

**IVAN DA COSTA ILHÉU FONTAN**

**DINÂMICA DE COPA E CRESCIMENTO DE CLONES DE EUCALIPTO  
SUBMETIDOS A DESRAMA EM SISTEMA AGROFLORESTAL**

Dissertação 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  
2007**

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

T

F679d  
2007

Fontan, Ivan da Costa Ilhéu, 1982-  
Dinâmica de copa e crescimento de clones de eucalipto  
submetidos a desrama em sistema agroflorestal / Ivan da  
Costa Ilhéu Fontan. – Viçosa, MG, 2007.  
x, 68f. : il. (algumas col.) ; 29cm.

Orientador: Geraldo Gonçalves dos Reis.  
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de  
Viçosa.  
Inclui bibliografia.

1. Eucalipto - Desrama. 2. Florestas - Medição.  
3. Eucalipto - Crescimento. 4. Agrossilvicultura.  
5. Biomassa florestal. I. Universidade Federal de Viçosa.  
II. Título.


CDO adapt. CDD 634.924511

IVAN DA COSTA ILHÉU FONTAN

**DINÂMICA DE COPA E CRESCIMENTO DE CLONES DE EUCALIPTO  
SUBMETIDOS A DESRAMA EM SISTEMA AGROFLORESTAL**

Dissertação 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*.

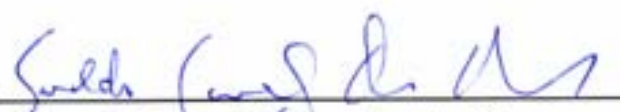
APROVADA: 30 de março de 2007.

  
\_\_\_\_\_  
Prof. Maria das Graças Ferreira Reis  
(Co-orientadora)

  
\_\_\_\_\_  
Prof. Hélio Garcia Leite  
(Co-orientador)

  
\_\_\_\_\_  
Prof. José Eduardo Macedo Pezzopane

  
\_\_\_\_\_  
Prof. Haroldo Nogueira de Paiva

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

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus, sempre.

Aos meus pais Ivo e Ana, por tudo o que sou.

Aos meus familiares, em especial, a Rafael, Verônica, vó Manuela e Diogo, pelo incentivo e apoio em todos os momentos da minha vida.

Ao Professor Geraldo Gonçalves dos Reis, pela orientação, confiança e amizade.

À Professora Maria das Graças Ferreira Reis, pelos conselhos e pela amizade.

Ao Professor Hélio Garcia Leite, pelo apoio e pela colaboração na realização deste trabalho.

À Universidade Federal de Viçosa e ao Departamento de Engenharia Florestal, pela oportunidade de realização do curso de Pós-Graduação em Ciência Florestal.

À Coordenação de Aperfeiçoamento do Pessoal de Nível Superior (Capes), à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (Fapemig) e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pelo apoio financeiro.

À Votorantim Metais Zinco S.A. (VMZ), pelo apoio na realização deste trabalho, em especial aos Engenheiros Florestais Luciano, Vicente e Raul e à equipe de campo.

Aos funcionários do Departamento de Engenharia Florestal e da Biblioteca da SIF (Chiquinho da Floresta, Rose, Jamile, Ritinha, Imaculada, Rita, Noêmia, Frederico, Chiquinho, José Mauro e Miguel).

Ao meu irmão em Viçosa, Marco Antonio Monte, pela amizade e pelo apoio em todos os momentos.

À equipe de estudantes do Laboratório de Ecologia e Fisiologia Florestal, pela amizade e pela dedicação na coleta e processamento de dados, e àqueles que por lá passaram: Frederico, Felipão, Filipe, Ernani, Mila, Luciana, Filippe, Hortênsia, Rogério, Henrique, Silvia, Crodoaldo, Pedro, Karina, Ana Paula, Fernanda, Juvenal, Sumami, Moacir e Carlos Henrique.

Em especial, à Marina Fernandes Dias e Cecília Poti, pela convivência, pelo carinho e incentivo.

Aos amigos Jonathan, Gabi, Guilherme, Rodrigo Firmino, Dalton, Claudinei, Digão, Felipe Sassa, Cássio, Alexandre, Fredão, Dani, Margô, Norberto e Tiago, pelo convívio e companheirismo; e aos amigos de Teresópolis que, apesar da distância, sempre me incentivaram, em especial a Luiz Antônio, Vinícius, Toshio, Michele, Thiago, Márcio, Adolpho, Leozinho, Carla, Fábio Felipe, Natália e Giovana.

Aos colegas do Instituto Estadual de Florestas, pela compreensão e pelo apoio, em especial a Hermógenes, Edenilson, José Marins, Cláudio, Divino, Jair, Arlete, Islany, Wilson e José Vitor.

A todos que, de alguma forma, contribuíram para a realização deste trabalho.

## **BIOGRAFIA**

IVAN DA COSTA ILHÉU FONTAN, filho de Ivonilton Alves Fontan e de Ana Paula da Costa Ilhéu Fontan, nasceu em 15 de fevereiro de 1982 na Ilha do Governador, Rio de Janeiro.

Em fevereiro de 2000, iniciou o curso de Engenharia Florestal na Universidade Federal de Viçosa, Minas Gerais, graduando-se em janeiro de 2005.

Em março de 2005, iniciou o Programa de Pós-Graduação em Ciência Florestal, na área de Silvicultura, na Universidade Federal de Viçosa, Minas Gerais.

Em setembro de 2006, ingressou no Instituto Estadual de Florestas-MG.

Em março de 2007, concluiu os requisitos indispensáveis para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

## SUMÁRIO

RESUMO .....	viii
ABSTRACT .....	x
INTRODUÇÃO GERAL .....	1
OBJETIVOS .....	5
CAPÍTULO 1 .....	6
DESRAMA ARTIFICIAL EM CLONES DE EUCALIPTO COM DIFERENÇAS EM ARQUITETURA DE COPA, EM SISTEMA AGROFLORESTAL .....	6
Introdução .....	8
Material e métodos .....	9
Resultados e discussão .....	14
Conclusões .....	28
Referências .....	29
CAPÍTULO 2 .....	32
DINÂMICA DE COPA DE CLONE DE EUCALIPTO SUBMETIDO A DESRAMA, EM SISTEMA AGROFLORESTAL .....	32
Introdução .....	34
Material e métodos .....	35
Resultados e discussão .....	39
Conclusões .....	49
Referências .....	49

CAPÍTULO 3 .....	51
CRESCIMENTO DE CLONE DE EUCALIPTO SUBMETIDO A DESRAMA, EM SISTEMA AGROFLORESTAL .....	51
Introdução .....	53
Material e métodos .....	54
Resultados e discussão .....	58
Conclusões .....	65
Referências .....	65
CONCLUSÕES GERAIS .....	68



## RESUMO

FONTAN, Ivan da Costa Ilhéu, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, março de 2007. **Dinâmica de copa e crescimento de clones de eucalipto submetidos a desrama em sistema agroflorestal**. Orientador: Geraldo Gonçalves dos Reis. Co-orientadores: Maria das Graças Ferreira Reis e Hélio Garcia Leite.

A dinâmica de copa, o crescimento e o tempo requerido para desrama foram avaliados em povoamentos de dois clones de eucalipto, em sistema agroflorestal, no espaçamento de 9,5 x 4,0 m, em Vazante, MG (17°36'S, 46°42'W e 550 m de altitude). Os tratamentos de desrama artificial incluíram o controle e a remoção de um terço ou um quarto de altura da copa viva da planta, com ou sem remoção de alguns galhos grossos acima desse ponto e número variado de intervenções de desrama. Aos 15 meses de idade, após a desrama artificial, o clone 19 apresentou maior índice de área foliar (IAF = 0,44) e menor transmissividade da radiação fotossinteticamente ativa ( $t\% = 68\%$ ), em relação ao clone 58 (IAF = 0,26 e  $t\% = 80\%$ ); os tratamentos com remoção de um terço ou um quarto da altura de copa viva das plantas mais alguns galhos grossos acima dessa altura, em intervalo de seis meses entre as intervenções, apresentaram maior  $t\%$ , em ambos os clones. Os valores de IAF e  $t\%$  indicaram rápida recomposição da copa das plantas desses clones após a desrama. O diâmetro, a altura total e o volume de madeira com casca do clone 58 não diferiram significativamente ( $p > 0,05$ ) entre os tratamentos de desrama artificial, até a idade de 30 meses. O tempo requerido para realização da desrama até seis metros de

altura, nas plantas do clone 58, não diferiu significativamente ( $p>0,05$ ) entre os tratamentos de desrama, indicando que quando são aplicadas quatro intervenções de desrama não há aumento de custo para realizar essa operação. Embora não tenha sido observada diferença no crescimento das plantas deste clone entre tratamentos de desrama, recomenda-se a remoção de um terço da altura de copa viva, com retirada de alguns galhos grossos acima desse ponto, utilizando quatro intervenções, o que implicará redução do núcleo nodoso da madeira e, conseqüentemente, aumento na produção de madeira limpa para serraria e fabricação de móveis. Para estabelecimento de sistemas agroflorestais, o clone 58 é mais adequado do que o clone 19, por favorecer a transmissividade da radiação fotossinteticamente ativa, beneficiando as culturas agrícolas ou pastagem do consórcio.

## ABSTRACT

FONTAN, Ivan da Costa Ilhéu, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, March of 2007. **Crown dynamics and growth on eucalypt clones stands submitted to artificial pruning in an agroforestry system.** Adviser: Geraldo Gonçalves dos Reis. Co-Advisers: Maria das Graças Ferreira Reis and Hélio Garcia Leite.

The crown dynamic, growth and time spent to prune were evaluated in two eucalypt clones stands, in an agroforestry system, in a 9.5 x 4.0 m spacing, in Vazante, MG (17°36'S, 46°42'W and altitude of 550m). Pruning treatments included control and removal of one third or one fourth of the plant live crown height, with or without removal of some thick branches above this point, with different number of pruning intervention. At 15 months of age, after the second artificial pruning intervention in some treatments, clone 19 presented a larger leaf area index (LAI = 0.44) and smaller transmittance of photosynthetically active radiation ( $t\% = 68\%$ ) than the clone 58 (LAI = 0.26 and  $t\% = 80\%$ ). At this age, treatments with removal of one third or one fourth of the live crown of the plants, with six months intervals between pruning interventions, at 9 and 15 months of age, presented a larger  $t\%$  for both clones as compared to treatments pruned only at 9 months of age, benefiting the agricultural crop to be planted at this age. The LAI and  $t\%$  values indicated that the studied clones present high crown recovery capacity after pruning. The growth in diameter, total height and volume outside bark of clone 58 did not differ significantly ( $p > 0.05$ ) between the pruning treatments until the age of 30

months. The total time spent to apply artificial pruning to a height of six meters did not differ significantly ( $p>0.05$ ) between the pruning treatments, indicating that by applying four pruning interventions at shorter intervals there is no increase in the cost of this operation as compared to three interventions. Although there was no significant difference in plant growth between pruning treatments it is recommended to prune one third of the height of the live crown, with the removal of some thicker branches above this point, using four interventions, allowing for knotty core reduction and, consequently, wood quality increase. And, to establish agroforestry systems, clone 58 is considered more adequate than the clone 19 for favoring radiation transmittance for the agricultural crops or pasture of the consortium.

## INTRODUÇÃO GERAL

O interesse na implantação de florestas de rápido crescimento e alta produtividade para produção de madeira serrada de qualidade, especialmente com espécies do gênero *Eucalyptus*, tem crescido nos últimos anos, visto ser atividade altamente lucrativa, além de contribuir para minimização dos impactos sobre os remanescentes florestais nativos. Essas florestas, quando estabelecidas em sistemas agroflorestais (SAFs), permitem maior transmissividade da radiação fotossinteticamente ativa, favorecendo o desenvolvimento de galhos com maiores diâmetros (CONTRERAS MARQUEZ, 1997; FINGER et al., 2001), o que retarda a ocorrência da desrama natural.

A produção de madeira sólida com elevada qualidade, sobretudo para serraria e fabricação de móveis, depende, entre outros, da adoção de práticas silviculturais, em especial a desrama artificial, por reduzir nós vivos e mortos (VALE et al., 2002; PIRES, 2000) e aumentar a extensão de madeira limpa (ALMEIDA, 2003; PIRES, 2000; POLLI et al., 2006), e o desbaste, por promover aumento no diâmetro das plantas (LEITE et al., 2005; NOGUEIRA et al., 2005) e, conseqüentemente, aumentar a eficiência do desdobro. Nos SAFs, a desrama é importante, também, por favorecer a movimentação de animais (ARES e BRAUER, 2005) e facilitar atividades de implantação e colheita de culturas agrícolas.

A desrama artificial provoca alterações na copa das árvores por remover parte da biomassa da base da copa das plantas (ALMEIDA, 2003; LIMA, 2003) e,

portanto, pode comprometer o crescimento destas, principalmente quando promove redução drástica em sua superfície fotossintetizante (PINKARD e BEADLE, 1998; PIRES, 2000). O conhecimento da arquitetura de copa de árvores em povoamentos florestais e de sua dinâmica é de extrema importância na adequação de programas de desrama artificial e desbaste, para produção de madeira de qualidade (CHAVES, 2005), visto que o desenvolvimento desses povoamentos está relacionado ao tamanho e à forma da copa das árvores (MONTAGU et al., 2003), ou seja, à eficiência na interceptação e utilização da radiação fotossinteticamente ativa pelo dossel.

A preocupação com o uso adequado da desrama em povoamentos de eucalipto gerou, recentemente, uma série de estudos sobre essa técnica, no Brasil, em povoamentos adensados (FINGER et al., 2001; PIRES et al., 2002; ALMEIDA, 2003; LIMA, 2003; CHAVES, 2005; PULROLNIK et al., 2005; MONTE, 2006; POLLI et al., 2006). Entretanto, têm sido realizados poucos estudos sobre desrama artificial em SAFs (VALE et al., 2002).

O conhecimento dos efeitos da desrama artificial na dinâmica de copa e no crescimento de plantas de eucalipto em sistemas agroflorestais é de grande importância para a escolha de práticas adequadas de manejo nesses sistemas, principalmente visando a melhoria da qualidade da madeira para serraria e o aumento da transmitância da radiação para as culturas agrícolas ou pastagem do consórcio.

## Referências

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

ARES, A.; BRAUER, D. Aboveground biomass partitioning in loblolly pine silvopastoral stands: Spatial configuration and pruning effects. **Forest Ecology and Management**, v. 219, p.176-184, 2005.

CHAVES, R.A. **Dinâmica de copa e crescimento de plantas de clone de *Eucalyptus grandis* W. Hill ex Maiden. submetidas a desrama artificial e a desbaste.** 2005. 85f. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa-MG.

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

FINGER, C.A.G.; SCHNEIDER, P.R.; BAZZO, J.L.; KLEIN, J.E.M. Efeito da intensidade de desrama sobre o crescimento e a produção de *Eucalyptus saligna* Smith. **Cerne**, v.7, n.2, p.53-64, 2001.

LEITE, H.G.; NOGUEIRA, G.S.; CAMPOS, J.C.C.; SOUZA, A.L. de; CARVALHO, A. Avaliação de um modelo de distribuição diamétrica ajustado para povoamentos de *Eucalyptus* sp. submetidos a desbaste. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v.29, n.2, p.271-280, 2005.

LIMA, A.P.L. **Desrama artificial em clone de *Eucalyptus grandis* (HILL ex MAIDEN)**: efeitos sobre o crescimento, a dinâmica de copa e o tempo de desrama. 2003. 200f. Tese (Doutorado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa-MG.

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.

MONTE, M.A. **Estrutura do dossel e crescimento após desbaste em povoamento de clone de eucalipto desramado**. 2006. 67f. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa-MG.

NOGUEIRA, G.S.; LEITE, H.G.; CAMPOS, J.C. C.; CARVALHO, A.F.; SOUZA, A.L. de. Modelo de distribuição diamétrica para povoamentos de *Eucalyptus* sp. submetidos a desbaste. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v.29, n.4, p.579-589, 2005.

PINKARD, E.A.; BEADLE, C.L. Effects of green pruning on growth and stem shape of *Eucalyptus nitens* (Deane and Maiden) Maiden. **New Forests**, v.15, p.107-126, 1998.

PIRES, B.M.; REIS, M. G. F.; REIS, G. G. Crescimento de *Eucalyptus grandis* submetido a diferentes intensidades de desrama artificial na região de Dionísio, MG. **Brasil Florestal**, Brasília – DF, n.73, p.14-22, 2002.

PIRES, B.M. **Efeito da desrama artificial no crescimento e qualidade da madeira de *Eucalyptus grandis* para serraria e fabricação de móveis**. 2000. 96f. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa–MG.

POLLI, H.Q.; REIS, G.G.; REIS, M.G.F.; VITAL, B.R.; PEZZOPANE, J.E.M.; FONTAN, I.C.I. Qualidade da madeira em clone de *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden submetido a desrama artificial. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v.30, n.4, p.557-566, 2006.

PULROLNIK, K.; REIS, G.G.; REIS, M.G.F.; MONTE, M.A.; FONTAN, I.C.I.  
Crescimento de plantas de clone de *Eucalyptus grandis* [Hill ex maiden] submetidas a diferentes tratamentos de desrama artificial, na região de cerrado. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v.29, n.4, p.495-505, 2005.

VALE, R.S.; MACEDO, R.L.G.; VENTURIN, N.; MORI, F.A.; MORAIS, A.R..  
Efeito da desrama artificial na qualidade da madeira de clones de eucalipto, em sistema agrossilvipastoril. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v.26, n.3, p.285-297, 2002.



## **OBJETIVOS**

### **Geral**

Avaliar a influência da desrama artificial na dinâmica de copa e no crescimento de povoamentos de clones de *Eucalyptus urophylla* x *E. grandis* e *E. camaldulensis* x *E. grandis*, em sistema agroflorestal, e analisar sua relação com as condições ambientais para o crescimento das culturas agrícolas e pastagem do consórcio.

### **Específicos**

1. Selecionar o clone mais adaptado ao estabelecimento em sistema agroflorestal através da análise da dinâmica de copa de plantas desramadas e sua influência sobre a disponibilidade de radiação para as culturas agrícolas ou pastagem do consórcio.
2. Analisar as características da copa das plantas, em seqüência de idade, em povoamento de clone de eucalipto submetido a desrama artificial, para identificar o melhor método de aplicação dessa prática silvicultural, visando ganho na qualidade da madeira para serraria.
3. Avaliar o crescimento de plantas de clone de eucalipto em resposta à desrama artificial.

## CAPÍTULO 1

### DESRAMA ARTIFICIAL EM CLONES DE EUCALIPTO COM DIFERENÇAS EM ARQUITETURA DE COPA, EM SISTEMA AGROFLORESTAL

**Resumo** – A dinâmica de copa de plantas desramadas de dois clones de eucalipto foi avaliada em sistema agroflorestal, no espaçamento de 9,5 x 4,0 m, em Vazante, MG (17°36'S, 46°42'W e altitude de 550 m), a fim de subsidiar a seleção de genótipo e método de aplicação de desrama para obter maior disponibilidade de radiação para o sistema, e obter madeira de qualidade. Os tratamentos de desrama incluíram diferentes alturas de remoção da copa viva (0,  $\frac{1}{3}$  e  $\frac{1}{4}$ ) com ou sem remoção de alguns galhos grossos acima desse ponto. A primeira intervenção de desrama foi realizada aos nove meses para todos os tratamentos, em todas as árvores, e a segunda, aos 15 meses, para os tratamentos com duas intervenções antes do plantio da cultura agrícola, em 80,0% das árvores plantadas. Aos 15 meses de idade, após a desrama artificial, o clone 19 apresentou maior índice de área foliar (IAF = 0,44) e menor transmissividade da radiação fotossinteticamente ativa ( $t\%$  = 68,0%), em relação ao clone 58 (IAF = 0,26 e  $t\%$  = 80,0%); os tratamentos com remoção de um terço ou um quarto da altura de copa viva das plantas, em duas intervenções (9 e 15 meses de idade), apresentaram maior  $t\%$ , em ambos os clones. A remoção de matéria seca de folhas e galhos e de área foliar, com a desrama, aos 9 meses de idade, foi significativamente superior ( $p \leq 0,05$ ) em plantas do clone 19 (72,1, 73,1 e 74,1%,

respectivamente), em relação àquelas do clone 58 (39,0, 57,5 e 50,1%, respectivamente). O clone 58, por favorecer a transmissividade da radiação fotossinteticamente ativa, beneficiando as culturas agrícolas ou a pastagem do consórcio, é o mais adequado para sistemas agroflorestais, sendo recomendada a adoção de intervenções de desrama em intervalos mais curtos, antes do estabelecimento da cultura agrícola, para aumentar a disponibilidade de radiação às culturas agrícolas.

**Palavras-chave:** Clone de eucalipto, desrama artificial, dinâmica de copa, índice de área foliar, radiação, sistema agroflorestal.

### **ARTIFICIAL PRUNING OF EUCALYPT CLONES WITH DIFFERENCES IN CROWN ARCHITECTURE IN AGROFORESTRY SYSTEM**

**Abstract** – The crown dynamic of plants submitted to pruning was evaluated for two eucalypt clones in an agroforestry system in a 9.5 x 4.0 m spacing, in Vazante, MG (17°36'S, 46°42'W and altitude of 550 m). This study was developed to subsidize the genotype selection and artificial pruning method that would allow for higher transmittance of photosynthetically active radiation for the agricultural crops or pasture of the agroforestry system. The treatments included removal of 0,  $\frac{1}{3}$  or  $\frac{1}{4}$  of the live crown, with and without the removal of some thick branches above this point. The first pruning intervention was applied at the age of nine months for all treatments and the second one was applied at the age of 15 months for the treatments with two pruning interventions. At 15 months of age, after pruning, clone 19 presented higher average leaf area index (LAI=0.44) and lower transmittance of photosynthetically active radiation ( $t\% = 68.0\%$ ) as compared to clone 58 (IAF = 0.26 and  $t\% = 80.0\%$ ). Treatments with removal of one third or one fourth of the live crown of the plants with two pruning interventions, presented a larger  $t\%$  for both clones. At nine months of age, the removal of leaf and branch dry matter and of leaf area was significantly ( $p>0.05$ ) superior in plants of the clone 19 (72.1, 73.1 and 74.1%, respectively), as compared to the clone 58 (39.0, 57.5 e 50.1%, respectively). In conclusion, clone 58 is considered more adequate for agroforestry systems than clone 19 and pruning should be applied at shorter intervals for favoring transmittance of photosynthetically active radiation, benefiting the crops or pasture of the consortium.

**Keywords:** Eucalypt clone, artificial pruning, crown dynamics, leaf area index, radiation transmittance, agroforestry system.

## Introdução

Grande parte da madeira utilizada como matéria-prima para a indústria de produtos sólidos advém de florestas nativas. Para minimizar os impactos sobre os remanescentes dessas florestas, é importante implantar florestas de rápido crescimento e alta produtividade, que, manejadas para obtenção de madeira de qualidade, apresentam, também, alta lucratividade (DIAS et al., 2005).

Vários aspectos devem ser considerados na implantação de povoamentos de alta produtividade quando o objetivo é a obtenção de produtos florestais de qualidade, como programas de melhoramento genético e adoção de práticas silviculturais adequadas. Produção de mudas de qualidade superior, preparo do solo, manejo de resíduos, controle da vegetação concorrente, densidade de plantio, desrama artificial e desbaste, entre outros, são práticas importantes para atingir esse objetivo (ASSIS, 1996; BERNARDO et al., 1998; GONÇALVES et al., 2004; CHAVES, 2005; DIAS et al., 2005; PULROLNIK et al., 2005). A desrama artificial, que consiste na retirada de galhos rente ao tronco antes da sua senescência, quando adequadamente aplicada, contribui para manutenção de núcleo nodoso reduzido, permitindo a obtenção de maior extensão de madeira limpa (PIRES, 2000; VALE et al., 2002, MONTAGU et al., 2003; POLLI et al., 2006).

Estudos sobre desrama artificial em plantas de eucalipto têm sido desenvolvidos, predominantemente, para povoamentos estabelecidos em espaçamentos reduzidos (FINGER et al., 2001; PIRES et al., 2002; ALMEIDA, 2003; LIMA, 2003; PULROLNIK et al., 2005), à exceção do trabalho de Vale et al. (2002), que foi desenvolvido em sistemas agroflorestais. A aplicação de desrama artificial em povoamentos florestais promove modificações na disponibilidade de espaço e na utilização de recursos de crescimento pelas plantas, o que pode interferir na arquitetura de copa destas, afetando substancialmente as condições microclimáticas do povoamento (PINKARD, 2002; ALMEIDA, 2003; LIMA, 2003; CHAVES, 2005).

As florestas plantadas podem ser consorciadas com atividades agropastoris, constituindo os sistemas agroflorestais (SAFs), em que o uso de espécies do gênero *Eucalyptus* vem se destacando devido ao seu rápido crescimento, elevada capacidade de adaptação a diferentes condições ambientais e produtividade satisfatória (DUBÈ

et al., 2000; OLIVEIRA et al., 2000; ANDRADE et al., 2001; VALE et al., 2002; ASSIS JÚNIOR et al., 2003).

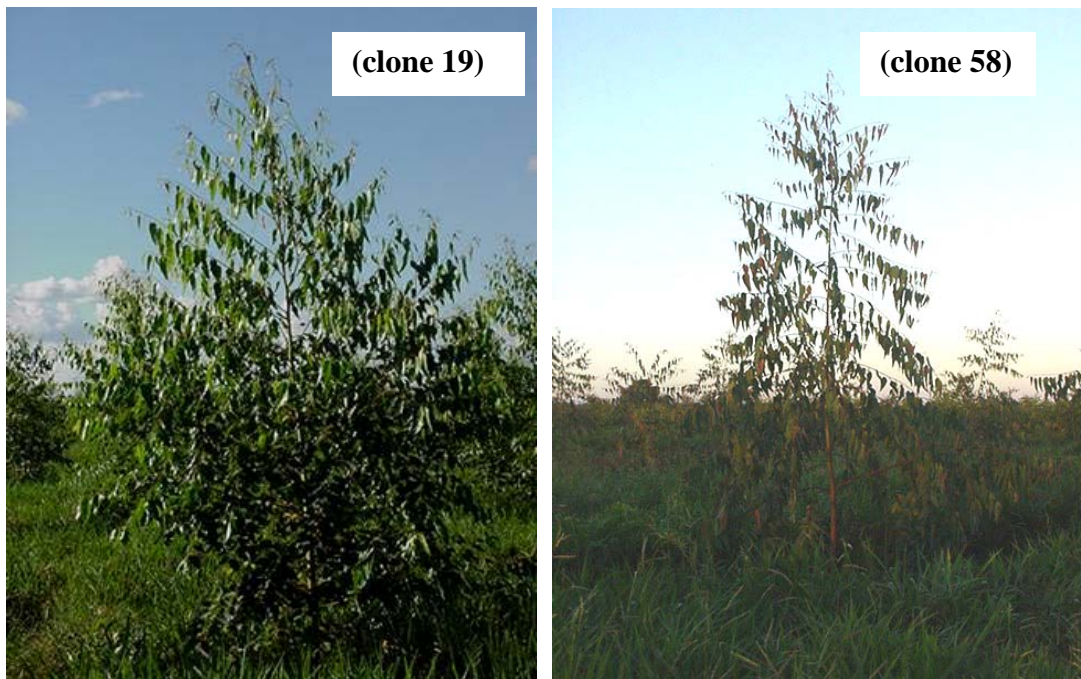
Em povoamentos estabelecidos em espaçamentos amplos, como é o caso dos SAFs, verifica-se maior disponibilidade de luz, que possibilita o desenvolvimento de galhos com maior diâmetro e em maior quantidade (CONTRERAS MARQUEZ, 1997; FINGER et al., 2001), havendo necessidade de aplicar desrama artificial o mais cedo possível para reduzir o diâmetro do núcleo nodoso. Além de proporcionar melhoria na qualidade da madeira para serraria, a desrama artificial em SAFs favorece a movimentação dos animais (ARES e BRAUER, 2005), facilita atividades de implantação e colheita de culturas agrícolas e permite maior disponibilidade de radiação nas entrelinhas do componente arbóreo, contribuindo para manutenção ou aumento da produtividade dos demais componentes do sistema.

O presente trabalho teve como objetivo avaliar os efeitos da desrama artificial na dinâmica de copa de plantas de dois clones de eucalipto com diferentes arquiteturas de copa, a fim de subsidiar a seleção de genótipo e método de aplicação de desrama que permitam aumentar a disponibilidade de radiação para os demais componentes do sistema agroflorestal.

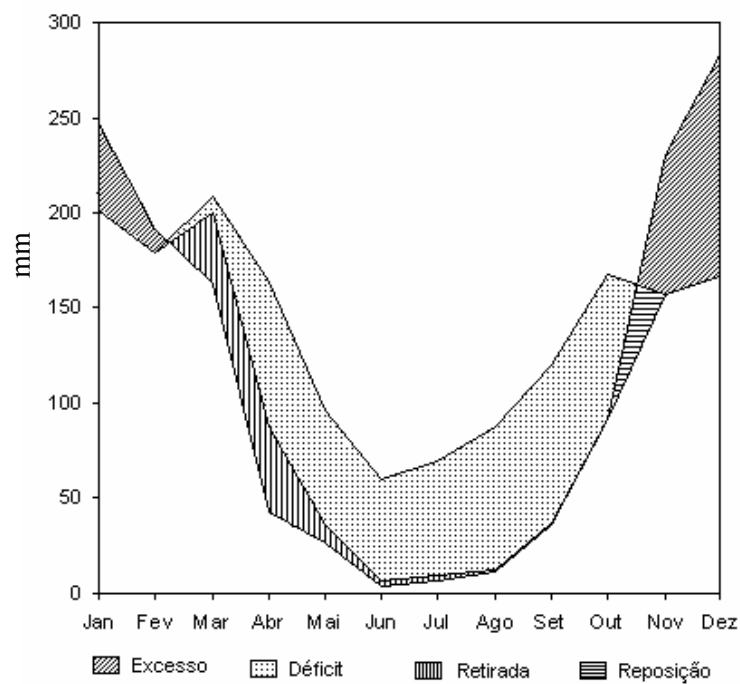
### **Material e métodos**

O presente estudo foi desenvolvido em povoamentos de eucalipto estabelecidos no espaçamento de 9,5 x 4,0 m, em sistema agroflorestal, com os clones 19 e 58 (Figura 1), híbridos naturais de *Eucalyptus urophylla* x *E. grandis* e *E. camaldulensis* x *E. grandis*, respectivamente, em área da empresa Votorantim Metais Zinco S.A (VMZ), na Fazenda Barra Grande, município de Vazante, região noroeste do Estado de Minas Gerais (17°36' S, 46 42' W e altitude de 550 m). De acordo com a classificação de Köppen, o clima da região é do tipo “AW”, caracterizado por um extenso período com baixa precipitação (Figura 2). A precipitação média anual é de 1.330 mm, com evapotranspiração potencial de 1.670 mm, déficit hídrico de 486 mm no período de março a outubro e temperatura média anual de 26,3°C (VOTORANTIM METAIS ZINCO S.A., 2005). A formação vegetal natural na região é o cerrado, com variações de campo limpo até matas (cerradão), e o tipo de

solo predominante é o Latossolo Vermelho distrófico com textura argilosa (VALE et al., 2002; ASSIS JÚNIOR et al., 2003).



**Figura 1** - Clones de *Eucalyptus urophylla* x *E. grandis* (clone 19) e *E. camaldulensis* x *E. grandis* (clone 58), em sistema agroflorestal, em Vazante, MG.



**Figura 2** – Balanço hídrico para a área experimental no período de 1988 a 2006, segundo Thornthwaite e Mather (1955).

O sistema agroflorestal utilizado no presente estudo foi estabelecido em julho de 2004 (ano zero), com o plantio irrigado dos clones de eucalipto 19 e 58, seguido da semeadura do arroz (variedade Bonança) no início da estação chuvosa (final do mês de outubro) do mesmo ano. O preparo do solo para estabelecimento do eucalipto e do arroz foi constituído de uma gradagem pesada seguida de duas gradagens niveladoras e incorporação de 4 t/ha de calcário dolomítico zinca 200 (85% de PRNT). Na linha de plantio de eucalipto foi efetuada uma subsolagem a uma profundidade de 30-40 cm, com incorporação de 150 kg de fosfato reativo de gafsa por hectare. A adubação-base para o plantio do eucalipto e do arroz constituiu-se, respectivamente, de 130 g de NPK 10-28-06 + 0,5% de Zn + 0,3% de B por planta e 300 kg de NPK 40-30-16 + 0,3% de Zn por hectare. O plantio de arroz foi estabelecido a uma distância de 1 m da linha de plantio do eucalipto, a fim de facilitar os tratos culturais e diminuir efeitos de competição entre as duas culturas. As linhas de plantio de eucalipto foram posicionadas no sentido leste-oeste, de modo a proporcionar maior radiação solar para as culturas consorciadas nas entrelinhas. Foi realizada adubação de cobertura para o eucalipto à base de 20 g/planta de Borogram (10%B) em covetas laterais, em fevereiro de 2005.

O experimento foi estabelecido em Delineamento Inteiramente Casualizado (DIC) e constituído de cinco tratamentos de desrama artificial, com três repetições (Quadro 1). Os tratamentos de desrama incluíram: a testemunha, em que as plantas não foram desramadas (tratamento A); o método utilizado pela empresa que envolve a remoção de um terço da altura da copa viva em todas as plantas do povoamento, aos nove meses de idade (tratamento B); e a remoção de um terço ou um quarto da altura da copa viva, porém com remoção de alguns galhos grossos acima dessa altura (tratamentos C, D e E). No tratamento C foi realizada apenas uma intervenção de desrama, aos nove meses de idade, e nos tratamentos D e E foram feitas duas intervenções (9 e 15 meses de idade), antes da implantação da cultura agrícola, a fim de aumentar a transmitância da radiação para essa cultura. A intervenção aos nove meses, para todos os tratamentos de desrama, foi realizada em todas as árvores, para facilitar a aplicação de herbicida, e a segunda intervenção, aos 15 meses, foi realizada apenas em 80% das árvores, com base em levantamento do número de árvores com qualidade para produção de uma tora para serraria. A remoção de alguns galhos grossos acima da altura de desrama preestabelecida foi adotada para reduzir o número de galhos muito grossos em intervenções subseqüentes.

Cada parcela foi constituída de quatro linhas de plantas, com bordadura simples e 40 plantas por linha. A partir da terceira planta da segunda e terceira linhas de cada parcela, foram marcadas dez plantas para avaliação permanente do crescimento das plantas, constituindo uma área útil de 760 m<sup>2</sup>.

**Quadro 1** – Tratamentos de desrama artificial aplicados em plantas de clones de eucalipto, em espaçamento de 9,5 x 4,0 m, em Vazante, MG

Tratamento de desrama	Altura de copa removida	Número de intervenções	Idade de desrama (meses)	Árvores desramadas (%)*	
				1ª int.	2ª int.
A	-	-	-	-	-
B	1/3	1	9	100	-
C	1/3 + gg	1	9	100	-
D	1/3 + gg	2	9 e 15	100	80
E	1/4 + gg	2	9 e 15	100	80

gg = galhos grossos removidos acima da altura de desrama em cada tratamento; int. = intervenção de desrama; \* Percentual de plantas desramadas em relação ao total de plantas do povoamento.

Para a caracterização da biomassa de copa (folhas e galhos) por estrato de altura das plantas, aos 9 e 15 meses de idade foi abatida uma árvore com DAP médio em cada repetição do tratamento A (testemunha). As folhas e os galhos foram removidos, separadamente, em estratos de 0,5 m, a partir do solo, até o terminal da árvore, sendo o peso da matéria fresca total determinado no campo. Foi realizada, em cada estrato, a contagem do número de galhos de acordo com a classe de diâmetro (I = 0,0–0,5, II = 0,5–1,0, III = 1,0–2,0 e IV = > 2,0 cm). Uma amostra composta de folhas e galhos de cada árvore foi retirada e encaminhada ao Laboratório de Ecologia e Fisiologia Florestal da Universidade Federal de Viçosa (LEF/UFV) para determinação de área foliar, com o equipamento da LI-COR, modelo LI3000A, e do peso da matéria seca após secagem à temperatura de 80°C, até peso constante.

Por ocasião de cada intervenção de desrama foram, também, realizadas determinações do peso da matéria fresca (folhas e galhos) removida com a desrama, em duas árvores por parcela; posteriormente, em laboratório, foram obtidos a área foliar e o peso da matéria seca, conforme descrito anteriormente.

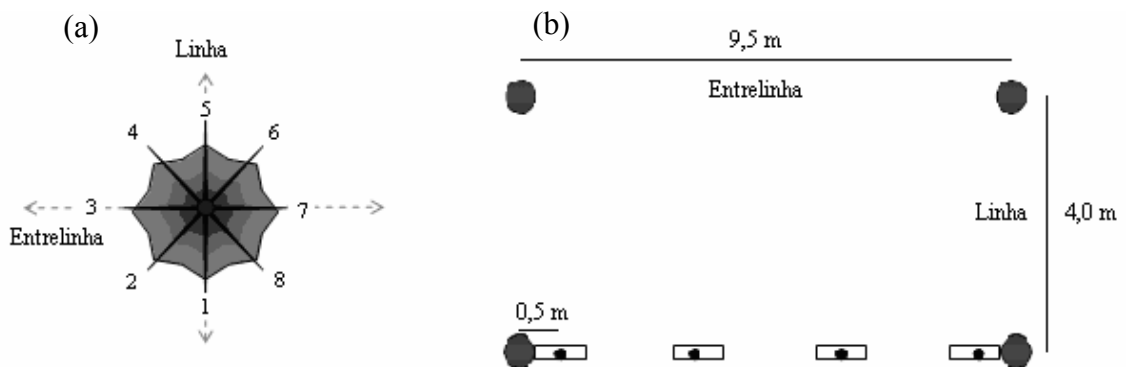
O índice de área foliar (IAF) e a projeção da copa das árvores sobre o solo foram avaliados aos 9, 12 e 15 meses de idade, e a radiação fotossinteticamente ativa (RFA) foi avaliada aos 15 meses de idade. Por ocasião da aplicação da desrama, as avaliações foram realizadas antes e imediatamente após a intervenção. A projeção de copa foi determinada em uma planta por parcela, medindo-se o maior raio de



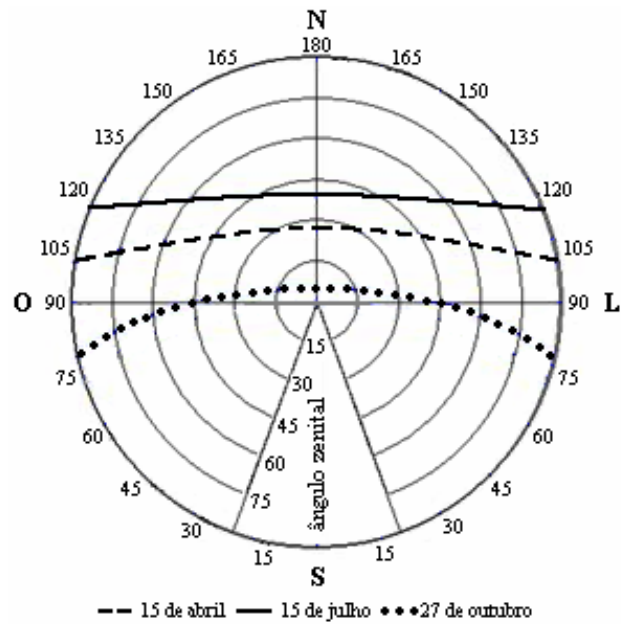
projeção da copa em oito posições ortogonais (Figura 3a) com uma trena, a partir da inserção do galho. Para estimativa do IAF, foram utilizados dois sensores LI-2050, conectados a dataloggers LI-2000 da marca LI-COR; um sensor foi instalado em área aberta, próximo às parcelas, e o outro usado para obtenção dos dados no interior das parcelas. As leituras foram feitas sob luz difusa, ao amanhecer e ao anoitecer, nas posições indicadas na Figura 3b.

Para estimativa da transmissividade da RFA, foram realizadas medições da RFA a céu aberto, com um sensor pontual LI-190 da marca LI-COR, e dentro do povoamento, com sensores lineares modelo LI-191, nas mesmas posições indicadas na Figura 3b. As leituras de radiação foram feitas aproximadamente entre 11 h e 13 h, a 0,50 m do solo, expondo os sensores lineares durante dois minutos em cada ponto. Para auxiliar na caracterização microclimática dos povoamentos estudados, foi determinada a trajetória aparente do sol para cada ocasião em que foram realizadas coletas de dados (Figura 4).

Os dados foram avaliados por meio de estatística descritiva e análise de variância; quando os efeitos de tratamentos se apresentaram significativos a 5% de probabilidade pelo teste F, foram realizadas comparações de médias através do teste de Tukey.



**Figura 3** - Croqui de medição do raio da copa, em oito posições ortogonais, a partir do fuste da árvore até a extensão do maior galho (a) e de localização dos pontos de leitura do índice de área foliar e radiação fotossinteticamente ativa (b).



**Figura 4** – Trajetória aparente do sol em diferentes datas, no ano de 2005, em áreas de povoamentos de clones de eucalipto, em espaçamento de 9,5 x 4,0 m, em Vazante, MG.

### Resultados e discussão

Foram observadas diferenças significativas ( $p \leq 0,05$ ) no índice de área foliar (IAF) entre os clones, em todas as idades de avaliação, e entre tratamentos de desrama, aos 9 meses, após a primeira intervenção de desrama artificial, aos 12 meses e aos 15 meses de idade, imediatamente após a segunda intervenção de desrama artificial. Não foi observada interação significativa ( $p > 0,05$ ) entre clones e tratamentos de desrama em nenhuma das avaliações. O IAF é um parâmetro estrutural do dossel que indica o total de área de folhas por área de superfície do terreno, expressando, assim, a densidade da copa. Sua caracterização pode constituir-se em importante ferramenta para estabelecimento de planos de manejo florestal, visto que é peculiar para cada material genético e varia ao longo do tempo, em função de mudanças na estrutura da floresta e nas condições ambientais (XAVIER et al., 2002; ALMEIDA, 2003; LIMA, 2003; WHITEHEAD; BEADLE, 2004; CHAVES, 2005).

Em povoamento do clone 19, cujas plantas apresentam copa densa e concentram grande quantidade de biomassa de copa nas porções basais, os valores de IAF antes da aplicação da desrama, aos 9 meses de idade, foram 2,6 vezes maiores do que para o clone 58. Mesmo imediatamente após a desrama, quando houve

remoção dos galhos basais do clone 19 com elevada densidade foliar, as diferenças entre os dois clones permaneceram significativas, tendo sido, em média, de 0,37 e 0,44 para o clone 19 e de 0,21 e 0,25 para o clone 58, aos 9 e 15 meses de idade, respectivamente, evidenciando a diferença de arquitetura de copa entre os clones (Quadro 2). Considerando que a produtividade da cultura agrícola ou pastagem está relacionada com a transmissividade da radiação fotossinteticamente ativa pelo dossel do povoamento (componente arbóreo), o clone 58 mostra-se mais vantajoso para estabelecimento em sistemas agroflorestais, uma vez que, possuindo copa menos densa, permite maior incidência de radiação no interior do povoamento, onde são estabelecidos os componentes agrícolas do sistema.

Aos 9 meses de idade, após a primeira intervenção de desrama artificial, o IAF no tratamento A (plantas não-desramadas) foi significativamente superior ao observado nos demais tratamentos, que se apresentaram estatisticamente iguais, indicando que, nessa idade, as diferentes intensidades de desrama artificial, envolvendo a remoção de um terço ou um quarto da altura da copa viva, não devem interferir de maneira significativa na quantidade de radiação disponível para a cultura agrícola.

Aos 15 meses de idade, o maior valor médio de IAF (0,60) para os dois clones considerados em conjunto foi verificado em povoamentos não-desramados, tendo sido de 0,85 e 0,35 para os clones 19 e 58, respectivamente (Quadro 2). Esses valores de IAF são menores do que os encontrados por outros autores, principalmente em razão do amplo espaçamento em que as plantas estão estabelecidas no presente experimento (9,5 x 4,0 m). Lima (2003) encontrou IAF de 1,06 em povoamento de clone de *Eucalyptus grandis*, aos 16 meses de idade, em espaçamento de 3,0 x 3,0 m, em região de cerrado, que apresenta elevado déficit hídrico. Almeida (2003) observou IAF de 2,67 a 4,04 em clones de *Eucalyptus grandis* x *E. urophylla* com diferentes arquiteturas de copa, em espaçamento 4,0 x 1,0 m, entre 14 e 16 meses de idade, no sul da Bahia, em local com elevada precipitação.

**Quadro 2** – Índice de área foliar (IAF) médio, aos 9, 12 e 15 meses de idade, em povoamentos dos clones 19 e 58, de eucalipto, submetidos a desrama artificial, em espaçamento de 9,5 x 4,0 m, em Vazante, MG

Trat.	9 meses (AD)			9 meses (DD)			12 meses			15 meses (AD)			15 meses (DD)		
	Clone		Média	Clone		Média	Clone		Média	Clone		Média	Clone		Média
	19	58		19	58		19	58		19	58		19	58	
A	0,79	0,35	0,57	0,79	0,35	0,57 a	0,81	0,36	0,58 a	0,85	0,35	0,60	0,85	0,35	0,60 a
B	0,79	0,26	0,52	0,26 (67,1)	0,18 (30,8)	0,22 b	0,52	0,25	0,38 b	0,43	0,25	0,34	0,43	0,25	0,34 bc
C	0,79	0,30	0,54	0,31 (60,8)	0,16 (46,7)	0,23 b	0,43	0,26	0,35 b	0,47	0,31	0,39	0,47	0,31	0,39 bc
D	0,79	0,28	0,53	0,17 (78,5)	0,17 (39,3)	0,17 b	0,41	0,30	0,35 b	0,45	0,37	0,41	0,19 (57,8)	0,18 (51,4)	0,18 c
E	0,79	0,32	0,55	0,31 (60,8)	0,17 (46,9)	0,24 b	0,51	0,26	0,38 b	0,52	0,37	0,44	0,24 (53,8)	0,17 (54,1)	0,20 c
Média	0,79	0,30	0,54	0,37	0,21	0,29	0,54	0,29	0,41	0,54	0,33	0,44	0,44	0,25	0,34

Trat. = tratamento de desrama artificial, conforme Quadro 1; AD = antes da desrama artificial; DD = depois da desrama artificial; médias com mesmas letras minúsculas em cada coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $p > 0,05$ ); números entre parênteses representam redução percentual no IAF após a desrama.

Os valores de IAF nos tratamentos D e E (0,18 e 0,20, respectivamente), que envolveram a desrama de um terço e um quarto da altura da copa viva, mais alguns galhos grossos, em duas intervenções até a idade de 15 meses, foram significativamente menores do que para os tratamentos com apenas uma intervenção (Quadro 2). Utilizando maior número de intervenções de desrama, o intervalo entre duas intervenções pode ser reduzido. A antecipação da segunda intervenção de desrama nos tratamentos D e E possivelmente trará maiores benefícios ao sistema, pois a remoção de parte da copa permitirá maior incidência de radiação na entrelinha de plantio do eucalipto, contribuindo para redução da competição por recursos de crescimento e manutenção da produtividade da cultura agrícola em questão. Ressalta-se que uma segunda intervenção de desrama foi realizada somente quando a altura de copa viva das plantas havia se recuperado pelo menos ao nível da altura desta antes da intervenção anterior, para reduzir possíveis efeitos da desrama sobre o crescimento das plantas devido à redução da superfície fotossintetizante. Nessa idade, o clone 58 apresentava altura de copa 14,0% superior à observada aos 9 meses de idade, antes da desrama, enquanto para o clone 19 esse valor atingiu apenas 2,6%, principalmente devido à intensa seca de ponteiros observada nesse clone.

A primeira intervenção de desrama, aos 9 meses de idade, promoveu redução média no IAF de 66,9% (60,8 a 78,5%) para o clone 19 e de 40,9% para o clone 58 (30,8 a 46,7%). Aos 12 meses de idade, os tratamentos cujas plantas foram desramadas permaneceram com valores de IAF estatisticamente inferiores ao observado em plantas não-desramadas, indicando que três meses após a desrama ainda não havia ocorrido recomposição completa da copa das plantas. Contudo, até essa idade, foi verificado aumento substancial no IAF das plantas desramadas, tendo sido de 88,1 e 57,4% para os clones 19 e 58, respectivamente, enquanto para as plantas não-desramadas esse aumento foi de 2,5 e 2,9%, respectivamente. Seis meses após a primeira intervenção (15 meses de idade) as plantas desramadas apresentaram IAF estatisticamente igual ao daquelas não-desramadas, principalmente em razão do aumento médio de 20,2% no IAF, verificado em plantas desramadas do clone 58 entre 12 e 15 meses de idade (Quadro 2). A estagnação do IAF nas plantas não-desramadas entre as idades de 9 (abril) e 15 meses (outubro) ocorreu, possivelmente, em razão de limitação hídrica, enquanto a recomposição de copa das plantas desramadas foi possível certamente porque houve redução da relação entre folhas e raízes, o que favorece o status hídrico da planta.

Aos 9 meses de idade, em ambos os clones, o IAF na entrelinha do eucalipto foi nulo (Quadro 3), ou seja, as plantas de eucalipto não estavam influenciando a quantidade de radiação fotossinteticamente ativa na área de estabelecimento da cultura agrícola. Aos 12 meses, o IAF médio na entrelinha foi ligeiramente superior em povoamento do clone 19 (0,18), quando comparado ao clone 58 (0,11). Seis meses após a primeira intervenção de desrama (15 meses de idade), o povoamento do clone 19 apresentou IAF de 0,15 na entrelinha de plantio, enquanto para o clone 58, este foi nulo, principalmente devido à diferença em arquitetura de copa, discutida anteriormente, que favorece a incidência de radiação para o componente agrícola do sistema. Essa redução no IAF entre a idade de 12 (julho) e 15 (outubro) meses pode ser decorrente de senescência parcial de folhas, uma vez que esse é um período de déficit hídrico intenso na região. Inclusive, foi observada seca de ponteiro intensa nos dois materiais genéticos nessa ocasião.

Aos 15 meses de idade, após a segunda intervenção de desrama nos tratamentos D e E, de maneira similar ao observado para o IAF, a transmissividade da radiação fotossinteticamente ativa (t%) mostrou-se significativamente diferente entre os clones e tratamentos de desrama ( $p \leq 0,05$ ), não tendo sido observada interação significativa entre eles.

Os maiores valores de t% foram observados para o povoamento do clone 58 (80,7%) em comparação ao clone 19 (71,6%) (Quadro 4) – o oposto do que foi observado para IAF, uma vez que são inversamente correlacionados. Por se tratar de um híbrido de *E. camaldulensis*, o clone 58 apresenta características de copa que propiciam maior passagem da radiação solar para o interior do povoamento, destacando-se a baixa densidade foliar e galhos finos e pendentes. Schumacher e Poggiani (1993) também observaram maior transmissividade da radiação solar global no povoamento de *E. camaldulensis*, no espaçamento de 3,0 x 3,0 m, em comparação com o observado para *Eucalyptus grandis* (3,0 x 3,0 m) e *Eucalyptus torelliana* (3,0 x 2,0 m), ou seja, permitiu maior incidência de radiação no interior do talhão. Bernardo (1995), analisando arquitetura vertical e horizontal de copa em povoamentos de eucalipto, relatou a maior permeabilidade de copa de *E. camaldulensis*, em comparação com *Eucalyptus pellita* e *Eucalyptus urophylla*, nos espaçamentos de 3,0 x 1,5 e 3,0 x 4,0 m.

**Quadro 3** – Índice de área foliar médio na linha e entrelinha de plantio, aos 9, 12 e 15 meses, em povoamentos dos clones 19 e 58 de eucalipto submetidos a desrama artificial, em espaçamento de 9,5 x 4,0 m, em Vazante, MG

Idade (meses)	Tratamentos de desrama				
	A	B	C	D	E
Clone 19					
Linha de plantio					
9 <sup>AD</sup>	1,57	1,57	1,57	1,57	1,57
9 <sup>DD</sup>	1,57	0,51	0,62	0,34	0,63
12	1,43	0,83	0,69	0,66	0,84
15 <sup>AD</sup>	1,50	0,75	0,80	0,72	0,88
15 <sup>DD</sup>	1,50	0,75	0,80	0,32	0,35
Entrelinha de plantio					
9 <sup>AD</sup>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
9 <sup>DD</sup>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
12	0,18	0,21	0,17	0,16	0,17
15 <sup>AD</sup>	0,20	0,12	0,14	0,19	0,16
15 <sup>DD</sup>	0,20	0,12	0,14	0,05	0,13
Clone 58					
Linha de plantio					
9 <sup>AD</sup>	0,70	0,52	0,59	0,55	0,64
9 <sup>DD</sup>	0,70	0,35	0,31	0,33	0,34
12	0,59	0,39	0,41	0,49	0,41
15 <sup>AD</sup>	0,69	0,50	0,63	0,73	0,73
15 <sup>DD</sup>	0,69	0,50	0,63	0,35	0,34
Entrelinha de plantio					
9 <sup>AD</sup>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
9 <sup>DD</sup>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
12	0,12	0,10	0,12	0,10	0,10
15 <sup>AD</sup>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
15 <sup>DD</sup>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

AD = antes da desrama artificial; DD = depois da desrama artificial.

**Quadro 4** – Transmissividade da radiação fotossinteticamente ativa (t%) média, aos 15 meses, em povoamentos dos clones 19 e 58 de eucalipto submetidos a desrama artificial, em espaçamento de 9,5 x 4,0 m, em Vazante, MG

Trat.	Antes da desrama			Depois da desrama		
	Clone		Média	Clone		Média*
	19	58		19	58	
A	63,2	72,5	67,9	63,2	72,5	67,9 a
B	59,5	78,1	68,8	59,5	78,1	68,8 a
C	68,3	75,9	72,1	68,3	75,9	72,1 a
D	73,8	79,8	76,8	84,1 (14,1)	90,4 (13,2)	87,3 b
E	66,1	80,7	73,4	82,7 (25,2)	86,3 (7,1)	84,5 b
Média	66,2	77,4	71,8	71,6	80,7	76,1

Trat. = tratamentos de desrama artificial, conforme Quadro 1; \*Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $p > 0,05$ ); números entre parênteses representam aumento percentual na t% após a desrama.

A avaliação da transmissividade da radiação fotossinteticamente ativa (t%), que corresponde ao percentual da radiação solar incidente na superfície da Terra responsável pelo fornecimento da energia necessária ao processo fotossintético, é de grande importância na elaboração de planos de manejo de sistemas agroflorestais, visto que a produção das culturas agrícolas ou pastagens dependerá da permeabilidade da radiação através do dossel da floresta.

A realização da segunda intervenção de desrama aos 15 meses de idade implicou maiores valores de t% nos tratamentos D (87,3%) e E (84,5%), sendo esses valores significativamente superiores aos observados nos demais tratamentos (Quadro 4). Essa intervenção de desrama foi realizada antes da data de possível implantação da cultura da soja, havendo, portanto, possibilidade de aumento de produtividade da cultura agrícola. Vale salientar que após a desrama, nesses dois tratamentos, houve redução de 54,3% no valor do IAF, enquanto os valores de t% aumentaram apenas 14,7%, ou seja, não ocorreu aumento correspondente em t%. Pezzopane (2001) menciona que usualmente a transmissividade da radiação apresenta estreita relação com o IAF, variando, porém, com a trajetória aparente do sol; quando o ângulo zenital é próximo de zero ao meio dia solar, a transmissividade é elevada. A avaliação da radiação, no presente estudo, ocorreu no final do mês de outubro, quando o ângulo zenital do sol é mais elevado (31° ao meio dia solar, no dia em que foi determinada a radiação fotossinteticamente ativa). Quanto maior o ângulo zenital do sol, maior a parcela da radiação que é interceptada pela copa das árvores, e a t% na entrelinha do povoamento será função, principalmente, do espaçamento de plantio, da altura das árvores e da densidade das copas (ANDRADE et

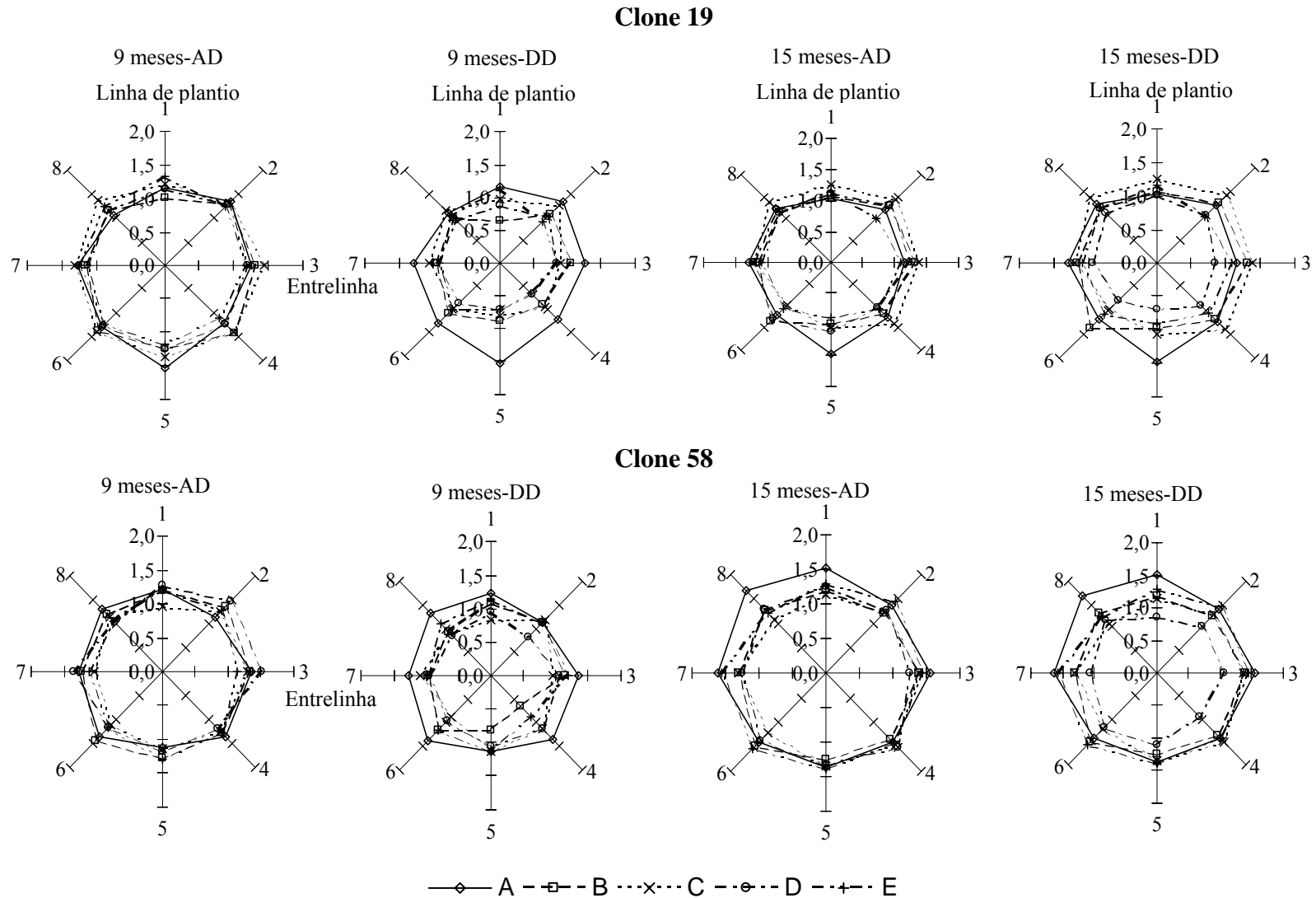


al., 2002). Para aumentar essa transmitância da radiação, é importante a remoção de parte da copa viva, através da desrama artificial, no manejo de sistemas agroflorestais.

Imediatamente após a primeira intervenção de desrama, houve redução substancial na projeção de copa das árvores. Até a idade de 15 meses foi verificado aumento da projeção de copa em ambos os clones (Figura 5). A expansão da copa das árvores possivelmente ocorrerá até idades mais avançadas, em razão de se ter espaçamento amplo (9,5 x 4,0 m), reduzindo a competição da parte aérea por espaço. Aos 9 meses de idade, antes da aplicação de desrama artificial, as plantas do clone 19 apresentaram raio médio de copa de 1,27 m, e para o clone 58 esse valor foi de 1,24 m. Com a remoção dos galhos da base da copa após a primeira intervenção de desrama, observou-se redução média para 1,04 m (24,2%) no raio médio de copa no clone 19, e para 0,96 (18,1%) no clone 58 (Figura 5). A maior redução na projeção de copa do clone 19 com a desrama artificial se deve ao fato de este apresentar decréscimo acentuado no comprimento do galho em direção ao ápice da planta. Também, a menor redução na projeção de copa do clone 58 se deve, parcialmente, ao fato de os galhos desse clone serem pendentes.

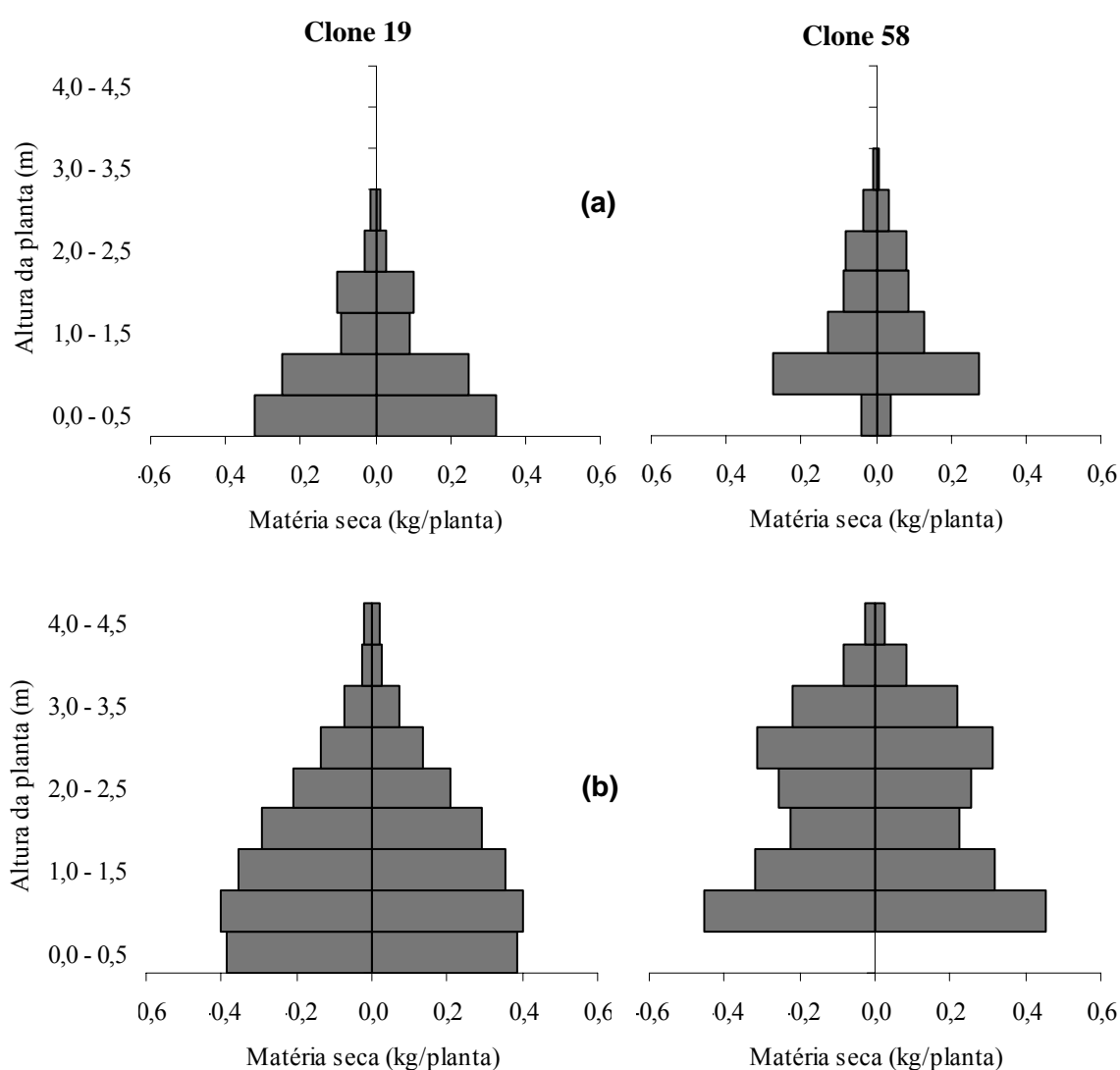
Verifica-se que aos 15 meses de idade já havia ocorrido aumento substancial da projeção de copa para os dois clones (1,19 e 1,30 m), praticamente atingindo a projeção da copa apresentada pelas plantas sem desrama (1,23 e 1,50 m, nos clones 19 e 58, respectivamente). Ou seja, a recomposição de copa após a desrama é relativamente rápida, conforme foi, também, observado por Lima (2003) em clone de *Eucalyptus grandis* submetido a desrama artificial. Pinkard e Beadle (1998) observaram decréscimo na alocação de biomassa para o tronco e aumento da biomassa de folhas em plantas de *E. nitens* submetidas à remoção de 70,0% da copa viva, indicando recomposição da copa das plantas durante os primeiros meses após a desrama artificial.

Aos 15 meses de idade, as plantas dos tratamentos D e E de ambos os clones apresentaram menor projeção de copa, em relação aos demais tratamentos, em função da aplicação da segunda intervenção de desrama (Figura 5). A redução na projeção de copa das plantas, especialmente em SAFs, é muito importante, uma vez que favorece a transmissividade da radiação fotossinteticamente ativa, que é de grande importância para o crescimento das culturas agrícolas ou da pastagem do consórcio.



**Figura 5** – Projeção de copa (m) determinada a partir do maior raio em oito posições ortogonais do raio da copa, em plantas dos clones 19 e 58 de eucalipto aos 9 e 15 meses de idade, submetidas a desrama artificial, em espaçamento de 9,5 x 4,0 m, em Vazante, MG (AD = antes da desrama; DD = depois da desrama).

Aos 9 e 15 meses de idade, os valores médios de matéria seca de copa (folhas e galhos) do clone 19 foram de 1,62 e 3,79 kg/planta, respectivamente, enquanto para o clone 58 esses valores foram de 1,31 e 3,74 kg/planta, em plantas não-desramadas (Figura 6); apenas aos 9 meses de idade o clone 19 apresentou matéria seca ligeiramente superior. Por se tratar de um híbrido de *E. camaldulensis*, as plantas do clone 58, até a idade de 9 meses, possivelmente priorizaram a formação do sistema radicular, pois, conforme relatado por Reis et al. (2006), clone dessa espécie apresentou raízes mais desenvolvidas que outros clones, aos seis meses de idade.



**Figura 6** - Matéria seca da copa (galhos vivos e mortos e folhas) de árvores não-desramadas dos clones 19 e 58 de eucalipto aos 9 (a) e 15 (b) meses de idade, em espaçamento de 9,5 x 4,0 m, em Vazante, MG.

A diferença entre esses dois clones ocorre na distribuição da matéria seca da copa e na área foliar ao longo do tronco. Aos 9 meses de idade, 70,6% da matéria seca de copa (folhas e galhos) e 69,1% da área foliar (Quadro 5) do clone 19 se concentravam até a altura de 1,0 m, a partir do solo (Figura 6a), devido à presença de galhos grossos nessa porção da planta (Quadro 6). A partir dessa altura, até o ápice das plantas, foi observada redução substancial da biomassa total de copa nesse clone, especialmente em decorrência da diminuição da dimensão dos seus galhos. O clone 58 é caracterizado por uma copa menos densa, com galhos de menores dimensões (Quadro 6), pendentes, com reduzida matéria seca de copa e área foliar nas partes basais (Figura 6 e Quadro 5). Foram observados, aos 9 meses de idade, 47,8% da matéria seca de copa e 38,5% da área foliar até a altura de 1,0 m nas plantas desse clone, ou seja, valores bastante inferiores aos observados no clone 19. Aos 15 meses de idade não foram amostrados galhos até 0,5 m de altura em plantas do clone 58, pois já estava ocorrendo desrama natural (Figura 6b), em razão da predominância de galhos finos na base da sua copa.

Esses resultados indicam que a desrama artificial no clone 19, mantendo-se a mesma altura de copa viva removida em relação ao clone 58, implicará grande remoção de área foliar, podendo afetar, futuramente, o crescimento das plantas. A distribuição de biomassa ao longo da altura das plantas é afetada pelo material genético utilizado, pela idade das plantas, pelo espaçamento de plantio (BERNARDO et al., 1998; LADEIRA et al., 2001; ALMEIDA, 2003), entre outros fatores, e seu conhecimento é uma importante ferramenta para auxiliar no manejo de povoamentos comerciais, sobretudo no estabelecimento de programas de desrama artificial. Almeida (2003) verificou diferenças na distribuição de biomassa e área foliar ao longo da copa de plantas de três clones de *E. grandis* x *E. urophylla* e salientou a necessidade de estabelecer programas diferenciados de desrama artificial para cada material genético, em razão das diferenças em arquitetura de copa entre eles.

**Quadro 5** – Percentual cumulativo de área foliar, por classe de altura, em plantas não-desramadas dos clones 19 e 58 de eucalipto aos 9 e 15 meses de idade, em espaçamento de 9,5 x 4,0 m, em Vazante, MG

Classe de altura (m)	Clone 19		Clone 58	
	9 meses	15 meses	9 meses	15 meses
0,0 - 0,5	40,1	19,2	1,4	-
0,5 - 1,0	69,1	41,1	38,5	23,3
1,0 - 1,5	80,9	59,7	65,0	38,9
1,5 - 2,0	93,9	74,4	79,2	51,3
2,0 - 2,5	98,0	85,3	93,8	65,7
2,5 - 3,0	100,0	93,1	99,0	83,7
3,0 - 3,5		97,2	100,0	94,7
3,5 - 4,0		98,8		98,8
4,0 - 4,5		100,0		100,0

**Quadro 6** – Número médio de galhos vivos por estrato de altura em plantas não-desramadas dos clones 19 e 58 de eucalipto aos 9 e 15 meses de idade, em espaçamento de 9,5 x 4,0 m, em Vazante, MG

Classe de altura (m)	9 meses				15 meses				
	Classe de diâmetro do galho (cm)				Classe de altura (m)	Classe de diâmetro do galho (cm)			
	0,0-0,5	0,5-1,0	1,0-2,0	>2,0		0,0-0,5	0,5-1,0	1,0-2,0	>2,0
	Clone 19								
0,0 - 0,5	7,7	4,0	2,3		0,0 - 0,5	2,7	2,0	0,7	0,7
0,5 - 1,0	2,0	2,7	1,7		0,5 - 1,0	1,7	3,7	2,0	0,3
1,0 - 1,5	4,3	3,3			1,0 - 1,5	2,3	3,0	2,3	0,3
1,5 - 2,0	3,3	2,0			1,5 - 2,0	0,3	3,0	2,7	
2,0 - 2,5	4,0	0,3			2,0 - 2,5	2,7	2,0	1,3	
2,5 - 3,0	6,7				2,5 - 3,0	4,7	2,0		
3,0 - 3,5					3,0 - 3,5	3,3	1,7		
3,5 - 4,0					3,5 - 4,0	2,0	0,3		
4,0 - 4,5					4,0 - 4,5	2,0			
	Clone 58								
0,0 - 0,5	1,7	0,7	0,7		0,0 - 0,5				
0,5 - 1,0	5,0	3,3	1,7		0,5 - 1,0	0,7	2,3	3,7	0,7
1,0 - 1,5	5,3	1,7	0,3		1,0 - 1,5	1,7	2,3	2,0	
1,5 - 2,0	4,3	2,0			1,5 - 2,0	1,0	3,3	2,3	
2,0 - 2,5	7,0	1,0			2,0 - 2,5	1,3	2,7	2,7	
2,5 - 3,0	6,7	0,3			2,5 - 3,0	1,3	4,0	2,7	
3,0 - 3,5	3,7	2,7			3,0 - 3,5	1,7	4,0	1,3	
3,5 - 4,0					3,5 - 4,0	5,0	2,0		
4,0 - 4,5					4,0 - 4,5	1,0			

Aos 9 meses de idade, a quantidade de matéria seca de copa e área foliar removidas na primeira intervenção de desrama artificial não diferiu significativamente ( $p>0,05$ ) entre os tratamentos de desrama. No entanto, em média, a remoção de matéria seca de folhas e galhos em relação ao total por planta foi significativamente superior em plantas do clone 19 (72,0 e 73,1%, respectivamente), em relação às plantas do clone 58 (39,0 e 57,5%, respectivamente) (Quadro 7). Houve drástica remoção média da área foliar no clone 19 (74,1%), resultado significativamente superior ao observado para o clone 58, que apresentou remoção média de 50,1% (Quadro 7). Esse resultado pode ser explicado pela diferença na distribuição de biomassa de copa (arquitetura da copa), ao longo do tronco, desses dois clones, uma vez que no clone 19 há grande concentração de biomassa de copa até 1 m de altura nas plantas (Figura 6). Almeida (2003), estudando a distribuição de biomassa de copa em três clones de eucalipto, observou, entre 14 e 16 meses de idade, que eles apresentavam 5,0, 11,0 e 6,8% da área foliar total, até 1,0 m de altura nas plantas, ou seja, a remoção de uma mesma altura de copa viva pode representar diferentes proporções de área foliar, a depender da arquitetura de copa de cada material genético.

Aos 15 meses de idade, após a segunda intervenção de desrama nas plantas dos tratamentos D e E, não foi observada diferença significativa ( $p>0,05$ ) na quantidade de matéria seca de copa e área foliar removidas com a desrama, entre clones e entre os tratamentos em que houve a desrama. Foi observada redução na diferença entre clones quanto à proporção de matéria seca de copa removida na segunda intervenção (Quadro 7), uma vez que os galhos mais grossos e longos já haviam sido removidos na primeira intervenção, aos 9 meses de idade. A desrama artificial promove mudanças substanciais na arquitetura de copa das plantas, conforme apresentado por Lima (2003), que estudou clone que apresentava galhos grossos predominantemente na base da copa das plantas.

**Quadro 7** - Matéria seca de folhas e galhos (kg/planta) e área foliar (m<sup>2</sup>/planta) removida na desrama, aos 9 e 15 meses de idade, em povoamentos dos clones 19 e 58 de eucalipto em espaçamento de 9,5 x 4,0 m, submetidos a desrama artificial, em Vazante, MG

Trat.	Clone 19				Clone 58			
	9 meses		15 meses		9 meses		15 meses	
	H <sub>Des</sub>	gg	H <sub>Des</sub>	gg	H <sub>Des</sub>	gg	H <sub>Des</sub>	gg
Matéria seca de folhas (kg/planta)								
A								
B	0,669	0,000 (71,7)			0,317	0,000 (39,9)		
C	0,558	0,092 (69,0)			0,233	0,048 (34,5)		
D	0,647	0,093 (69,6)	1,165	0,235(64,0)	0,253	0,113 (35,4)	0,593	0,389 (41,9)
E	0,596	0,076 (79,3)	0,622	0,151(38,6)	0,222	0,088 (46,0)	0,337	0,510 (39,6)
Média	0,618	0,087 (72,1)	0,894	0,193(51,3)	0,256	0,083 (39,0)	0,465	0,450 (40,8)
Matéria seca de galhos (kg/planta)								
A								
B	0,518	0,000 (78,8)			0,277	0,000 (55,3)		
C	0,352	0,081 (63,4)			0,293	0,030 (54,9)		
D	0,389	0,072 (66,0)	0,728	0,227 (60,1)	0,293	0,068 (64,5)	0,305	0,305 (42,7)
E	0,422	0,059 (70,2)	0,577	0,155 (39,3)	0,212	0,075 (72,1)	0,347	0,347 (33,7)
Média	0,420	0,071 (73,1)	0,653	0,191 (49,7)	0,269	0,058 (57,5)	0,326	0,326 (38,2)
Área foliar (m <sup>2</sup> /planta)								
A								
B	8,52	0,00 (77,9)			4,21	0,00 (58,9)		
C	5,88	0,99 (62,8)			2,38	0,48 (40,0)		
D	7,82	1,59 (86,0)	8,27	1,42 (62,4)	2,59	1,11 (51,7)	4,34	1,49 (46,9)
E	6,73	0,88 (69,6)	5,85	1,51 (47,4)	2,45	1,09 (49,5)	2,25	3,38 (45,2)
Média	7,24	1,15 (74,1)	7,06	1,47 (54,9)	2,91	0,89 (50,1)	3,30	2,44 (46,1)

Trat. = tratamento de desrama artificial, conforme Quadro 1; H<sub>Des</sub> = biomassa e área foliar removida até a altura de 1/3 ou 1/4 da altura da copa viva; gg = biomassa e área foliar removida com a eliminação de galhos grossos acima da altura predeterminada para desrama; números entre parênteses representam o percentual de biomassa e área foliar removida (H<sub>Des</sub> + gg) em relação ao total por planta.

## **Conclusões**

Em razão das diferenças em arquitetura de copa, especialmente no que se refere à distribuição de biomassa de folhas ao longo da copa, torna-se necessário o estabelecimento de programas de desrama diferenciados para cada clone.

O clone 58, por favorecer a transmissividade da radiação fotossinteticamente ativa, beneficiando as culturas agrícolas ou a pastagem do consórcio, é o mais adequado para sistemas agroflorestais.

Em condições similares às do presente estudo, recomenda-se adotar intervenções de desrama em intervalos mais curtos, antes do estabelecimento da cultura agrícola, a fim de aumentar a disponibilidade de radiação para as culturas agrícolas.



## Referências

- ALMEIDA, M.L. **Desrama artificial em clones de *Eucalyptus grandis* x *E. urophylla* com diferentes arquiteturas de copa**. 2003. 119f. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa–MG.
- ANDRADE, C.M.S.; GARCIA, R.; COUTO, L.; PEREIRA, O.G. Transmissão de luz em sistemas silvipastoris com eucalipto. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v.26, n.1, p.19-23, 2002.
- ANDRADE, C.M.S.; GARCIA, R.; COUTO, L.; PEREIRA, O.G. Fatores limitantes ao crescimento do capim-Tanzânia em um sistema agrossilvipastoril com eucalipto, na região dos Cerrados de Minas Gerais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, n.4, p.78-85, 2001.
- ARES, A.; BRAUER, D. Aboveground biomass partitioning in loblolly pine silvopastoral stands: spatial configuration and pruning effects. **Forest Ecology and Management**, v.219, p.176-184, 2005.
- ASSIS, T.F. Melhoramento genético do eucalipto. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.18, n.185, p.201-209, 1996.
- ASSIS JÚNIOR, S.L.; ZANUNCIO, J.C.; KASUYA, M.C.M.; COUTO, L.; MELIDO, R.C.N. Atividade microbiana do solo em sistemas agroflorestais, monoculturas, mata natural e área desmatada. **Revista Árvore**, Viçosa–MG, v.27, n.1, p.35-41, 2003.
- BERNARDO, A.L.; REIS, M.G.F.; REIS, G.G.; HARRISON, R.B.; FIRME, D.J. 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.
- BERNARDO, A.L. **Crescimento e eficiência nutricional de *Eucalyptus* spp sob diferentes espaçamentos na região de cerrado de Minas Gerais**. 1995. 102f. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa–MG.
- CHAVES, R.A. **Dinâmica de copa e crescimento de plantas de clone de *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden submetidas a desrama artificial e a desbaste**. 2005. 85f. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa–MG.
- CONTRERAS MARQUEZ, C.E. **Estudo silvicultural e econômico de povoamentos de eucalipto na região de cerrado de Minas Gerais**. 1997. 131f. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa–MG.
- DIAS, A.N.; LEITE, H.G.; SILVA, M.L.; CARVALHO, A.F. Avaliação financeira de plantações de eucalipto submetidas a desbaste. **Revista Árvore**, Viçosa – MG, v.29, n.3, p.419-429, 2005.

- DUBÈ, F.; COUTO, L.; GARCIA, R.; ARAÚJO, G.A.A.; LEITE, H.G.; SILVA, M.L. Avaliação econômica de um sistema agroflorestal com *Eucalyptus* sp. no noroeste de Minas Gerais: o caso da Companhia Mineira de Metais. **Revista Árvore**, v.24, n.4, p.437-443, 2000.
- FINGER, C.A.G.; SCHNEIDER, P.R.; BAZZO, J.L.; KLEIN, J.E.M. Efeito da intensidade de desrama sobre o crescimento e a produção de *Eucalyptus saligna* Smith. **Cerne**, v.7, n.2, p. 53-64, 2001.
- GONÇALVES, J.L.M.; STAPE, J.L.; LACLAU, J.P.; SMETHURST, P.; GAVA, J.L. Silvicultural effects on the production and wood quality of eucalypt plantations. **Forest Ecology and Management**, v.193, p.45-61, 2004.
- LADEIRA, B.C.; REIS, G.G.; REIS, M.G.F.; BARROS, N.F. Produção de biomassa de eucalipto sob três espaçamentos, em uma seqüência de idade. **Revista Árvore**, Viçosa – MG, v. 25, n. 1, p. 69-78, 2001.
- LIMA, A.P.L. **Desrama artificial em clone de *Eucalyptus grandis* (HILL ex MAIDEN):** efeitos sobre o crescimento, a dinâmica de copa e o tempo de desrama. 2003. 200f. Tese (Doutorado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa-MG.
- 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.
- OLIVEIRA, A.D.; SCOLFORO, J.R.; SILVEIRA, V.P. Análise econômica de um sistema agro-silvo-pastoril com eucalipto implantado em região de cerrado. **Ciência Florestal**, Santa Maria – RS, v.10, n.1, p.1-19, 2000.
- PEZZOPANE, J.E.M. **Caracterização microclimática, ecofisiológica e fitossociológica em uma floresta estacional secundária, em Viçosa, MG.** 2001. 224f. Tese (Doutorado em Ciência Florestal) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa–MG.
- 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.; BEADLE, C.L. Effects of green pruning on growth and stem shape of *Eucalyptus nitens* (Deane and Maiden) Maiden. **New Forests**, v.15, p. 107-126, 1998.
- PIRES, B.M.; REIS, M.G.F.; REIS, G.G. Crescimento de *Eucalyptus grandis* submetido a diferentes intensidades de desrama artificial na região de Dionísio, MG. **Brasil Florestal**, Brasília – DF, n.73, p.14-22, abril 2002.
- PIRES, B.M. **Efeito da desrama artificial no crescimento e qualidade da madeira de *Eucalyptus grandis* para serraria e fabricação de móveis.** 2000. 96f. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa–MG.

POLLI, H.Q.; REIS, G.G.; REIS, M.G.F.; VITAL, B. R.; PEZZOPANE, J.E.M.; FONTAN, I.C.I. Qualidade da madeira em clone de *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden submetido a desrama artificial. **Revista Árvore**, Viçosa – MG, v.30, n.4, p.557-566, 2006.

PULROLNIK, K.; REIS, G.G.; REIS, M.G.F.; MONTE, M.A.; FONTAN, I.C.I. Crescimento de plantas de clone de *Eucalyptus grandis* [Hill ex maiden] submetidas a diferentes tratamentos de desrama artificial, na região de cerrado. **Revista Árvore**, Viçosa – MG, v.29, n.4, p.495-505, 2005.

REIS, G.G.; REIS, M.G.F.; FONTAN, I.C.I.; MONTE, M.A.; GOMES, A.N.; OLIVEIRA, C.H.R. Crescimento de raízes e da parte aérea de clones de híbridos de *Eucalyptus grandis* x *Eucalyptus urophylla* e de *Eucalyptus camaldulensis* x *Eucalyptus* spp. submetidos a dois regimes de irrigação no campo. **Revista Árvore**, Viçosa – MG, v.30, n.6, p.921-931, 2006.

SCHUMACHER, M.V.; POGGIANI, F. Caracterização microclimática no interior dos talhões de *Eucalyptus camaldulensis* Dehnh, *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden e *Eucalyptus torelliana* F. Muell, localizados em Anhembi, SP. **Ciência Florestal**, Santa Maria – RS, v.3, n.1, p.9-20, 1993.

THORNTHWAITE, C.W.; MATHER, J.R. The water balance. Centerton, N.J.: Drexel Institute of Technology, 1955. 104p. (Publications in **Climatology**, v.8, n.1).

VALE, R.S.; MACEDO, R.L.G.; VENTURIN, N.; MORI, F.A.; MORAIS, A.R. Efeito da desrama artificial na qualidade da madeira de clones de eucalipto, em sistema agrossilvipastoril. **Revista Árvore**, v.26, n.3, p.285-297, 2002.

VOTORANTIM METAIS - VMZ – Votorantim Metais Zinco S.A. Disponível em: <<http://www.vmetais.com.br>>. Acesso em: 20 dezembro de 2005.

WHITEHEAD, D.; BEADLE, C.L. Physiological regulation of productivity and water use in *Eucalyptus*: a review. **Forest Ecology and Management**, v.193, p.113-140, 2004.

XAVIER, A.D.; SOARES, J.V.; ALMEIDA, A.C. Variação do índice de área foliar em clones de eucalipto ao longo de seu ciclo de crescimento. **Revista Árvore**, v.26, n.4, p.421-427, 2002.

## CAPÍTULO 2

### DINÂMICA DE COPA DE CLONE DE EUCALIPTO SUBMETIDO A DESRAMA, EM SISTEMA AGROFLORESTAL

**Resumo** – A dinâmica de copa de plantas desramadas em povoamento de clone de eucalipto foi avaliada em sistema agroflorestal no espaçamento de 9,5 x 4,0 m, em Vazante, MG (17°36'S e 46°42'W). Os tratamentos de desrama incluíram diferentes alturas de remoção da copa viva (0,  $\frac{1}{3}$  e  $\frac{1}{4}$ ), com ou sem remoção de alguns galhos grossos acima desse ponto, e número variado de intervenções de desrama. Aos 9 meses de idade, após a primeira intervenção de desrama, houve remoção de 39,0 e 60,9% da matéria seca total de folhas e galhos, respectivamente, com redução média de 49,9% da área foliar total da planta nessa intervenção, resultando em índice de área foliar significativamente ( $p \leq 0,05$ ) menor nos tratamentos desramados, em relação à testemunha. O índice de área foliar e a transmitância da radiação fotossinteticamente ativa não diferiram significativamente ( $p > 0,05$ ) entre os tratamentos de desrama, três meses após cada aplicação de desrama, em razão da elevada capacidade de recomposição de copa desse clone. Essa rápida recomposição de copa possibilita reduzir o intervalo de tempo entre as operações de desrama e, assim, desramar plantas com diâmetro reduzido, com conseqüente redução do núcleo nodoso. Ainda, permite maior transmitância de radiação no interior do povoamento, por ocasião do estabelecimento da cultura agrícola e, ou, pastagem na entrelinha do eucalipto. Recomenda-se, assim, a

aplicação de duas intervenções de desrama por ano, iniciando-se aproximadamente aos nove meses de idade, com remoção de um terço da altura da copa viva das plantas, mais alguns galhos grossos acima desta altura, em cada intervenção, até atingir seis metros de fuste livre de galhos, para o clone estudado.

**Palavras-chave:** Dinâmica de copa, clone de eucalipto, desrama artificial, sistema agroflorestal, qualidade da madeira.

**Abstract** – The crown dynamic of eucalypt clone plants submitted to pruning was evaluated in an agroforestry system with a 9,5 x 4,0 m spacing, in Vazante, MG (17°36'S, 46°42'W). Pruning treatments included removal of 0, 1/3 or 1/4 of the live crown, with and without the removal of some thick branches above this point, with different number of pruning intervention. There was an average removal of 49.9, 39.0 and 60.9% of the total leaf area and, biomass of leaves and branches, respectively, at the first pruning intervention, at the age of nine months. The leaf area index and photosynthetically active radiation transmittance did not differ significantly ( $p>0.05$ ) between the pruning treatments, tree months after the application of each pruning intervention, mainly due to the high capacity of crown recovery of the studied clone. This fast crown recovery allows reduction of the interval between pruning interventions, and, consequently, reduction of the tree diameter to be pruned, resulting in reduction of the knotty core. Also, allows greater radiation transmittance which benefits the agricultural crop and, or, pasture of the consortium. Thus, it is recommend the application of two pruning interventions per year, during two years, starting at the age of about nine months, with the removal of one third of height of the live crown, plus a few thicker branches above this point, in each intervention, to obtain a 6 m log free of branches.

**Keywords:** Crown dynamics, eucalypts clone, artificial pruning, agroforestry system, wood quality.

## Introdução

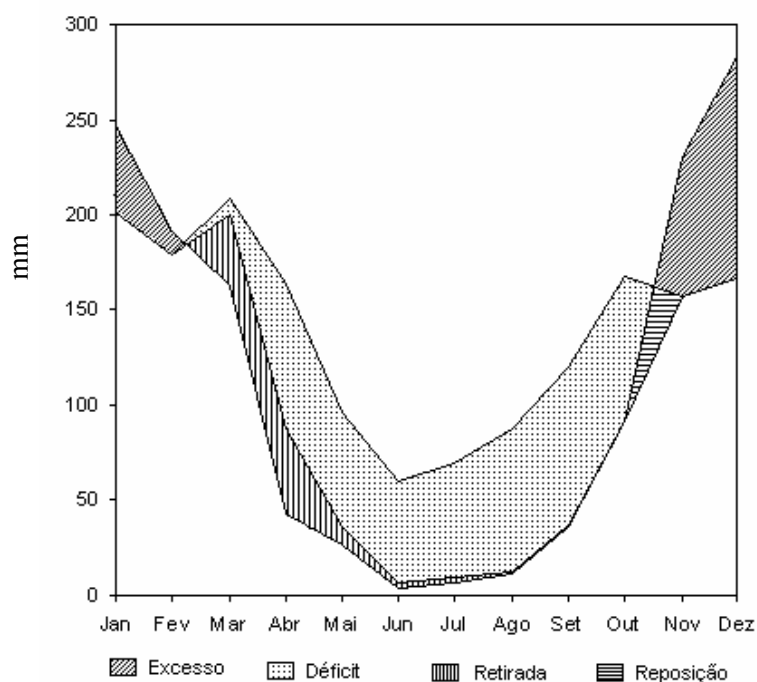
O conhecimento da arquitetura de copa de árvores em povoamentos florestais e de sua dinâmica é de extrema importância na adequação de técnicas silviculturais, como a desrama artificial e o desbaste, para produção de madeira de qualidade (ALMEIDA, 2003; CHAVES, 2005). O desenvolvimento dos povoamentos florestais está diretamente relacionado ao tamanho e à forma da copa das árvores (MONTAGU et al., 2003), ou seja, à eficiência na interceptação e utilização da radiação fotossinteticamente ativa pelo dossel do povoamento. A arquitetura da copa pode variar com a densidade inicial de plantio (BERNARDO et al., 1998; OLIVEIRA NETO et al., 2003), a aplicação de desrama artificial (PINKARD, 2002; ALMEIDA, 2003; LIMA, 2003) e o desbaste (MEDHURST et al., 2001; CHAVES, 2005; MONTE, 2006), entre outros.

A dinâmica de copa pode ser avaliada por meio de diversos parâmetros, entre eles a distribuição de biomassa e área foliar ao longo do tronco das árvores, o índice de área foliar (IAF), a transmissividade da radiação fotossinteticamente ativa ( $t\%$ ) e a projeção da copa no solo. O IAF e a  $t\%$  têm sido utilizados para avaliar mudanças na copa em estudos de desrama artificial (PULROLNIK, 2002; ALMEIDA, 2003; LIMA, 2003) e desbaste (CHAVES, 2005; MONTE, 2006). Essas práticas silviculturais modificam a disponibilidade de espaço e de recursos de crescimento, o que pode afetar a produtividade florestal. Com aplicação da desrama, ocorre nova distribuição dos galhos, havendo alteração no IAF e na distribuição relativa das folhas ao longo da copa das árvores e, conseqüentemente, maior exposição da copa remanescente à radiação (REIS e REIS, 2006).

O objetivo do presente estudo foi caracterizar a dinâmica de copa de plantas do clone 58 de *Eucalyptus camaldulensis* x *E. grandis*, submetidas a desrama artificial, em sistema agroflorestal, para subsidiar a escolha do melhor método de aplicação de desrama, de modo a obter madeira de qualidade e aumentar a disponibilidade de radiação para os demais componentes do sistema.

## Material e métodos

O presente estudo foi desenvolvido em povoamento do clone 58 de eucalipto, híbrido natural de *Eucalyptus camaldulensis* x *Eucalyptus grandis*, estabelecido no espaçamento de 9,5 x 4,0 m, em sistema agroflorestal, em área da empresa Votorantim Metais Zinco S.A. (VMZ), na Fazenda Barra Grande, município de Vazante, região noroeste do Estado de Minas Gerais (17° 36' S, 46° 42' W e altitude de 550 m). De acordo com a classificação de Köppen, o clima da região é do tipo “AW”, caracterizado por extenso período com baixa precipitação (Figura 1). A precipitação média anual é de 1.330 mm, com evapotranspiração potencial de 1.670 mm, déficit hídrico de 486 mm no período de março a outubro e temperatura média anual de 26,3°C (VOTORANTIM METAIS ZINCO S.A., 2005). A formação vegetal natural na região é o cerrado, com variações de campo limpo até matas (cerradão), e o tipo de solo predominante é o Latossolo Vermelho distrófico com textura argilosa (VALE et al., 2002; ASSIS JÚNIOR et al., 2003).



**Figura 1** – Balanço hídrico na área experimental para o período de 1988 e 2006, segundo o método de Thornthwaite e Mather (1955).

O sistema agroflorestal utilizado no presente estudo foi estabelecido em julho de 2004 (ano zero), com o plantio irrigado do clone 58 de eucalipto, seguido da semeadura do arroz (variedade Bonança) no início da estação chuvosa (final do mês de outubro) do mesmo ano. O preparo do solo para estabelecimento do eucalipto e do arroz foi

constituído de uma gradagem pesada seguida de duas gradagens niveladoras e incorporação de 4 t/ha de calcário dolomítico zinca 200 (85% de PRNT). Na linha de plantio de eucalipto foi efetuada uma subsolagem a uma profundidade de 30-40 cm, com incorporação de 150 kg de fosfato de gafsa por hectare. A adubação-base para plantio do eucalipto e do arroz constituiu-se, respectivamente, de 130 g de NPK 10-28-06 + 0,5% de Zn + 0,3% de B por planta e, 300 kg de NPK 40-30-16 + 0,3% de Zn por hectare. O plantio de arroz foi estabelecido a uma distância de 1 m da linha de plantio do eucalipto, a fim de facilitar os tratos culturais e diminuir efeitos de competição entre as duas culturas. As linhas de plantio de eucalipto foram posicionadas no sentido leste-oeste, de modo a proporcionar maior radiação solar para as culturas consorciadas nas entrelinhas. Foi realizada adubação de cobertura para o eucalipto à base de 20 g/planta de Borogram (10%B) em covetas laterais, em fevereiro de 2005.

O experimento foi estabelecido em Delineamento Inteiramente Casualizado (DIC) e constituído de seis tratamentos de desrama artificial, com três repetições, combinando diferentes intensidades (altura de remoção dos galhos em relação à altura de copa viva) e freqüências (número de intervenções necessárias para atingir 6,0 m de altura livre de galhos) de desrama (Quadro 1).

Os tratamentos de desrama incluíram: a testemunha, em que as plantas não foram desramadas (tratamento 1); o método utilizado pela empresa, que envolve a remoção de um terço da altura da copa viva em todas as plantas do povoamento, aos nove e vinte e um meses de idade (tratamento 2); a remoção de um terço da altura da copa viva, porém com remoção de alguns galhos grossos acima dessa altura (tratamentos 3, 4 e 5), sendo realizadas três intervenções de desrama nos tratamentos 3 e 4 (9, 18 e 30 meses de idade) e quatro intervenções no tratamento 5 (9, 15, 21 e 27 meses de idade); e a remoção de um quarto da altura da copa viva, também com remoção de alguns galhos grossos acima dessa altura (tratamento 6), sendo realizadas quatro intervenções de desrama (9, 15, 21 e 27 meses de idade).

A intervenção aos nove meses, em todos os tratamentos de desrama, foi realizada em todas as árvores para facilitar a aplicação de herbicida. Objetivando redução de custos, a segunda intervenção nos tratamentos 4, 5 e 6 foi realizada apenas em 80% das árvores, com base em levantamento do número de árvores com qualidade para produção de uma tora para serraria. A partir da terceira intervenção, nesses mesmos tratamentos, baseando-se em novo levantamento, apenas 60% das árvores do povoamento foram desramadas. A remoção de alguns galhos grossos acima da altura de



desrama preestabelecida foi adotada para reduzir o número de galhos muito grossos em intervenções subseqüentes. Foram realizadas quatro intervenções de desrama (tratamentos 5 e 6), com o intuito de permitir maior transmissividade da radiação para as demais culturas do sistema, por ocasião do seu estabelecimento, bem como promover a remoção dos galhos antes de atingirem grandes dimensões, visando melhoria na qualidade da madeira para uso em serraria. Aos 18 meses de idade, foi feita remoção da copa das plantas do tratamento 1 (não-desramadas) até a altura de 1 m, para facilitar a aplicação de herbicidas.

Cada parcela foi constituída de quatro linhas de plantas ao longo do talhão, com bordadura simples e 40 plantas por linha. A partir da terceira planta da segunda e terceira linhas de cada parcela, foram marcadas dez plantas, que constituíram a área útil para as avaliações de índice de área foliar, radiação fotossinteticamente ativa, projeção de copa no solo e biomassa removida nas intervenções de desrama.

**Quadro 1** – Tratamentos de desrama artificial aplicados em plantas de clone de eucalipto, em espaçamento de 9,5 x 4,0 m, em Vazante, MG

Trat.	Altura de copa removida	Número de intervenções	Idade de desrama (meses)	% de desrama*			
				1ª int.	2ª int.	3ª int.	4ª int.
1	-	-	-	-	-	-	-
2	1/3	2	9 e 21	100	100	-	-
3	1/3 + gg	3	9, 18 e 30	100	100	100	-
4	1/3 + gg	3	9, 18 e 30	100	80	60	-
5	1/3 + gg	4	9, 15, 21 e 27	100	80	60	60
6	1/4 + gg	4	9, 15, 21 e 30	100	80	60	60

Trat. = tratamento de desrama; gg = galhos grossos removidos acima da altura de desrama em cada tratamento; int. = intervenção de desrama; \* Percentual de plantas desramadas em relação ao total de plantas do povoamento.

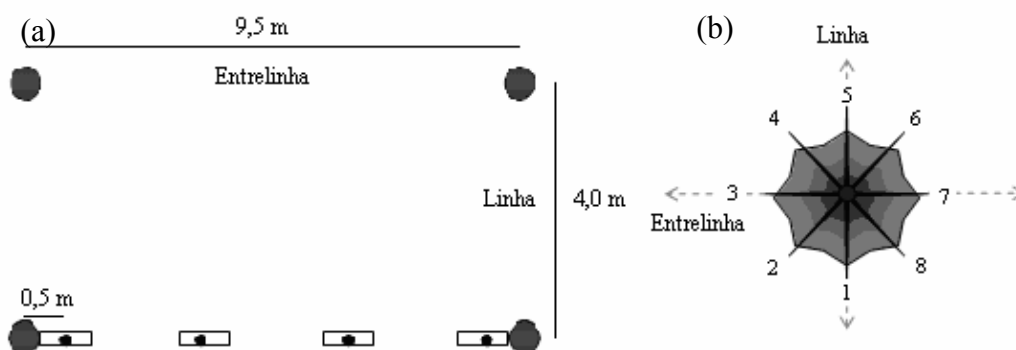
O índice de área foliar (IAF) e a projeção da copa das árvores sobre o solo foram avaliados trimestralmente, de 9 a 30 meses de idade, e a radiação fotossinteticamente ativa (RFA) foi avaliada entre 15 e 24 meses de idade. Por ocasião da aplicação da desrama, as avaliações foram feitas antes e imediatamente após cada intervenção. Para estimativa do IAF, foram utilizados dois sensores LI-2050, conectados a dataloggers LI-2000 da marca LI-COR, sendo um instalado em área aberta nas proximidades das parcelas e outro usado para obtenção dos dados no interior das parcelas. As leituras foram feitas sob luz difusa, ao amanhecer e ao anoitecer, nas posições indicadas na Figura 2a. Para estimativa da transmissividade da RFA, foram realizadas medições da radiação fotossinteticamente ativa (RFA) a céu aberto, com um sensor pontual LI-190, e

dentro do povoamento, com sensores lineares modelo LI-191, ambos da marca LI-COR, nas mesmas posições indicadas na Figura 2a. As leituras de radiação foram feitas aproximadamente entre 11h e 13h, a 0,50 m do solo, expondo os sensores lineares durante dois minutos em cada ponto. A projeção de copa foi determinada em uma planta por parcela, em todas as parcelas, medindo-se o maior raio de projeção da copa em oito posições ortogonais (Figura 2b) com uma trena, a partir da inserção do galho.

Para caracterização da biomassa de copa (folhas e galhos) por estrato de altura das plantas, aos 30 meses de idade, foi abatida uma árvore que apresentasse DAP médio, em cada parcela, em todos os tratamentos de desrama. As folhas e galhos foram removidos, separadamente, em estratos de 1,0 m, a partir do solo, até o terminal da árvore, sendo o peso da matéria fresca total determinado no campo. Uma amostra composta de folhas e galhos de cada árvore foi retirada e encaminhada ao Laboratório de Ecologia e Fisiologia Florestal da Universidade Federal de Viçosa (LEF/UFV), para determinação da área foliar, com medidor modelo LI3000A/LI3050A da LI-COR, e do peso da matéria seca, após secagem à temperatura de 80°C, até peso constante.

Por ocasião de cada intervenção de desrama, foram também realizadas determinações do peso da matéria fresca (folhas e galhos) removida com a desrama, em duas árvores por parcela; posteriormente, em laboratório, foram obtidos a área foliar e o peso da matéria seca, conforme descrito anteriormente.

Os dados foram avaliados por meio de estatística descritiva e análise de variância; quando os efeitos dos tratamentos se apresentaram significativos, a 5% de probabilidade pelo teste F, foram realizadas comparações de médias através do teste de Tukey.



**Figura 2** - Croqui de localização dos pontos de leitura do índice de área foliar (IAF) e radiação fotossinteticamente ativa (RFA) (a) e de medição da projeção da copa no solo (b).

## Resultados e discussão

Aos 9 meses de idade, antes da primeira intervenção de desrama artificial, não foi verificada diferença significativa ( $p > 0,05$ ) no índice de área foliar (IAF) entre os tratamentos de desrama, que apresentou valor médio de 0,30 e pequena variação entre os tratamentos (0,26 a 0,35). Após aplicação da primeira intervenção de desrama, houve redução média de 40,9% no IAF, considerando todos os tratamentos em que houve desrama, que se mostraram estatisticamente inferiores ( $p \leq 0,05$ ) ao tratamento em que as plantas não foram desramadas (Quadro 2). A similaridade no IAF entre os tratamentos em que houve desrama, independentemente de se ter removido um terço ou um quarto da altura da copa viva das plantas, pode ser decorrente da existência, principalmente, de galhos finos e curtos na base da copa da planta desse clone.

Três meses após a primeira intervenção de desrama artificial (12 meses de idade), o IAF foi estatisticamente igual em todos os tratamentos, sendo observado, em povoamentos desramados, aumento de 97,0% no IAF, indicando recomposição quase total da copa das plantas, após a remoção de 49,9% da área foliar total dessas, aos 9 meses de idade, enquanto, na testemunha, o IAF permaneceu constante. De modo similar, aos 15 meses de idade, antes da segunda intervenção de desrama, o IAF não diferiu estatisticamente entre os tratamentos, sendo verificado aumento de 122,4% em relação aos valores obtidos aos 9 meses, após a desrama, ou seja, em seis meses houve recomposição total da copa das plantas desramadas, pelo menos em nível dos valores observados na intervenção anterior de desrama. Observa-se que o IAF da testemunha permaneceu inalterado entre 9 (abril) e 15 meses (outubro) de idade, indicando possivelmente que a planta se encontrava em sua capacidade máxima de sustentação de folhas, em função do sistema radicular já estabelecido no início do período seco. Assim, pode-se compreender que a remoção de copa nesta época do ano não deveria prejudicar o crescimento da planta, uma vez que está havendo adequada recomposição foliar durante o período de redução ou estagnação do crescimento da planta. Lima (2003) observou, aos 18 meses de idade, dois meses após a desrama artificial em clone de *Eucalyptus grandis*, intensa recomposição do dossel, mesmo após drástica redução no IAF (81,0%). Essa autora, também, aplicou desrama nas plantas no início do período chuvoso. Almeida (2003) constatou recomposição total do dossel em povoamentos de três clones de *E. grandis* x *E. urophylla* seis meses após aplicação de desrama artificial.

No presente estudo, a redução de IAF com a desrama foi de no máximo 50,0% por ocasião da primeira intervenção de desrama. O IAF é um parâmetro relacionado à densidade da copa e, conseqüentemente, à capacidade fotossintetizante das plantas; para que sua redução não promova efeito negativo sobre o crescimento das plantas do povoamento, deve ocorrer eficiente recomposição de copa após qualquer intervenção de desrama artificial, que pode ser conseqüência, entre outros, do aumento da capacidade fotossintética da copa remanescente. Medhurst et al. (2006) verificaram que entre duas e seis semanas após remoção de galhos dominantes ao longo da copa de *Acacia melanoxylon* houve aumento na capacidade fotossintética da copa remanescente, sobretudo nos dois terços superiores da copa. Neste trabalho houve remoção de, no máximo, um terço da porção basal da copa viva, mais alguns galhos grossos acima desse ponto, ou seja, condição similar de intervenção de desrama em relação à aplicada por Medhurst et al. (2006). Assim, toda a copa remanescente pode ter apresentado aumento na capacidade fotossintética.

Deve-se salientar que, no presente estudo, a cada três meses, foram feitas medições da altura da copa viva da planta, e novas intervenções de desrama somente foram realizadas quando a altura da copa atingia pelo menos a altura existente antes da intervenção de desrama precedente.

**Quadro 2** – Índice de área foliar (IAF) médio, em diferentes idades, em povoamento do clone 58 de eucalipto submetido a desrama artificial, em espaçamento de 9,5 x 4,0 m, em Vazante, MG

Trat.	Idade (meses)																			
	9		12		15		18		21		24		27		30					
	AD	DD	AD	DD	AD	DD	AD	DD	AD	DD	AD	DD	AD	DD	AD	DD				
1	0,35	0,35	a	0,36	0,35	0,35	0,47	0,47	a	0,96	0,96	a	1,03	a	0,86	0,86	a	1,09	1,09	a
2	0,26	0,18(30,7)	b	0,25	0,25	0,25	0,35	0,35	ab	0,87	0,40(54,0)	b	0,72	b	0,69	0,69	a	1,08	1,08	a
3	0,27	0,16(40,7)	b	0,25	0,29	0,29	0,44	0,23(47,7)	b	0,51	0,51	ab	0,78	b	0,72	0,72	a	1,04	0,84(19,2)	b
4	0,30	0,16(46,7)	b	0,26	0,31	0,31	0,40	0,27(32,5)	b	0,54	0,54	ab	0,85	ab	0,78	0,78	a	0,98	0,86(12,2)	b
5	0,28	0,17(39,3)	b	0,30	0,37	0,18(51,4)	0,38	0,38	ab	0,75	0,23(69,3)	b	0,70	b	0,70	0,41(41,4)	b	0,91	0,91	ab
6	0,32	0,17(46,9)	b	0,26	0,37	0,17(54,1)	0,34	0,34	ab	0,72	0,40(44,4)	b	0,74	b	0,67	0,67	a	0,91	0,83 (8,8)	b
Média	0,30	0,20		0,28	0,32	0,26	0,40	0,34		0,72	0,50		0,81	0,74	0,69			1,00	0,94	

Trat. = tratamento de desrama artificial, conforme Quadro 1; AD = antes da desrama artificial; DD = depois da desrama artificial; médias com mesmas letras minúsculas na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $p>0,05$ ); números entre parênteses representam redução percentual no IAF após a desrama.

Aos 15 meses de idade, seis meses após a primeira intervenção de desrama, em todos os tratamentos já havia sido observada recomposição da copa em relação à sua altura; os tratamentos 5 e 6 apresentavam, em média, altura de copa 139,0% mais elevada em relação à idade de nove meses, antes da realização da desrama. Dessa forma, foi possível proceder à segunda intervenção de desrama em plantas dos tratamentos 5 e 6, visto que a proposta para esses dois tratamentos envolvia a realização de quatro intervenções, de modo a reduzir o intervalo de tempo entre duas intervenções consecutivas, desde que fosse constatada efetiva recuperação da copa das plantas desramadas. Os demais tratamentos com apenas três intervenções deveriam ser aplicados mais tarde, a fim de evitar a remoção de grande extensão da copa para obter seis metros de fuste livre de galhos, na terceira intervenção.

Apesar da redução observada após a desrama (51,4 e 54,1%, nos tratamentos 5 e 6, respectivamente), aos 15 meses de idade, o IAF manteve-se estatisticamente igual entre os tratamentos (Quadro 2). No entanto, nessa mesma idade, a transmissividade da radiação fotossinteticamente ativa ( $t\%$ ), após a desrama, foi significativamente superior nos tratamentos 5 e 6 ( $p \leq 0,05$ ) (Quadro 3). Esse resultado indica que a antecipação da segunda intervenção de desrama pode ser vantajosa para o sistema agroflorestal estudado, pois a remoção dos galhos basais permite maior incidência de radiação fotossinteticamente ativa (RFA) no interior do povoamento, por ocasião do estabelecimento da cultura agrícola na entrelinha do eucalipto.

Aos 18 meses de idade, o IAF nos tratamentos 5 e 6 (plantas submetidas à segunda intervenção de desrama aos 15 meses) mostrou-se estatisticamente igual ao dos demais tratamentos, demonstrando a eficiente capacidade de recomposição de copa desse clone, após remoção de 46,1% da área foliar total das plantas (Quadro 4).

Aos 27 meses de idade, todos os tratamentos, à exceção do 5, apresentaram redução no IAF, em relação ao observado na avaliação anterior (24 meses). Esse comportamento, possivelmente, está relacionado com a disponibilidade hídrica no solo, uma vez que essa avaliação coincidiu com o final do período de estiagem na região e, como estratégia para evitar perda excessiva de água, há intensificação na abscisão foliar das plantas nesse período. Resultado similar foi observado por Lima (2003), que verificou redução no IAF em plantas de clone de *Eucalyptus grandis* no período de menor disponibilidade hídrica no solo, em Abaeté, MG.

No tratamento 5, que é constituído pela remoção de um terço da altura da copa viva mais galhos grossos, em quatro intervenções, para produzir uma tora de 6 m

desramada, o IAF foi estatisticamente inferior ao dos demais tratamentos, imediatamente após a quarta intervenção de desrama, realizada aos 27 meses (outubro). Usualmente, nessa idade, que coincide com o início da terceira estação chuvosa após o estabelecimento do povoamento, seria o momento de estabelecer a pastagem, conforme preconizado pela empresa. Assim, como mencionado para a desrama aos 15 meses, a realização da última intervenção de desrama antes do início da estação chuvosa favorecerá o estabelecimento da pastagem, visto que permitirá maior incidência de radiação na entrelinha do povoamento.

Aos 30 meses de idade, antes da aplicação da quarta intervenção de desrama no tratamento 6, não foi constatada diferença significativa no IAF entre os tratamentos de desrama ( $p > 0,05$ ). A remoção de copa no presente estudo foi bastante reduzida, não ultrapassando 34% da altura de copa viva das plantas, o que possivelmente representa pequeno comprometimento da capacidade fotossintetizante das plantas e justifica o fato de que a desrama, ainda que realizada em quatro intervenções em um período de dois anos, como nos tratamentos 5 e 6 (remoção de um terço e um quarto da altura da copa viva, respectivamente), não deve promover efeito negativo sobre o crescimento das plantas.

Na primeira intervenção de desrama, aos 9 meses de idade, foi observada remoção média de 47,4% na matéria seca de copa entre as plantas desramadas, o que representou 39,0% da matéria seca total de folhas nas plantas (Quadro 5). Ao remover aproximadamente um terço da altura da copa viva de plantas de clone de *E. grandis*, aos 16 meses de idade, Lima (2003) observou que a desrama reduziu 80,0% da biomassa de folhas da planta, o que correspondeu a 78,0% da área foliar total das plantas, principalmente devido à ocorrência de galhos grossos, com elevada biomassa de folhas, na porção basal das plantas. O clone 58, utilizado no presente experimento, apresenta galhos longos e predominantemente finos (capítulo 1), com reduzida densidade de folhas na porção basal da copa, razão de haver remoção reduzida de folhas com a desrama. Almeida (2003) relatou remoção de 48,3, 17,4 e 32,7% da área foliar total das plantas, em três clones com diferenças na arquitetura de copa, após desrama de até três metros de altura, entre 14 e 16 meses de idade, ou seja, decisões sobre a aplicação de desrama artificial em povoamentos de eucalipto devem ser tomadas com o auxílio de informações relativas à estrutura da copa das plantas em uma seqüência de idades.

**Quadro 3** – Transmissividade da radiação fotossinteticamente ativa (t%) média, em diferentes idades, em povoamento do clone 58 de eucalipto, submetido a desrama artificial, em espaçamento de 9,5 x 4,0 m, em Vazante, MG

Tratamento de desrama	Idade (meses)									
	15 (AD)	15 (DD)		18 (AD)	18 (DD)		21 (AD)	21 (DD)	24	
1	72,5	72,5	a	61,5	61,5	ab	52,3	52,3	a	45,8
2	78,1	78,1	ab	67,7	67,7	ab	51,4	63,9 (24,5)	abc	59,1
3	80,0	80,0	abc	59,9	80,1 (33,7)	a	57,0	57,0	ab	56,1
4	75,9	75,9	ab	59,9	73,7 (23,0)	ab	69,2	69,2	bc	48,3
5	79,8	90,4 (13,2)	c	57,0	57,0	b	55,1	75,1 (36,3)	c	57,7
6	80,7	86,3 ( 7,0)	bc	60,5	60,5	ab	64,7	73,8 (14,1)	c	60,3
Média	77,8	80,5		61,1	66,8		58,3	65,2		54,5

AD = antes da desrama artificial; DD = depois da desrama artificial; médias com mesmas letras minúsculas em cada coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey (p>0,05); números entre parênteses representam aumento percentual na t% após a desrama.

44

**Quadro 4** – Área foliar removida na desrama, em m<sup>2</sup> por planta, em diferentes idades, em povoamento do clone 58 de eucalipto, em espaçamento de 9,5 x 4,0 m, em Vazante, MG

Trat.	9 meses		15 meses		18 meses		21 meses		27 meses		30 meses	
	H <sub>Des</sub>	gg	H <sub>Des</sub>	gg	H <sub>Des</sub>	gg	H <sub>Des</sub>	gg	H <sub>Des</sub>	gg	H <sub>Des</sub>	gg
1												
2	4,21	0,00 (58,9)					7,22	0,00 (21,6)				
3	1,84	1,68 (49,2)			6,83	7,25 (40,9)					19,79	(21,6)
4	2,38	0,48 (40,0)			6,83	7,25 (40,9)					19,79	(21,6)
5	2,59	1,11 (51,7)	4,34	1,49 (46,9)			12,25	8,36 (44,9)	9,06	2,76 (27,7)		
6	2,45	1,09 (49,5)	2,25	3,38 (45,2)			6,75	5,67 (26,9)			14,89	(20,2)
Média	2,69	0,87 (49,9)	3,30	2,44 (46,1)	6,83	7,25 (40,9)	8,74	4,68 (31,1)	9,06	2,76 (27,7)	18,16	(21,1)

Trat. = tratamento de desrama artificial; H<sub>Des</sub> = área foliar removida até a altura de 1/3 ou 1/4 da altura da copa viva; gg = área foliar removida com eliminação de galhos grossos acima da altura predeterminada para desrama; números entre parênteses representam o percentual de área foliar removida (H<sub>Des</sub> + gg) em relação ao total por planta.



**Quadro 5** – Matéria seca de folhas e galhos (kg/planta) removidos na desrama, em diferentes idades, em povoamento do clone 58 de eucalipto, em espaçamento de 9,5 x 4,0 m, em Vazante, MG

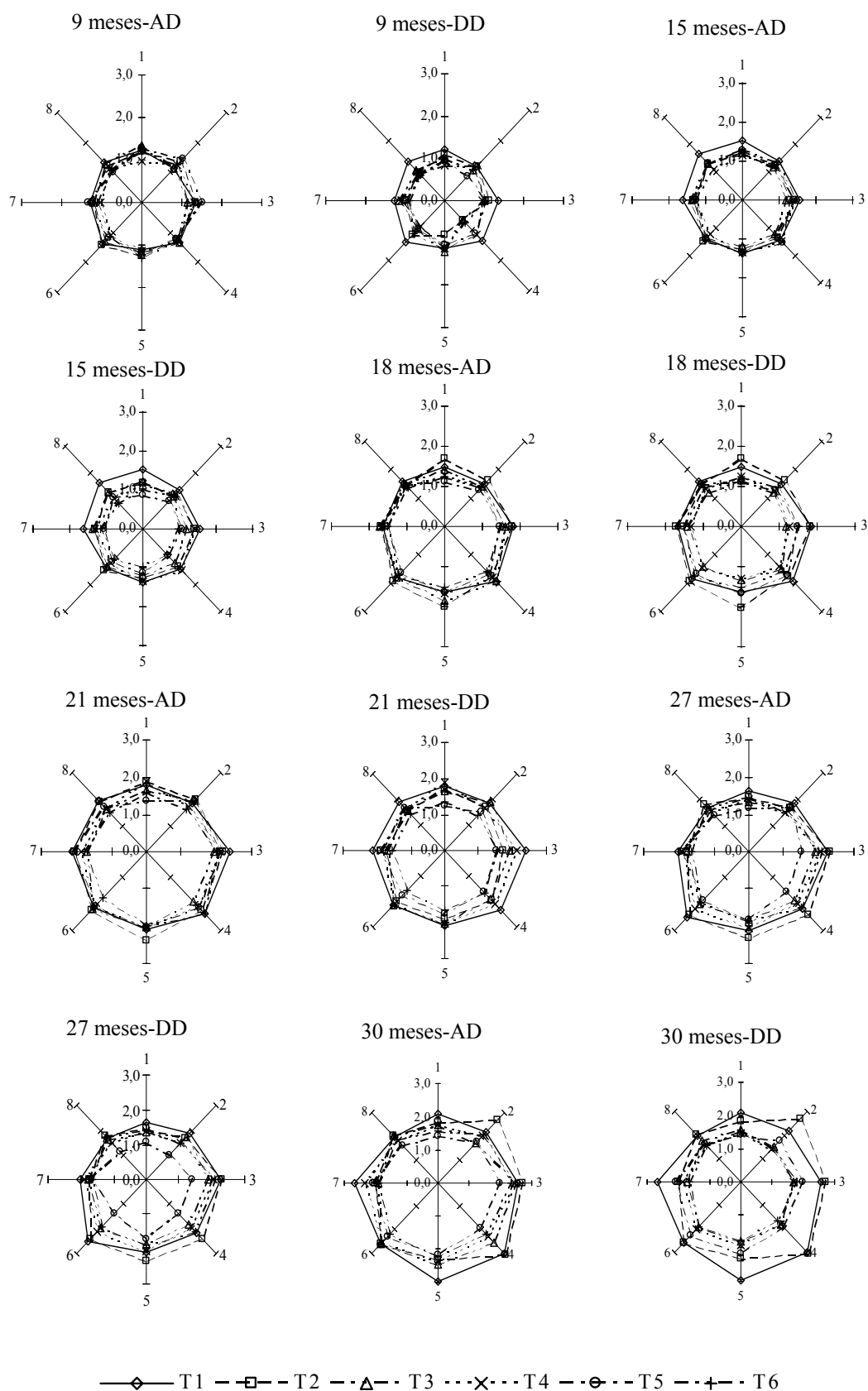
Trat.	9 meses		15 meses		18 meses		21 meses		27 meses		30 meses	
	H <sub>Des</sub>	gg	H <sub>Des</sub>	gg	H <sub>Des</sub>	gg	H <sub>Des</sub>	gg	H <sub>Des</sub>	gg	H <sub>Des</sub>	gg
Matéria seca de folhas (kg/planta)												
1												
2	0,317	0,000 (39,9)					0,806	0,000 (26,1)				
3	0,161	0,113 (34,5)			0,818	0,805 (39,8)					1,980	(22,6)
4	0,233	0,048 (35,4)			0,818	0,805 (39,8)					1,980	(22,6)
5	0,253	0,113 (46,0)	0,593	0,389 (41,9)			1,652	1,098 (50,1)	1,257	0,379 (28,4)		
6	0,222	0,088 (39,0)	0,337	0,510 (39,6)			0,731	0,667 (25,4)			1,456	(22,1)
Média	0,237	0,072 (39,0)	0,465	0,449 (40,8)	0,818	0,805 (39,8)	1,063	0,588 (33,8)	1,257	0,379 (28,4)	1,806	(22,4)
Matéria seca de galhos (kg/planta)												
1												
2	0,277	0,000 (55,3)					1,982	0,000 (49,7)				
3	0,167	0,108 (54,9)			1,061	0,736 (66,8)					4,243	(31,7)
4	0,293	0,030 (64,5)			1,061	0,736 (66,8)					4,243	(31,7)
5	0,293	0,068 (72,1)	0,444	0,305 (42,7)			1,517	1,123 (55,3)	1,178	0,335 (28,4)		
6	0,212	0,075 (57,5)	0,311	0,347 (33,7)			0,845	0,599 (34,8)			3,561	(31,5)
Média	0,248	0,056 (60,9)	0,378	0,326 (38,2)	1,061	0,736 (66,8)	1,448	0,574 (46,6)	1,178	0,335 (28,4)	4,016	(31,6)
Matéria seca de copa (folhas e galhos) (kg/planta)												
1												
2	0,594	0,000 (45,9)					2,788	0,000 (39,4)				
3	0,328	0,221 (42,4)			1,879	1,541 (50,5)					6,223	(28,1)
4	0,526	0,078 (46,6)			1,879	1,541 (50,5)					6,223	(28,1)
5	0,546	0,181 (56,1)	1,037	0,694 (42,3)			3,169	2,221 (52,5)	2,435	0,714 (28,4)		
6	0,434	0,163 (46,2)	0,648	0,857 (36,8)			1,576	1,266 (29,4)			5,017	(28,1)
Média	0,486	0,129 (47,4)	0,843	0,776 (39,5)	1,879	1,541 (50,5)	2,511	1,162 (40,4)	2,435	0,714 (28,4)	5,821	(28,1)

Trat. = tratamento de desrama artificial; H<sub>Des</sub> = biomassa removida até a altura de 1/3 ou 1/4 da altura da copa viva; gg = biomassa removida com eliminação de galhos grossos acima da altura predeterminada para desrama; números entre parênteses representam o percentual de biomassa removida (H<sub>Des</sub> + gg) em relação ao total por planta.

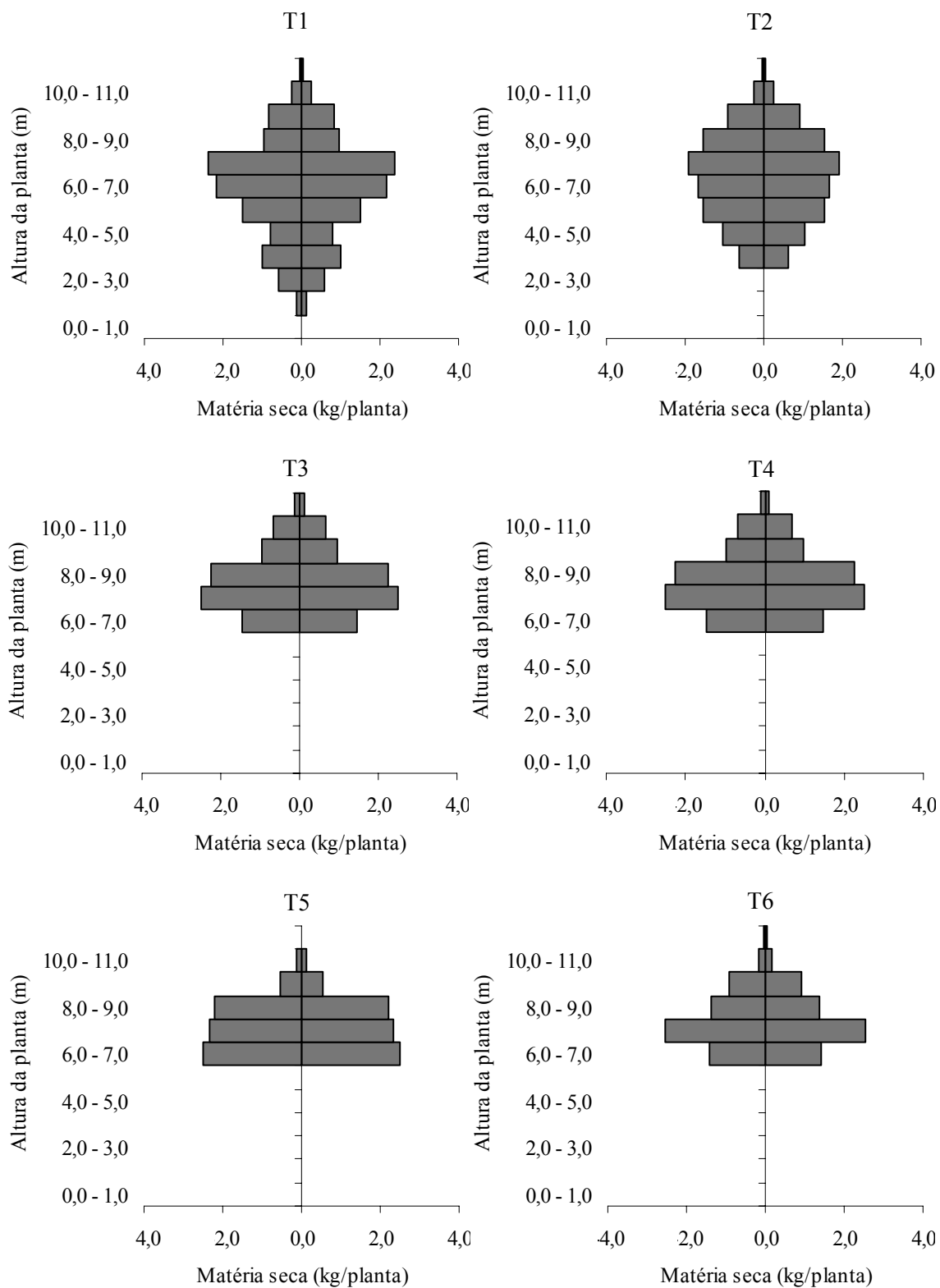
Até a última idade de avaliação (30 meses), verificou-se aumento no raio médio de copa (Figura 3), o que é justificado principalmente pela reduzida competição da parte aérea por espaço, entre as plantas do povoamento, uma vez que estas estão estabelecidas em espaçamento amplo (9,5 x 4,0 m). Em espaçamentos reduzidos, o fechamento do dossel ocorre em idades mais jovens, devido à alta competição entre as plantas, como observado por Almeida (2003), que, aos 20 meses de idade, constatou o fechamento do dossel em povoamentos de clones de *Eucalyptus grandis* x *Eucalyptus urophylla*.

Aos 9 meses de idade, após a primeira intervenção, houve redução média de 19,4% no raio médio de copa nas plantas submetidas a desrama artificial, que se mantiveram estatisticamente iguais ( $p > 0,05$ ) àquelas não-desramadas. Entre 9 e 12 meses de idade foi observado, nos tratamentos cujas plantas foram desramadas, aumento médio de 19,6% no raio médio de copa, enquanto as plantas não-desramadas apresentaram aumento de apenas 9,5 % no raio médio de copa. Essa recuperação da copa pode ser uma resposta das plantas para restabelecer a relação raiz/parte aérea (FREDERICKSEN et al., 1995; GÉNARD et al., 1998), ou, ainda, uma consequência da maior entrada de energia luminosa no povoamento após remoção de parte da copa, levando a um maior desenvolvimento dos galhos (LIMA, 2003).

Aos 30 meses de idade, depois da realização da terceira intervenção de desrama artificial nos tratamentos 3 e 4 e da quarta intervenção no tratamento 6, a matéria seca de copa (galhos vivos e mortos e folhas) variou significativamente entre os tratamentos ( $p \leq 0,05$ ). O maior valor foi observado na testemunha (21,27 kg/planta), e os menores, nos tratamentos 5 e 6 (15,42 e 13,59 kg/planta, respectivamente), uma vez que nesses tratamentos foram realizadas quatro intervenções de desrama, enquanto nos demais tratamentos as plantas foram submetidas a três intervenções, à exceção do tratamento 2. Este último apresentou elevada matéria seca de copa (19,00 kg/planta), pois as plantas foram submetidas a apenas duas intervenções, por se tratar do procedimento atualmente adotado pela empresa, em que a terceira intervenção só ocorrerá aos 33 meses de idade. A matéria seca de copa em plantas do tratamento 5 mostrou valor próximo ao encontrado nos tratamentos 3 e 4 (15,92 kg/planta, em ambos), indicando rápida recuperação de copa após realização da quarta intervenção de desrama, aos 27 meses de idade.



**Figura 3** – Projeção de copa (m) determinada a partir do maior raio em oito posições ortogonais do raio da copa, em diferentes idades, em plantas do clone 58 de eucalipto, submetidas a desrama artificial, em espaçamento de 9,5 x 4,0 m, em Vazante, MG (AD = antes da desrama; DD = depois da desrama).



**Figura 4** - Matéria seca da copa (galhos vivos e mortos e folhas) de plantas do clone 58 de eucalipto, aos 30 meses de idade, submetidas a desrama artificial, em espaçamento de 9,5 x 4,0 m, em Vazante, MG (T1 a T6 = tratamentos de desrama artificial).

## Conclusões

O clone 58 apresenta elevada capacidade de recuperação de copa após redução da área foliar das plantas, o que torna possível diminuir o intervalo de tempo entre as operações de desrama. A antecipação da desrama promove redução do núcleo nodoso e, conseqüentemente, aumento da produção de madeira limpa para serraria. Ainda, permite maior incidência de radiação fotossinteticamente ativa no interior do povoamento, por ocasião do estabelecimento da cultura agrícola e/ou pastagem na entrelinha do eucalipto.

Recomenda-se, para o clone 58, no sistema agroflorestal estudado, a aplicação de duas intervenções de desrama por ano, a partir de aproximadamente 9 meses de idade, com remoção de um terço da altura da copa viva das plantas, acrescida da remoção de alguns galhos grossos acima desta altura, em cada intervenção, até atingir seis metros de fuste livre de galhos.

## Referências

- ALMEIDA, M.L. **Desrama artificial em clones de *Eucalyptus grandis* x *E. urophylla* com diferentes arquiteturas de copa**. 2003. 119f. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa–MG.
- ASSIS JÚNIOR, S.L.; ZANUNCIO, J.C.; KASUYA, M.C.M.; COUTO, L.; MELIDO, R.C.N. Atividade microbiana do solo em sistemas agroflorestais, monoculturas, mata natural e área desmatada. **Revista Árvore**, Viçosa – MG, v.27, n.1, p.35-41, 2003.
- BERNARDO, A.L; REIS, M.G.F.; REIS, G.G.; HARRISON, R.B.; FIRME, D.J. 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.
- CHAVES, R.A. **Dinâmica de copa e crescimento de plantas de clone de *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden submetidas a desrama artificial e a desbaste**. 2005. 85f. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa–MG.
- FREDERICKSEN, T.S.; JOYCE, B.J.; SKELLY, J.M.; STEINER, K.C.; KOLB, T.E.; KOUTERICK, K.B.; SAVAGE, J.E.; SNYDER, K.R.. 1995. Physiology, morphology, and ozone uptake of black cherry seedlings, saplings, and canopy trees. **Environ. Pollut.** n.89, p.273-283, 1995.

GÉNARD, M.; PAGES, L.; KERVELLA, J. A carbon balance modelo f peach tree groth and development for studying the pruning response. **Tree Physiology**, n.18, p.351-362, 1998.

LIMA, A.P.L. **Desrama artificial em clone de *Eucalyptus grandis* (HILL ex MAIDEN)**: efeitos sobre o crescimento, a dinâmica de copa e o tempo de desrama. 2003. 200f. Tese (Doutorado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa-MG.

MEDHURST, J.L.; PINKARD, E.A.; BEADLE, C.L.; WORLEDGE, D. Increases in photosynthetic capacity of plantation-grown *Acacia melanoxylon* after formpruning. **Forest Ecology and Management**, in press, 2006.

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.

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.

MONTE, M.A. **Estrutura do dossel e crescimento após desbaste em povoamento de clone de eucalipto desramado**. 2006. 67f. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa-MG.

OLIVEIRA NETO, S.N.; REIS, G.G.; REIS, M.G.F.; NEVES, J.C.L. Produção e distribuição de biomassa em *Eucalyptus camaldulensis* Dehn. em resposta à adubação e ao espaçamento. **Revista Árvore**, v.27, p.15-23, 2003.

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.

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

REIS, G.G.; REIS, M.G.F. Desrama artificial em eucalipto e seus efeitos sobre o crescimento da planta e a qualidade da madeira. In: SEMINÁRIO SOBRE SILVICULTURA EM FLORESTAS PLANTADAS, 2., 2006, Vitória. **Anais...** Viçosa: SIF, 2006. 1 CD-ROM.

THORNTHWAITE, C.W.; MATHER, J.R. The water balance. Centerton, N.J.: Drexel Institute of Technology, 1955. 104p. (Publications in **Climatology**, v.8, n.1).

VALE, R.S.; MACEDO, R.L.G.; VENTURIN, N.; MORI, F. A.; MORAIS, A. R.. Efeito da desrama artificial na qualidade da madeira de clones de eucalipto, em sistema agrossilvopastoril. **Revista Árvore**, v.26, n.3, p.285-297, 2002.

VOTORANTIM METAIS - VMZ – Votorantim Metais Zinco S.A. Disponível em: <<http://www.vmetais.com.br>>. Acesso em: 20 dezembro de 2005.

### CAPÍTULO 3

#### **CRESCIMENTO DE CLONE DE EUCALIPTO SUBMETIDO A DESRAMA, EM SISTEMA AGROFLORESTAL**

**Resumo** – O objetivo do presente estudo foi avaliar o efeito de diferentes intensidades e frequências de desrama artificial no crescimento de plantas de clone de eucalipto, em sistema agroflorestal no espaçamento de 9,5 x 4,0 m, em Vazante, MG (17°36'S e 46°42'W). O crescimento em diâmetro, a altura total e o volume de madeira com casca não diferiram significativamente ( $p>0,05$ ) entre os tratamentos de desrama artificial até a idade de 30 meses, demonstrando que a intensidade de remoção de copa proposta neste estudo não foi suficiente para afetar negativamente o crescimento das plantas, mesmo com aplicação de quatro intervenções de desrama em um período de 18 meses. O tempo requerido para realização da desrama até 6 metros de altura nas plantas não diferiu significativamente ( $p>0,05$ ) entre os tratamentos de desrama, indicando que, quando são aplicadas quatro intervenções de desrama, não há aumento de custo para realizar essa operação. Os resultados indicam que a desrama deve ser realizada em quatro intervenções, removendo-se um terço da altura de copa viva das plantas em cada uma, com retirada de alguns galhos grossos acima desse ponto, para proporcionar ganho na qualidade da madeira para serraria e fabricação de móveis.

**Palavras-chave:** Clone de eucalipto, desrama artificial, crescimento de plantas, sistema agroflorestal, qualidade da madeira.

**Abstract** – The objective of the present study was to evaluate the effect of different intensities and frequencies of artificial pruning on the growth of the plants of a eucalypt clone in an agroforestry system with a 9,5 x 4,0 m spacing, in Vazante, MG (17°36'S and 46°42'W). The growth in diameter, total height and wood volume outside bark did not differ significantly ( $p>0.05$ ) between the pruning treatments until the age of 30 months, demonstrating that the intensity of crown removal proposed in this work was not enough to effect negatively y the growth of the plants, even with the application of four interventions in a 18 month period. The time necessary for the realization of the artificial pruning to a height of six meters did not differ significantly ( $p>0.05$ ), between the pruning treatments indicating that when there are four pruning interventions there is no increase in the cost of this operation. The results indicate that the removal of one third of the height of the crown, with the removal of some thicker branches above this point, using four interventions, with a reduction in the interval of these, allows for a gain in wood quality for sawmills and furniture fabrication.

**Keywords:** Eucalyptus clone, artificial pruning, plant growth, agroforestry system, wood quality.



## Introdução

A produção de madeira sólida com elevada qualidade, sobretudo para produção de madeira serrada e fabricação de móveis, depende, entre outros, do material genético, do espaçamento e da adoção da desrama artificial e do desbaste (ASSIS, 1996; BERNARDO et al., 1998; PIRES, 2000; LELES et al., 2001; MEDHURST et al., 2001; ALMEIDA, 2003; LIMA, 2003; CHAVES, 2005; LEITE et al., 2005; PULROLNIK et al., 2005). Usualmente, os plantios comerciais de eucalipto no Brasil têm sido estabelecidos em espaçamentos reduzidos, principalmente para produção de celulose e carvão vegetal. Em algumas situações, têm sido selecionadas algumas árvores dominantes, com fuste retilíneo, para serem exploradas nas rotações subseqüentes visando a produção de postes e madeira para serraria. A preocupação com o uso adequado da desrama e posterior desbaste em povoamentos de eucalipto estabelecidos em espaçamentos densos tem sido recente no Brasil (FINGER et al., 2001; PIRES et al., 2002; VALE et al. 2002; ALMEIDA, 2003; LIMA, 2003; CHAVES, 2005; LEITE et al., 2005; PULROLNIK et al., 2005; MONTE, 2006; POLLI et al., 2006).

Nos últimos anos, o eucalipto tem sido intensivamente usado em sistemas agroflorestais (DUBÈ et al., 2000; ANDRADE et al., 2001; VOTORANTIM METAIS ZINCO S.A., 2005), em que espaçamentos bastante amplos têm sido utilizados. As condições ambientais, especialmente no que se refere à disponibilidade de radiação, variam com o espaçamento, afetando sobretudo as características da copa (BERNARDO et al., 1998; OLIVEIRA NETO et al., 2003). A maior radiação incidindo sobre a copa, em espaçamentos amplos, entre outros, favorece a formação de galhos com grandes dimensões, enquanto, em espaçamentos fechados, pode ser observada antecipação da desrama natural e formação de galhos finos (CONTRERAS MARQUEZ, 1997; FINGER et al., 2001). Em sistemas agroflorestais, em que as árvores são distribuídas em arranjos mais abertos, há, então, necessidade de se proceder à desrama artificial de modo a possibilitar produção de madeira de qualidade elevada para serraria.

Ressalta-se que a parte basal da copa removida com a desrama se encontra parcialmente sombreada e, portanto, com baixa produção de fotoassimilados (OLIVER e LARSON, 1990). A remoção da parte basal da copa pode favorecer o crescimento da planta, em razão de redução da área transpiracional por planta (PIRES et al., 2002) e do aumento da taxa fotossintética das folhas remanescentes, conforme observado por

Tschaplinski e Blake (1989). Esse aumento no crescimento pode ser decorrente de maior exposição das folhas remanescentes à radiação. A remoção de parte da copa através da desrama artificial é, também, importante para o desenvolvimento da cultura agrícola ou pastagem em consórcio com o eucalipto, em virtude do aumento da radiação fotossinteticamente ativa na linha e entrelinha de plantio (capítulos 1 e 2).

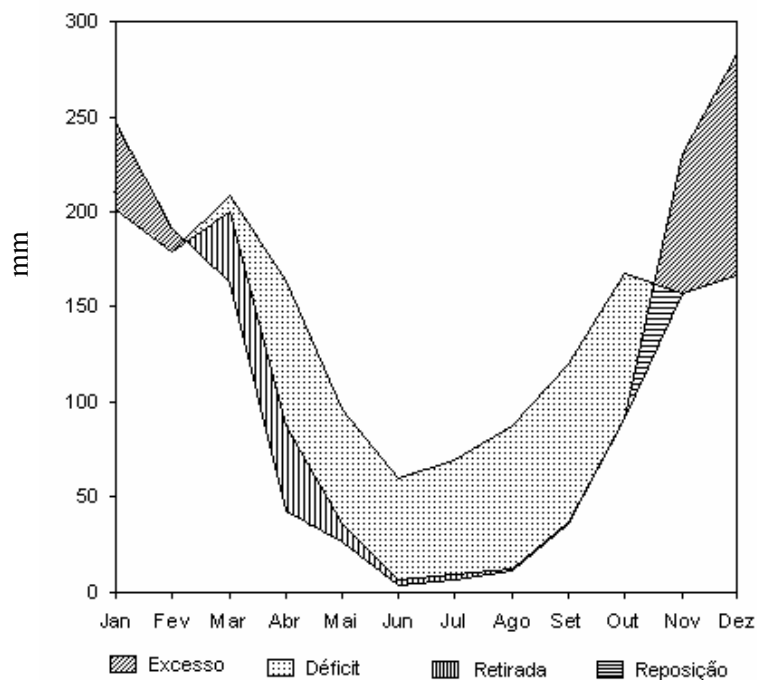
Na tomada de decisões sobre a aplicação de desrama, deve-se levar em conta a proporção da área foliar que está sendo removida (PIRES, 2000; LIMA, 2003), o que depende da arquitetura da copa da planta (ALMEIDA, 2003). Também, é importante levar em conta a capacidade de recomposição da copa das plantas (LIMA, 2003) de modo a facilitar a definição mais adequada do intervalo entre duas intervenções de desrama, para evitar efeito detrimental em seu crescimento.

O presente trabalho teve como objetivo avaliar o efeito da desrama artificial sobre o crescimento de clone de eucalipto, a fim de estabelecer o melhor método de aplicação dessa prática silvicultural, visando obter madeira de qualidade para serraria.

### **Material e métodos**

O presente estudo foi desenvolvido em povoamento de clone de eucalipto (clone 58), híbrido natural de *Eucalyptus camaldulensis* x *Eucalyptus grandis*, estabelecido no espaçamento de 9,5 x 4,0 m, em sistema agroflorestal, em área da empresa Votorantim Metais Zinco S.A (VMZ), na Fazenda Barra Grande, município de Vazante, região noroeste do Estado de Minas Gerais (17° 36' S, 46° 42' W e altitude de 550 m).

O clima da região, de acordo com a classificação de Köppen, é do tipo “AW”, caracterizado por extenso período com baixa precipitação (Figura 1). A precipitação média anual é de 1.330 mm, com evapotranspiração potencial de 1.670 mm, déficit hídrico de 486 mm no período de março a outubro e temperatura média anual de 26,3°C (VOTORANTIM METAIS ZINCO S.A., 2005). A vegetação na região é o cerrado, com variações de campo limpo até matas (cerradão), e o tipo de solo predominante é o Latossolo Vermelho distrófico com textura argilosa (VALE et al., 2002; ASSIS JÚNIOR et al., 2003).



**Figura 1** – Balanço hídrico na área experimental para o período de 1988 a 2006, segundo o método de Thornthwaite e Mather (1955).

O sistema agroflorestal utilizado no presente estudo foi estabelecido em julho de 2004 (ano zero), com o plantio irrigado do clone 58 de eucalipto, seguido da semeadura do arroz (variedade Bonança) no início da estação chuvosa (final do mês de outubro) do mesmo ano. O preparo do solo para estabelecimento do eucalipto e do arroz foi constituído de uma gradagem pesada seguida de duas gradagens niveladoras e incorporação de 4 t/ha de calcário dolomítico zinal 200 (85 % de PRNT). Na linha de plantio de eucalipto foi efetuada uma subsolagem à profundidade de 30-40 cm, com incorporação de 150 kg de fosfato reativo de gafsa por hectare. A adubação-base para o plantio do eucalipto e do arroz constituiu-se, respectivamente, de 130 g de NPK 10-28-06 + 0,5% de Zn + 0,3% de B por planta e, 300 kg de NPK 40-30-16 + 0,3% de Zn por hectare. O plantio de arroz foi estabelecido a uma distância de 1 m da linha de plantio do eucalipto, a fim de facilitar os tratos culturais e diminuir efeitos de competição entre as duas culturas. As linhas de plantio de eucalipto foram posicionadas no sentido leste-oeste, de modo que proporcionasse maior radiação solar para as culturas consorciadas nas entrelinhas. Foi realizada adubação de cobertura para o eucalipto à base de 20 g/planta de Borogram (10%B) em covetas laterais, em fevereiro de 2005.

O experimento foi estabelecido em Delineamento Inteiramente Casualizado (DIC) e constituído de seis tratamentos de desrama artificial, com três repetições,

combinando diferentes intensidades (altura de remoção dos galhos em relação à altura de copa viva) e frequências (número de intervenções necessárias para atingir 6,0 m de altura livre de galhos) de desrama (Quadro 1). O esquema utilizado foi o de parcelas subdivididas, sendo as parcelas consideradas os tratamentos de desrama, e as subparcelas, as idades de avaliação. Cada parcela foi constituída de quatro linhas de plantas ao longo do talhão, com bordadura simples e 40 plantas por linha. A partir da terceira planta da segunda e terceira linhas de cada parcela foram marcadas dez plantas, que constituíram a área útil para a avaliação permanente do crescimento das plantas.

**Quadro 1** – Tratamentos de desrama artificial aplicados em plantas de clones de eucalipto, em espaçamento de 9,5 x 4,0 m, em Vazante, MG

Trat.	Altura de copa removida	Número de intervenções	Idade de desrama (meses)	% de desrama*			
				1ª int.	2ª int.	3ª int.	4ª int.
1	-	-	-	-	-	-	-
2	1/3	2	9 e 21	100	100	-	-
3	1/3 + gg	3	9, 18 e 30	100	100	100	-
4	1/3 + gg	3	9, 18 e 30	100	80	60	-
5	1/3 + gg	4	9, 15, 21 e 27	100	80	60	60
6	1/4 + gg	4	9, 15, 21 e 30	100	80	60	60

Trat. = tratamento de desrama; gg = galhos grossos removidos acima da altura de desrama em cada tratamento; int. = intervenção de desrama; \* Percentual de plantas desramadas em relação ao total de plantas do povoamento.

Os tratamentos de desrama incluíram: a testemunha, em que as plantas não foram desramadas (tratamento 1); o método utilizado pela empresa, que envolve a remoção de um terço da altura da copa viva em todas as plantas do povoamento, aos 9 e 21 meses de idade (tratamento 2); a remoção de um terço da altura da copa viva, porém com remoção de alguns galhos grossos acima dessa altura (tratamentos 3, 4 e 5), sendo realizadas três intervenções de desrama nos tratamentos 3 e 4 (9, 18 e 30 meses de idade) e quatro intervenções no tratamento 5 (9, 15, 21 e 27 meses de idade); e a remoção de um quarto da altura da copa viva, também com remoção de alguns galhos grossos acima dessa altura (tratamento 6), sendo realizadas quatro intervenções de desrama (9, 15, 21 e 27 meses de idade).

A intervenção aos nove meses, para todos os tratamentos de desrama, foi realizada em todas as árvores para facilitar a aplicação de herbicida; objetivando redução de custos, a segunda intervenção nos tratamentos 4, 5 e 6 foi realizada apenas em 80% das árvores, com base em levantamento do número de árvores com qualidade para produção de uma tora para serraria. A partir da terceira intervenção, nesses mesmos tratamentos, com base em novo levantamento, apenas 60% das árvores do

povoamento foram desramadas. A remoção de alguns galhos grossos acima da altura de desrama preestabelecida foi adotada para reduzir o número de galhos muito grossos em intervenções subseqüentes. Foram adotadas quatro intervenções de desrama (tratamentos 5 e 6) com o intuito de permitir maior transmissividade da radiação para as demais culturas do sistema, por ocasião do seu estabelecimento, bem como promover a remoção dos galhos antes de atingirem grandes dimensões, visando melhoria na qualidade da madeira para uso em serraria. Aos 18 meses de idade, foi feita remoção da copa das plantas do tratamento 1 (não-desramadas) até a altura de 1 m, para facilitar a aplicação de herbicidas.

Foram utilizadas medições de diâmetro a 1,3 metro de altura (DAP) e da altura total das plantas, obtidas a cada três meses, dos 9 aos 30 meses de idade. Para cada uma dessas idades, a partir de 15 meses, em cada repetição, foram cubadas árvores para determinação do volume com casca, pelo método de Smalian. A partir desses dados, foi obtido o fator de forma para cada idade e determinado o volume real para as demais plantas da parcela útil. O incremento periódico dessas variáveis foi calculado através da expressão  $IP = Y_{m+n} - Y_m$  (em que:  $Y = \text{DAP, Ht e Vol}$ ;  $m = \text{idade de referência}$ ; e  $n = \text{período de tempo}$ ), de forma a representar o comportamento de crescimento das plantas ao longo do período em que foi conduzido o estudo.

Com o objetivo de avaliar o crescimento das plantas submetidas a diferentes tratamentos de desrama artificial, foram ajustadas equações de regressão para estimar o diâmetro (DAP), a altura total (Ht) e o volume de madeira com casca (Vol), em função da idade (I), utilizando-se o modelo  $\text{Ln}Y = \beta_0 + \beta_1(1/I) + \epsilon$ , em que:  $Y = \text{DAP, Ht e Vol}$ ; e  $I = \text{Idade}$ .

O tempo requerido para cada operador realizar a desrama das plantas em uma linha de plantio com 40 plantas foi cronometrado em cada intervenção, sendo incluído nesse, o tempo gasto em eventuais paradas para atendimento de necessidades pessoais e/ou manutenção das ferramentas. Na análise do tempo total requerido para desrama até seis metros de altura das plantas foram excluídas as parcelas referentes ao tratamento 2, uma vez que, aos 30 meses de idade, não havia sido realizada a última intervenção nessas plantas.

Os dados foram avaliados por meio de estatística descritiva e análise de variância a 5% de probabilidade (teste F). Para verificar a possibilidade de empregar, sem prejuízo nas estimações, equações comuns a todos os tratamentos de desrama

artificial, foi utilizado o teste de identidade de modelos de regressão, a 5% de probabilidade.

### **Resultados e discussão**

O crescimento em diâmetro a 1,3 metro de altura (DAP), a altura total e o volume de madeira com casca não variaram significativamente ( $p > 0,05$ ) entre os tratamentos de desrama artificial, em todas as idades de avaliação (Quadros 2 e 3). Os dados de DAP e volume de madeira com casca não apresentaram homogeneidade de variâncias e, por isso, foram submetidos à transformação logarítmica ( $\ln Y$ , em que  $Y = \text{DAP}$  ou  $\text{Volume}$ ) para que fossem atendidas as suposições básicas para se proceder à análise de variância.

Esse resultado pode ser explicado pelo fato de a desrama artificial não ter promovido redução tão drástica na área foliar, visto que a intervenção mais severa ocorreu aos 9 meses de idade e representou, em média, 50,0% da área foliar total das plantas. O clone 58, que é um híbrido de *Eucalyptus camaldulensis* x *Eucalyptus grandis*, caracteriza-se por apresentar copa pouco densa e galhos pendentes, com reduzida biomassa de copa e área foliar nas porções basais, conforme caracterizado no capítulo 2, através da biomassa por estrato de copa. Com a remoção parcial da copa, sobretudo removendo-se alguns galhos grossos acima da altura predeterminada para desrama artificial, a copa remanescente fica mais exposta à radiação, favorecendo a fixação de carbono, podendo até mesmo haver favorecimento do crescimento das plantas.

Em espaçamentos amplos, como observado no presente estudo, em que as plantas foram estabelecidas no espaçamento de 9,5 x 4,0 m, a estagnação do crescimento das árvores ocorre mais tarde, em razão da menor competição por recursos de crescimento (água, nutrientes e energia luminosa), resultando em maior volume individual, em relação a espaçamentos menores (CONTRERAS MARQUES, 1997; LELES et al., 2001; OLIVEIRA NETO et al., 2003). Nesse caso, as diferenças entre tratamentos de desrama quanto ao efeito sobre o crescimento das plantas possivelmente só seriam identificadas em idades mais avançadas.

**Quadro 2** - Resumo da análise de variância do diâmetro a 1,3 metro de altura (DAP), altura total (Ht) e volume de madeira com casca (Vol), em povoamento do clone 58 de eucalipto, até 30 meses de idade, em espaçamento de 9,5 x 4,0 m, submetido a desrama artificial, em Vazante, MG

FV	GL	QM
DAP (cm)		
Tratamento de desrama (DR)	5	0,03320 ns
Resíduo a	12	0,03099
Idade	7	8,62552 *
DR x Idade	35	0,00132 ns
Resíduo b	84	0,00104
CV Tratamento (%)		9,23
Ht (m)		
Tratamento de desrama (DR)	5	0,91049 ns
Resíduo a	12	1,13910
Idade	7	186,25823 *
DR x Idade	35	0,07566 ns
Resíduo b	84	0,08744
CV Tratamento (%)		14,81
Vol (m <sup>3</sup> /planta)		
Tratamento de desrama (DR)	5	0,16715 ns
Resíduo a	12	0,16217
Idade	5	19,23657 *
DR x Idade	25	0,00505 ns
Resíduo b	60	0,00421
CV Tratamento (%)		11,60

\*  $p \leq 0,05$ ; ns  $p > 0,05$ .

Alguns autores, de maneira similar ao observado no presente estudo, não têm constatado diferença significativa no crescimento de plantas submetidas a desrama artificial. A aplicação de desrama artificial não influenciou o crescimento em diâmetro e volume em três clones de *Eucalyptus grandis* x *E. urophylla* com diferentes arquiteturas de copa, estabelecidos na região de Alcobaça, BA (ALMEIDA, 2003). Esse autor recomenda remoção de no máximo 40,0% da área foliar total das plantas em cada intervenção, para que não haja prejuízo principalmente no crescimento em diâmetro e volume.

**Quadro 3** – Diâmetro a 1,3 metro de altura (DAP), altura total (Ht) e volume de madeira com casca (Vol) médios, entre 9 e 30 meses de idade, em povoamento do clone 58 de eucalipto em espaçamento de 9,5 x 4 m, submetido a diferentes tratamentos de desrama artificial, em Vazante, MG

Idade (meses)	DAP (cm)	Ht (m)	Volume (m <sup>3</sup> /planta)
9	1,97	3,07	-
12	3,53	3,97	-
15	4,92	4,35	0,0066
18	6,75	6,35	0,0137
21	9,33	8,48	0,0311
24	11,17	9,90	0,0521
27	12,73	10,22	0,0668
30	14,17	11,42	0,1000

Finger et al. (2001) não observaram efeito negativo sobre o crescimento em diâmetro, altura e produção volumétrica em plantas de *Eucalyptus saligna*, em espaçamento de 4,0 x 1,5 m, aos 5 anos de idade, submetidas a diferentes intensidades de desrama artificial, no município de Eldorado do Sul, RS. Segundo esses autores, os resultados obtidos indicam ser possível aplicar a desrama na intensidade de até 80,0% da altura total das plantas, sem prejuízo do crescimento destas. Contudo, vale salientar que essa intensidade baseou-se na altura total da planta e não na altura da copa viva, e aos dois anos de idade, quando ocorreu a desrama, a senescência foliar deveria ser elevada, conforme discutido por Reis e Reis (2006).

Quando a remoção de copa viva é muito drástica, pode haver comprometimento no crescimento de plantas submetidas a desrama artificial. Após remoção de 75,0% da altura da copa viva, o que correspondeu a 98,0% de remoção da área foliar total, em plantas de *Eucalyptus grandis*, aos 11 meses de idade, Pires et al. (2002) verificaram redução de 26,7% para o diâmetro, 28,0% para a altura e 45,0% para o volume, aos 92 meses de idade, em relação às plantas controle. Pinkard e Beadle (1998) constataram redução no crescimento em diâmetro e altura em plantas de *Eucalyptus nitens* aos 5 anos de idade, na Tasmânia, após remoção de 70,0% da altura da copa viva.

O incremento periódico trimestral foi similar em todos os tratamentos, tendo sido observado incremento ligeiramente menor em plantas do tratamento 3, com remoção de um terço da altura da copa mais galhos grossos acima dessa altura. Nesse



tratamento, foram desramadas todas as árvores do povoamento, inclusive plantas muito dominadas, que podem ter sido submetidas à remoção de copa superior ao preconizado para o tratamento. Dessa forma, com a drástica redução da copa, pode ter ocorrido redução no crescimento apenas nessas árvores, interferindo no valor médio, quando são consideradas as demais plantas desse tratamento.

Aos 30 meses de idade, três meses após a quarta intervenção de desrama artificial, o tratamento 5 apresentou indicação de rápida recomposição do crescimento, baseando-se no incremento periódico trimestral. A antecipação da remoção dos galhos basais no início da estação chuvosa – que geralmente podem representar drenos de fotoassimilados – pode ter favorecido o desenvolvimento das plantas, uma vez que possibilita maior incidência de radiação nas folhas remanescentes, no período em que as condições de temperatura e umidade são favoráveis ao crescimento das plantas. Segundo Pires et al. (2002), a retirada destes galhos pode ser determinante para o crescimento de plantas, principalmente em regiões com deficiência hídrica prolongada no solo.

O intervalo entre as intervenções de desrama determina o grau de recuperação da copa da planta (PINKARD e BEADLE, 1998) e pode variar, entre outros, com a espécie, a taxa de crescimento e a qualidade do sítio (LIMA, 2003). Dessa forma, no presente estudo, os intervalos entre duas intervenções de desrama artificial, ainda que reduzidos em alguns tratamentos, foram suficientes para que houvesse recuperação da altura de copa viva das plantas, pelo menos ao nível em que elas se apresentavam antes das intervenções de desrama. O incremento periódico médio em altura total e volume de madeira com casca evidencia a rápida recuperação do crescimento das plantas, em todos os tratamentos, após o início do período de chuvas na região, que se inicia no final do mês de outubro.

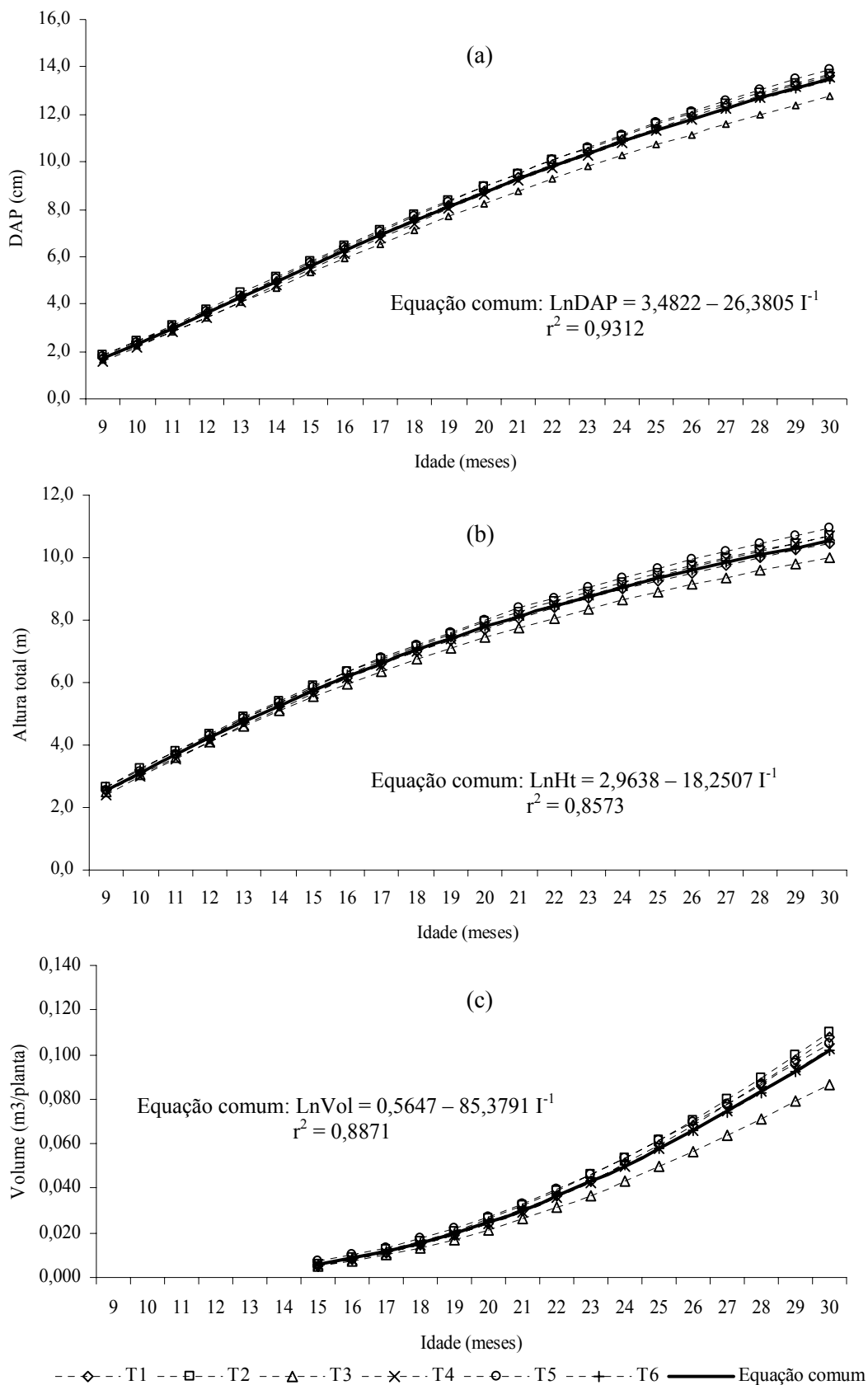
O espaçamento amplo entre as árvores pode estimular o crescimento dos galhos, sobretudo na parte inferior da copa das plantas, e, como consequência do aumento no diâmetro dos galhos, ocorre depreciação da qualidade da madeira, pelo aumento do tamanho dos nós (MONTAGU et al., 2003; POLLI et al., 2006). Assim, a proposta de antecipar as intervenções de desrama artificial pode constituir um fator de grande importância no manejo de um povoamento estabelecido em sistema agroflorestal, para produção de madeira de qualidade. A desrama precoce implica remoção dos galhos ainda com tamanho reduzido, produzindo ferimentos de menor

diâmetro e demandando menor tempo de cicatrização, antecipando assim o início da produção de madeira limpa (PULROLNIK, 2002; POLLI, et al., 2006).

Por meio do teste de identidade de modelos, verificou-se que não há diferença significativa ( $p > 0,05$ ) entre cada grupo de equações para estimar o DAP, a altura total e o volume de madeira com casca, indicando ser possível utilizar uma única equação para todos os tratamentos, dentro de cada grupo. Na Figura 2 são apresentadas as curvas de crescimento, geradas a partir das equações de regressão ajustadas para DAP, altura e volume em função da idade, que demonstram a semelhança no comportamento dos diferentes tratamentos de desrama ao longo do período de tempo estudado, indicando que a remoção de copa proposta no presente estudo não promove redução do crescimento das plantas.

Aos 30 meses de idade, não foi observada diferença significativa ( $p > 0,05$ ) no tempo médio (Quadro 4) gasto para desramar as plantas dos tratamentos 3 a 6 (54,3; 48,8; 47,9; e 52,0 horas por hectare, respectivamente), até seis metros de altura (Quadro 5). O tempo médio gasto para desrama artificial nesses quatro tratamentos foi de 50,7 horas por hectare. Lima (2003), avaliando o tempo médio gasto para desramar plantas de clone de *E. grandis* até três metros de altura, em espaçamento de 3 x 3 m, não verificou diferença ao variar intensidades e frequências de desrama, e o tempo registrado variou de 64,2 a 82,1 horas/ha. Para cada intervenção realizada por essa autora, o tempo médio de desrama aumentou com a intensidade de desrama na primeira.

Considerando que a desrama artificial é uma técnica dispendiosa e que seus benefícios são alcançados somente em longo prazo (LIMA, 2003), é necessário que o planejamento de um programa de desrama seja realizado de maneira criteriosa, especialmente quando há maior número de intervenções, para se atingir a altura de fuste livre de galhos desejada, como no caso dos tratamentos 5 e 6, propostos no presente trabalho. Diversos fatores influenciam o custo da operação de desrama artificial, entre eles o diâmetro, o número e a distribuição dos galhos ao longo da copa, que interferem diretamente no tempo requerido para remoção desses galhos (PULROLNIK, 2002; LIMA, 2003).



**Figura 2** – Curvas de crescimento em DAP (a), em cm, altura total (b), em m, e volume de madeira com casca (c), em m<sup>3</sup>/planta, de plantas do clone 58 de eucalipto, submetidas a desrama artificial, em espaçamento de 9,5 x 4,0 m, em Vazante, MG.

Os tempos requeridos para realização da desrama nos tratamentos 5 e 6, apresentaram-se estatisticamente iguais aos dos demais tratamentos (Quadros 4 e 5), apesar de as plantas desses tratamentos terem sido submetidas a quatro intervenções de desrama, com remoção de um terço e um quarto da altura de copa viva das plantas, respectivamente. Esse resultado indica que os custos para promover intervenções de desrama com maior frequência e em intervalos mais curtos não promovem aumento do custo total dessa prática silvicultural. Contudo, a proposta de antecipar a aplicação da desrama, ou seja, reduzir o intervalo de tempo entre duas intervenções consecutivas, pode implicar ganho de extensão de madeira limpa, menor tempo de cicatrização de feridas e redução no tamanho dos nós, visto que em idades mais jovens são removidos, em geral, galhos vivos e finos (PULROLNIK, 2002; VALE et al., 2002; POLLI et al., 2006). Além do ganho em qualidade da madeira, a antecipação da desrama, especialmente a segunda intervenção, proporcionou maior incidência de radiação no interior do povoamento na época do estabelecimento da soja na entrelinha do eucalipto, conforme discutido nos capítulos 1 e 2, o que pode contribuir de maneira significativa para manutenção ou aumento da produtividade do sistema.

**Quadro 4** - Resumo da análise de variância do tempo total gasto, em minutos, por quatro operadores, para desramar uma parcela experimental, em povoamento do clone 58 de eucalipto, em espaçamento 9,5 x 4,0 m, em Vazante, MG

	FV	GL	QM
Tratamento de desrama (DR)		3	137,2897 ns
Resíduo		8	113,1355
Coefficiente de variação (%)		31,67	9,19

ns p>0,05.

**Quadro 5** – Tempo gasto, em horas, para um operador desramar um hectare, em povoamento do clone 58 de eucalipto, em espaçamento de 9,5 x 4,0 m, em Vazante, MG

Tratamento de desrama	Idade (meses)						Total*
	9	15	18	21	27	30	
3	10,3	0,0	18,5	0,0	0,0	25,5	54,3
4	9,9	0,0	13,6	0,0	0,0	25,3	48,8
5	9,8	12,4	0,0	12,2	13,5	0,0	47,9
6	7,7	14,0	0,0	13,7	0,0	16,6	52,0

\*Tempo gasto para remover galhos até seis metros de altura nas plantas, em três (tratamentos 3 e 4) ou quatro (tratamentos 5 e 6) intervenções de desrama.

## Conclusões

A aplicação de desrama artificial nas intensidades e frequências utilizadas no presente trabalho não promove efeito negativo sobre o crescimento em diâmetro a 1,3 metro de altura e altura total e a produção volumétrica nas plantas do clone 58 até a idade de 30 meses, indicando ser possível remover aproximadamente um terço da altura da copa viva da planta, inclusive com remoção de alguns galhos grossos acima dessa altura.

Como não há diferença no tempo requerido para realizar a desrama artificial até seis metros de altura das plantas, a desrama deve ser realizada em quatro intervenções, com remoção de um terço da altura da copa viva das plantas em cada uma, até atingir seis metros de fuste livre de galhos, visando ganho na qualidade da madeira para serraria.

## Referências

- ALMEIDA, M.L. **Desrama artificial em clones de *Eucalyptus grandis* x *E. urophylla* com diferentes arquiteturas de copa.** 2003. 119f. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa–MG.
- ANDRADE, C.M.S.; GARCIA, R.; COUTO, L.; PEREIRA, O.G. Fatores limitantes ao crescimento do capim-Tanzânia em um sistema agrossilvipastoril com eucalipto, na região dos Cerrados de Minas Gerais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, n.4, p.78-85, 2001.
- ASSIS JÚNIOR, S.L.; ZANUNCIO, J.C.; KASUYA, M.C.M.; COUTO, L.; MELIDO, R.C.N. Atividade microbiana do solo em sistemas agroflorestais, monoculturas, mata natural e área desmatada. **Revista Árvore**, Viçosa – MG, v.27, n.1, p.35-41, 2003.
- ASSIS, T.F. Melhoramento genético do eucalipto. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.18, n.185, p.201-209, 1996.
- BERNARDO, A.L; REIS, M.G.F.; REIS, G.G.; HARRISON, R.B.; FIRME, D.J. 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.
- CHAVES, R.A. **Dinâmica de copa e crescimento de plantas de clone de *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden submetidas a desrama artificial e a desbaste.** 2005. 85f. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa – MG, 2005.

- CONTRERAS MARQUEZ, C.E. **Estudo silvicultural e econômico de povoamentos de eucalipto na região de cerrado de Minas Gerais**. 1997. 131f. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa–MG.
- DUBÈ, F.; COUTO, L.; GARCIA, R.; ARAÚJO, G.A.A.; LEITE, H.G.; SILVA, M.L. Avaliação econômica de um sistema agroflorestal com *Eucalyptus* sp. no noroeste de Minas Gerais: o caso da Companhia Mineira de Metais. **Revista Árvore**, v.24, n.4, p.437-443, 2000.
- FINGER, C.A.G.; SCHNEIDER, P.R.; BAZZO, J.L.; KLEIN, J.E.M. Efeito da intensidade de desrama sobre o crescimento e a produção de *Eucalyptus saligna* Smith. **Cerne**, v.7, n.2, p.53-64, 2001.
- LEITE, H.G.; NOGUEIRA, G.S.; CAMPOS, J.C.C.; SOUZA, A.L. de; CARVALHO, A. Avaliação de um modelo de distribuição diamétrica ajustado para povoamentos de *Eucalyptus* sp. submetidos a desbaste. **Revista Árvore**, Viçosa – MG, v.29, n.2, p.271-280, 2005.
- LELES, P.S.; REIS, G.G.; REIS, M.G.F.; MORAIS, É.J. Crescimento, produção e alocação de matéria seca de *Eucalyptus camaldulensis* e *E. pellita* sob diferentes espaçamentos na região de cerrado, MG. **Scientia Florestalis**, Piracicaba, v. 59, p. 78-87, 2001.
- LIMA, A.P.L. **Desrama artificial em clone de *Eucalyptus grandis* (HILL ex MAIDEN):** efeitos sobre o crescimento, a dinâmica de copa e o tempo de desrama. 2003. 200f. Tese (Doutorado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa-MG.
- 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.
- 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.
- MONTE, M.A. **Estrutura do dossel e crescimento após desbaste em povoamento de clone de eucalipto desramado**. 2006. 67f. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa-MG.
- OLIVEIRA NETO, S.N.; REIS, G.G.; REIS, M.G.F.; NEVES, J.C.L. Produção e distribuição de biomassa em *Eucalyptus camaldulensis* Dehn. em resposta à adubação e ao espaçamento. **Revista Árvore**, v.27, p.15-23, 2003.
- OLIVER, C.D.; LARSON, B.C. **Forest stand dynamics**. New York: McGraw-Hill, Inc. 1990. 467 p.

PIRES, B.M.; REIS, M.G.F.; REIS, G.G. Crescimento de *Eucalyptus grandis* submetido a diferentes intensidades de desrama artificial na região de Dionísio, MG. **Brasil Florestal**, Brasília – DF, n.73, p.14-22, abril 2002.

PIRES, B.M. **Efeito da desrama artificial no crescimento e qualidade da madeira de *Eucalyptus grandis* para serraria e fabricação de móveis**. 2000. 96f. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa–MG.

PINKARD, E.A.; BEADLE, C.L. Effects of green pruning on growth and stem shape of *Eucalyptus nitens* (Deane and Maiden) Maiden. **New Forests**, v.15, p.107-126, 1998.

POLLI, H.Q.; REIS, G.G.; REIS, M.G.F.; VITAL, B.R.; PEZZOPANE, J.E.M.; FONTAN, I.C.I. Qualidade da madeira em clone de *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden submetido a desrama artificial. **Revista Árvore**, Viçosa – MG, v.30, n.4, p.557-566, 2006.

PULROLNIK, K.; REIS, G.G.; REIS, M.G.F.; MONTE, M.A.; FONTAN, I.C.I. Crescimento de plantas de clone de *Eucalyptus grandis* [Hill ex maiden] submetidas a diferentes tratamentos de desrama artificial, na região de cerrado. **Revista Árvore**, Viçosa – MG, v.29, n.4, p.495-505, 2005.

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

REIS, G.G.; REIS, M.G.F. Desrama artificial em eucalipto e seus efeitos sobre o crescimento da planta e a qualidade da madeira. In: SEMINÁRIO SOBRE SILVICULTURA EM FLORESTAS PLANTADAS, 2., 2006, Vitória. **Anais...** Viçosa: SIF, 2006. 1 CD-ROM.

THORNTHWAITE, C.W.; MATHER, J.R. The water balance. Centerton, N.J.: Drexel Institute of Technology, 1955. 104p. (Publications in **Climatology**, v.8, n.1).

TSCHAPLINSKI, J.T.; BLAKE, T.J. Photosynthetic revigoration of leaves following shoot decapitation and accelerated growth of coppice shoots. **Physiologia Plantarum**, v.75, p.157-165, 1989.

VALE, R.S.; MACEDO, R.L.G.; VENTURIN, N.; MORI, F.A.; MORAIS, A.R.. Efeito da desrama artificial na qualidade da madeira de clones de eucalipto, em sistema agrossilvipastoril. **Revista Árvore**, v.26, n.3, p.285-297, 2002.

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

VOTORANTIM METAIS - VMZ – Votorantim Metais Zinco S.A. Disponível em: <<http://www.vmetais.com.br>>. Acesso em: 20 dezembro de 2005.

## CONCLUSÕES GERAIS

Os resultados do presente estudo permitiram as seguintes conclusões:

1. O programa de desrama deve ser diferenciado para cada clone estudado devido às diferenças em arquitetura de copa, especialmente no que se refere à distribuição de biomassa de folhas ao longo da copa das plantas.
2. O clone 58, híbrido de *Eucalyptus camaldulensis* x *E. grandis*, é o mais indicado para estabelecimento em sistema agroflorestal, visto que permite maior incidência de radiação fotossinteticamente ativa (RFA) na entrelinha do povoamento.
3. A desrama deve ser realizada em quatro intervenções, com remoção de um terço da altura da copa viva das plantas em cada uma, até atingir seis metros de fuste livre de galhos, visando ganho na qualidade da madeira para serraria.