Forest Meteorology**, v. 55. p. 109-126, 1991.