

ANA PAULA LEITE DE LIMA

DESRAMA ARTIFICIAL EM CLONE DE *Eucalyptus grandis* (HILL ex MAIDEN):
EFEITOS SOBRE O CRESCIMENTO, A DINÂMICA DE COPA E O TEMPO
DE DESRAMA

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

VIÇOSA
MINAS GERAIS – BRASIL
2003

ANA PAULA LEITE DE LIMA

DESRAMA ARTIFICIAL EM CLONE DE *Eucalyptus grandis* (HILL ex MAIDEN):
EFEITOS SOBRE O CRESCIMENTO, A DINÂMICA DE COPA E O TEMPO
DE DESRAMA

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

APROVADA EM: 5 de agosto de 2003.

Prof^ª Maria das Graças Ferreira Reis
(Conselheira)

Prof^ª Rita de Cássia Gonçalves Borges
(Conselheira)

Prof. Paulo Roberto Cecon

Prof. Silvio Nolasco de Oliveira Neto

Prof. Geraldo Gonçalves dos Reis
(Orientador)

Aos meus pais João e Mariazinha, com eterna gratidão.

Ao meu marido Sebastião e à minha querida filha Sophia, com todo o meu amor.

AGRADECIMENTOS

A Deus, por seu amor infinito e presença constante em todos os momentos da minha vida.

Ao meu marido Sebastião, pelo apoio, carinho e compreensão concedidos em todos os momentos.

À minha querida filha Sophia, pelo carinho, companheirismo e alegria que me proporciona.

Em especial aos meus pais João Batista Leite e Maria da Consolação Guimarães Leite e aos meus irmãos Júnior, Cristiane e Fabrício, pelo incentivo, confiança e amor ao longo de toda minha vida.

À Universidade Federal de Viçosa e ao Departamento de Engenharia Florestal, pela oportunidade de realização do curso.

À Companhia Agrícola e Florestal Santa Bárbara Ltda. (CAF/Santa Bárbara Ltda.), em especial ao Engenheiro Florestal Roosevelt de Paula Almado, aos funcionários Euzébio, Zezé e Marcílio e aos demais funcionários da CAF, pela contribuição no desenvolvimento deste trabalho.

Aos órgãos financiadores de pesquisa CAPES, CNPq e FAPEMIG, pelo apoio financeiro e bolsa de estudo.

Aos professores Geraldo Gonçalves dos Reis e Maria das Graças Ferreira Reis, pela amizade, confiança, ensinamentos e orientação, imprescindíveis em todas as fases do curso e da minha vida pessoal.

À professora Rita de Cássia Gonçalves Borges, pela atenção, aconselhamento, sugestões e esclarecimentos, que tornaram possível a execução deste trabalho.

Ao professor Paulo Roberto Cecon, do Departamento de Informática, pelos ensinamentos e ajuda, o que muito contribuiu para a execução desta pesquisa.

Aos professores José Eduardo Macedo Pezzopane e Júlio César Lima Neves, pela ajuda e colaboração em decisões do trabalho.

Aos funcionários do Departamento de Engenharia Florestal e da Biblioteca da SIF, pela ajuda em horas de dificuldades.

A toda a equipe de pós-graduação e graduação do Laboratório de Ecologia e Fisiologia Florestal do Departamento de Engenharia Florestal, pela amizade, carisma, auxílio e esforço na coleta de dados, em especial a José Humberto, José Eduardo, Karina, Moacir, Cassiano, Ana Cláudia, Crodoaldo, Pedro, Fernanda, Henrique, Jonathan, Ivan, Marco Antonio, Rogério e Sílvia.

Aos meus amigos, Hudson, Cássia e Natália pelo apoio, incentivo e amizade quando eu mais precisei.

Aos amigos e companheiros de trabalho da BIOS Engenharia e Meio Ambiente e, ao José Luciano e André, pelo auxílio na finalização dos desenhos da tese.

E a todos aqueles que, direta ou indiretamente, contribuíram para a realização desta tese.

BIOGRAFIA

ANA PAULA LEITE DE LIMA, filha de João Batista Leite e Maria da Consolação Guimarães Leite, nasceu no Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, em 05 de março de 1969.

Em agosto de 1987, iniciou o Curso de Engenharia Florestal, pela Escola Superior de Agricultura de Lavras, em Lavras, Minas Gerais, graduando-se em julho de 1993.

Em março de 1995 iniciou o curso de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, na área de silvicultura, na Universidade Federal de Lavras, Minas Gerais, tendo obtido o título de *Magister Scientiae* em fevereiro de 1998.

Em Abril de 1999, iniciou o Curso de Pós-Graduação em Ciência Florestal, na área de Silvicultura, na Universidade Federal de Viçosa, Minas Gerais, concluindo os requisitos indispensáveis para obtenção do título de *Doctor Scientiae* em 2003.

Atualmente é professora do curso de agronomia de Faculdade de Ciência e Tecnologia de Unaí, Minas Gerais.

CONTEÚDO

	Página
RESUMO.....	xi
ABSTRACT.....	xiii
1. INTRODUÇÃO GERAL	1
2. OBJETIVOS	3
2.1. Geral.....	3
2.2. Específicos.....	3
CAPÍTULO I.....	5
APLICAÇÃO DE DESRAMA EM CLONE DE <i>Eucalyptus grandis</i> [HILL ex MAIDEN] EM DIFERENTES ÉPOCAS, FREQUÊNCIAS E INTENSIDADES E SEUS EFEITOS SOBRE O CRESCIMENTO DA PLANTA.....	5
1. INTRODUÇÃO	5
2. REVISÃO DE LITERATURA	7
3. MATERIAL E MÉTODOS	15
3.1. Localização do experimento.....	15
3.2. Instalação do experimento.....	16
3.3. Avaliações do crescimento.....	20
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	25
4.1. Primeira época de desrama.....	25

	Página
4.1.1. Crescimento em diâmetro.....	25
4.1.2. Crescimento em altura.....	31
4.1.3. Produção volumétrica.....	34
4.2. Segunda época de desrama.....	35
4.2.1. Crescimento em diâmetro.....	35
4.2.2. Crescimento em altura.....	39
4.2.3. Produção volumétrica.....	43
4.3. Terceira época de desrama.....	44
4.3.1. Crescimento em diâmetro.....	44
4.3.2. Crescimento em altura.....	48
4.3.3. Produção volumétrica.....	52
5. CONCLUSÕES.....	54
CAPÍTULO II.....	56
APLICAÇÃO DE DESRAMA EM CLONE DE <i>Eucalyptus grandis</i> [HILL ex MAIDEN] EM DIFERENTES ÉPOCAS, FREQUÊNCIAS E INTENSIDADES E SEUS EFEITOS SOBRE A DINÂMICA DE COPA.....	56
1. INTRODUÇÃO	56
2. REVISÃO DE LITERATURA	58
3. MATERIAL E MÉTODOS	65
3.1. Localização e instalação do experimento.....	65
3.2. Avaliação de parâmetros de arquitetura de copa.....	65
3.2.1. Distribuição de galhos na copa.....	65
3.2.2. Área de copa projetada no terreno.....	66
3.2.3. Simulação da ocupação do terreno.....	68
3.2.4. Estimativa do índice de área foliar (IAF).....	68
3.2.5. Medição da radiação fotossinteticamente ativa.....	69
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	73
4.1. Distribuição dos galhos na copa.....	73
4.1.1. Primeira época de desrama.....	73
4.1.2. Segunda época de desrama.....	79
4.1.3. Terceira época de desrama.....	84

	Página
4.2. Projeção das copas.....	87
4.2.1. Primeira época de desrama.....	87
4.2.2. Segunda época de desrama.....	90
4.2.3. Terceira época de desrama.....	92
4.3. Dinâmica de copa em povoamentos submetidos a diferentes tratamentos de desrama.....	95
4.4. Caracterização do índice de área foliar (IAF).....	102
4.4.1. Primeira época de desrama.....	102
4.4.2. Segunda época de desrama.....	105
4.4.3. Terceira época de desrama.....	107
4.5. Caracterização da transmissividade da radiação fotossinteticamente ativa.....	109
4.5.1. Primeira época de desrama.....	109
4.5.2. Segunda época de desrama.....	111
5. CONCLUSÕES	113
CAPÍTULO III.....	115
BIOMASSA E ACÚMULO DE MANTA ORGÂNICA EM POVOAMENTO DE CLONE DE <i>Eucalyptus grandis</i> [HILL ex MAIDEN] SUBMETIDO A DIFERENTES TRATAMENTOS DE DESRAMA ARTIFICIAL.....	115
1. INTRODUÇÃO.....	115
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	117
3. MATERIAL E MÉTODOS	122
3.1. Localização e instalação do experimento.....	122
3.2. Biomassa de resíduos da desrama (folhas e galhos)	122
3.3. Amostragem da manta orgânica.....	123
3.4. Análise de dados.....	123
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	125
4.1. Remoção de biomassa de copa em plantas de <i>E. grandis</i> submetidas a diferentes tratamentos de desrama.....	125
4.1.1. Primeira e segunda época de desrama.....	125
4.2.1. Terceira época de desrama.....	131

	Página
4.2. Acúmulo de manta orgânica em povoamento de clone de <i>Eucalyptus grandis</i> submetido a diferentes tratamentos de desrama.....	132
4.2.1. Primeira época de desrama.....	132
4.2.2. Segunda época de desrama.....	135
4.1.3. Terceira época de desrama.....	138
5. CONCLUSÕES.....	139
CAPÍTULO IV.....	141
AVALIAÇÃO DO “STATUS” HÍDRICO DE PLANTAS DE CLONE DE <i>Eucalyptus grandis</i> [HILL ex MAIDEN] SUBMETIDAS A DIFERENTES TRATAMENTOS DE DESRAMA ARTIFICIAL.....	141
1. INTRODUÇÃO.....	141
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	143
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	149
3.1. Localização e instalação do experimento.....	149
3.2. Relações hídricas.....	150
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	152
4.1. Relações hídricas.....	152
4.1.1. Potencial hídrico.....	152
4.1.2. Condutância estomática.....	155
4.1.3. Transpiração foliar.....	157
4.1.4. Temperatura foliar.....	161
5. CONCLUSÕES.....	163
CAPÍTULO V.....	164
TEMPO REQUERIDO PARA OPERAÇÃO DE DESRAMA ARTIFICIAL EM POVOAMENTO DO CLONE 24504 DE <i>Eucalyptus grandis</i> [HILL ex MAIDEN] NA REGIÃO DE CERRADO, MG.....	164
1. INTRODUÇÃO.....	164
2. MATERIAL E MÉTODOS.....	167
2.1. Localização e instalação do experimento.....	167
2.2. Tempo de desrama.....	167
2.3. Análise de dados.....	168

	Página
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	169
3.1. Primeira época de desrama.....	169
3.2. Segunda época de desrama.....	171
3.3. Terceira época de desrama.....	173
4. CONCLUSÕES.....	175
CONCLUSÕES GERAIS	176
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	177
APÊNDICE.....	189
APÊNDICE A.....	190

RESUMO

LIMA, Ana Paula Leite de, D. S., Universidade Federal de Viçosa, agosto de 2003. **Desrama artificial em clone de *Eucalyptus grandis* (HILL ex MAIDEN): efeitos sobre o crescimento, a dinâmica de copa e o tempo de desrama.** Orientador: Geraldo Gonçalves dos Reis. Conselheiras: Maria das Graças Ferreira Reis e Rita de Cássia Gonçalves Borges.

O presente estudo trata-se da análise das respostas das plantas do clone 24504 de *Eucalyptus grandis* (HILL ex MAIDEN), estabelecido em espaçamento 3 x 3 m, pertencente à CAF/Santa Bárbara Ltda., em Abaeté, MG, submetidas a diferentes intensidades (altura de desrama), frequências (número de intervenções) e três épocas de início da primeira intervenção de desrama, seguindo o arranjo de parcelas subdivididas, em delineamento inteiramente casualizado, com três repetições. A primeira intervenção de desrama ocorreu em março de 2000, em plantas de 16 meses, para a primeira época, em julho de 2000, em plantas de 20 meses, para a segunda época e,, em março de 2001, em plantas de 28 meses de idade, para a terceira época de desrama. A última intervenção, quando a desrama se estendeu até 3,0 m de altura do fuste, ocorreu aos 28 meses de idade, para a primeira época e, aos 33 meses de idade, para a segunda e, terceira épocas. O diâmetro a 1,30 m de altura, a altura das árvores, a distribuição dos galhos vivos e mortos na copa, a projeção de copa, o índice de área foliar (IAF), a radiação fotossinteticamente

ativa (RFA), o acúmulo de manta orgânica e o tempo de desrama foram avaliados por ocasião de cada intervenção de desrama e, alguns desses parâmetros foram avaliados até 45 meses de idade. Aos 18 meses, o potencial hídrico, a condutância estomática, a transpiração foliar e a temperatura foliar foram avaliados em plantas submetidas a desrama até 0,5 m, 1,0 m, 1,5 m e na testemunha, referentes à primeira época de desrama. A desrama artificial não afetou significativamente o crescimento em diâmetro e altura, para as três épocas de desrama avaliadas. Quanto a produção volumétrica, foram verificadas diferenças estatísticas significativas, ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F, apenas entre os tratamentos da terceira época. A desrama artificial promoveu redução na projeção de copa das plantas e no IAF e aumento na transmissividade da RFA. Porém, essas plantas mostraram elevada capacidade de recuperação em IAF e projeção de copa e, aos 45 meses de idade, não foram observadas diferenças significativas quanto ao IAF. A desrama artificial promoveu acúmulo de manta orgânica no solo, durante um determinado período de crescimento das plantas e houve tendência de aumento no acúmulo com o aumento da intensidade, após cada intervenção. O número de intervenções necessárias para desramar até três metros de altura das árvores influenciou no tempo de desrama. Com base nos resultados dessa pesquisa, recomenda-se, para esse clone, nas condições desse estudo, a utilização de duas intervenções de desrama para se alcançar três metros de tora limpa, sendo a primeira, aproximadamente, aos 20 meses de idade, removendo-se até 1,0 ou 1,5 m de altura e, a segunda aproximadamente aos 28 meses de idade.

ABSTRACT

LIMA, Ana Paula Leite de, D. S., Universidade Federal de Viçosa, August 2003.
Artificial pruning of *Eucalyptus grandis* (HILL ex MAIDEN): plant growth, crown dynamics and time required for pruning. Adviser: Geraldo Gonçalves dos Reis. Committee Members: Maria das Graças Ferreira Reis and Rita de Cássia Gonçalves Borges.

This study aimed the analysis of the effect of artificial pruning on growth and crown dynamics of plants of the clone 24504 of *Eucalyptus grandis* (HILL ex MAIDEN), established in a 3 x 3 m spacing, in the savannah region, in Southeastern Brazil. Treatments included different pruning intensities (height of branch removal), frequencies (number of interventions) and age at which the first intervention was applied, arranged in a split-plot design, completely randomized, with three replications. The first pruning intervention occurred in March 2000, in 16-month old plants (first period); in July 2000, in 20-month old plants (second period); and in March 2001, in 28-month old plants (third period). The last pruning intervention to obtain 3.0 m trunk height free of branches occurred at the age of 28 months for the first period and at 33 months for the second and third periods. Diameter at the height of 1.30 m, tree height, distribution of live and dead branches along the crown, crown projection, leaf area index (LAI), photosynthetically active radiation (PAR), forest floor biomass and time spent for pruning were evaluated at each pruning intervention, with

some of these parameters being evaluated up to the age of 45 months. Water potential, stomatal conductance, leaf transpiration, and leaf temperature were evaluated in 18-month old plants, pruned at the age of 16 months (first period). Artificial pruning did not significantly affect diameter and height growth, for the three pruning periods evaluated in this study. Significant differences for volume were verified at 5% probability, by the F test, only among the third period treatments. Artificial pruning promoted reduction in plant crown projection and LAI, and increase in PAR transmissivity. However, these plants showed high capacity to recover LAI and crown projection. Artificial pruning promoted an accumulation of forest floor short while after pruning, with accumulation tending to increase with the pruning intensity after each intervention. The number of interventions used for pruning up to three meters of height of the trees had an effect on the total time required for this operation. Based on the results of this study, two pruning interventions are recommended for this clone, under the conditions studied, in order to obtain three meters of clean log, with the first intervention being applied in plants at approximately the age of 20 months, by removing branches up to 1.0 or 1.5 m of height and, the second intervention to complete 3 m, approximately at 28 months of age.

1. INTRODUÇÃO GERAL

No Brasil, grande parte da madeira utilizada como matéria prima para a indústria de produtos sólidos ainda advém de florestas nativas, contribuindo para a devastação e fragmentação dessas florestas. A implantação de povoamentos de rápido crescimento, manejados para obtenção de madeira de qualidade, pode minimizar o impacto sobre esses remanescentes florestais nativos. De acordo com PONCE (1995), existe uma tendência mundial de produção de madeira a partir de florestas plantadas. Assim, o uso de madeira de eucalipto que, até recentemente, era considerada de uso quase que restrito à produção de celulose, energia, chapa de fibras e aglomerados, passa a assumir papel de destaque no suprimento do déficit de madeiras tradicionalmente usadas pela indústria (MARTINS et al., 2001; MENEZZI et al., 2001; MONTAGU et al., 2003).

A madeira de eucalipto apresenta como vantagem o fato de ser uma matéria-prima que pode ser produzida e comercializada próxima aos centros de processamento e consumo (NAHUZ et al., 1999). Deste modo, apresenta baixos custos e grande potencial de competição no mercado moveleiro. Porém, um dos problemas, normalmente, associados à madeira de reflorestamento destinada à produção de madeira de qualidade é a ocorrência de defeitos, como os nós, que podem comprometer suas propriedades físicas e mecânicas, dentre outras (SCHILLING et al., 1998). Portanto, há a necessidade de se desenvolverem estudos visando identificar o material genético, as técnicas

silviculturais adequadas e as técnicas de processamento da madeira para esta finalidade.

Dentre as técnicas silviculturais adotadas visando a obtenção de madeira para serraria, destaca-se a desrama artificial, que promove a redução da nodosidade da madeira e dos defeitos de crescimento (PINKARD e BEADLE, 1998a). Esta prática tem sido largamente utilizada, até então, no manejo de povoamentos de coníferas e, de forma incipiente, no manejo de florestas de eucalipto.

Até recentemente, os estudos sobre a aplicação de desrama artificial em espécies florestais eram voltados, quase que exclusivamente, para coníferas, no entanto, tem crescido o uso de madeira de eucalipto em serraria e fabricação de móveis. A desrama artificial em eucalipto, especialmente no Brasil, ainda é um assunto pouco estudado, sendo necessário que mais pesquisas sejam realizadas para garantir a obtenção de florestas altamente produtivas, fornecendo madeira de qualidade. Dentre os principais estudos relacionados à aplicação de desrama artificial em eucalipto, no Brasil, estão os de PIRES (2000), VALE et al. (2002), PULROLNIK (2002) e ALMEIDA (2003) e, em outras partes do mundo, LUCKHOFF (1967), BREDENKAMP et al. (1980), GERRAND et al. (1997), PINKARD e BEADLE (1998a), PINKARD et al. (1998) e PINKARD (2002), onde os autores verificaram que, a depender da intensidade de remoção da copa viva das plantas, pode haver prejuízo ao crescimento das mesmas.

Portanto, a determinação da intensidade ideal da desrama e da sua época de aplicação são de fundamental importância para a melhoria da qualidade da madeira sem prejuízo ao crescimento das plantas e produtividade florestal. Deste modo, o entendimento da dinâmica de crescimento e das mudanças na arquitetura da copa das plantas pode auxiliar na definição das técnicas silviculturais a serem adotadas no manejo de povoamentos de eucalipto para a produção de madeira para serraria visando, principalmente, a fabricação de móveis.

2. OBJETIVOS

2.1 Geral

O presente estudo teve como objetivo avaliar a influência de diferentes épocas, intensidades e freqüências de aplicação de desrama artificial em plantas de clone de *Eucalyptus grandis* sobre o crescimento e a arquitetura da copa das plantas, na região de cerrado.

2.2 Específicos

1. Avaliar o crescimento de plantas do clone 24504 de *Eucalyptus grandis* [HILL ex MAIDEN] em resposta à aplicação de desrama artificial em diferentes épocas, intensidades e freqüências para identificar a combinação destes fatores mais adequada para este clone, na região de cerrado.
2. Acompanhar a dinâmica da copa com a aplicação da desrama, visando identificar a possibilidade de uso dessa informação na seleção da forma adequada de aplicação da desrama;
3. Caracterizar o índice de área foliar e a radiação fotossinteticamente ativa em povoamentos de eucalipto submetidos a diferentes tratamentos de desrama com a finalidade de melhor entender as relações entre o crescimento da planta e a desrama artificial, em clone de eucalipto;

4. Caracterizar e quantificar a biomassa de copa removida e o acúmulo de manta orgânica com a aplicação da desrama neste clone;
5. Avaliar o “status” hídrico das plantas de eucalipto após a aplicação de diferentes intensidades de desrama, para auxiliar na tomada de decisão sobre a intensidade de desrama a ser aplicada neste clone;
6. Avaliar o tempo necessário para desramar as plantas deste clone até a altura de 3 m, em função da intensidade, frequência e época de aplicação de desrama artificial.

CAPÍTULO I

APLICAÇÃO DE DESRAMA EM CLONE DE *Eucalyptus grandis* [HILL ex MAIDEN] EM DIFERENTES ÉPOCAS, FREQUÊNCIAS E INTENSIDADES E SEUS EFEITOS SOBRE O CRESCIMENTO DA PLANTA

1. INTRODUÇÃO

Recentemente, algumas empresas florestais vêm manejando suas florestas de rápido crescimento, especialmente as de eucalipto, de modo a obter múltiplos produtos da floresta, desde madeira para energia, celulose, até mesmo, madeira para uso em serrarias e fabricação de móveis. Plantios de eucalipto têm sido estabelecidos utilizando-se uma ampla variedade de material genético, sob condições de sítio e regimes de manejo diferentes, para atender a diferentes objetivos. E, dentre as espécies de eucalipto, o *Eucalyptus grandis* tem sido o mais comumente processado para a obtenção de produtos sólidos, embora várias outras espécies têm recebido atenção por apresentarem características desejáveis para tal finalidade (SIMULA e TISSARI, 1998; MONTAGU et al., 2003).

No manejo de povoamentos florestais, visando a produção de madeira de qualidade para serraria, dois fatores devem ser considerados: a obtenção de maior diâmetro e volume de madeira por planta e, a produção de madeira de qualidade. Entre os defeitos da madeira, destaca-se a nodosidade, que

interfere na aparência e nas suas propriedades físicas e mecânicas (PONCE, 1976; TSOUKIS, 1991; OLIVEIRA, 1999). Portanto, devem ser adotadas técnicas silviculturais adequadas para minimizar esses defeitos, sem comprometer o crescimento das árvores.

A adoção de desrama artificial é uma das práticas mais importantes para produção de madeira de qualidade para serraria. Porém, a depender da época, intensidade e frequência de remoção de galhos através da desrama artificial, o crescimento das plantas pode ser afetado em maior ou menor extensão, conforme verificado por LUCKHOFF (1967), LANGE et al (1987), PINKARD e BEADLE (1998a), PIRES (2000), VALE (2000), PULROLNIK (2002), ALMEIDA (2003).

A época de aplicação de desrama pode afetar o crescimento e a qualidade da madeira, principalmente em razão de afetar a cicatrização dos ferimentos. Também, a frequência de intervenções e o intervalo entre elas interferem sobre o crescimento das plantas desramadas e, na recuperação do dossel após cada intervenção (PINKARD e BEADLE, 1998a e PULROLNIK, 2002).

A desrama artificial em povoamentos de eucalipto, no Brasil, é recente, não tendo recebido, ainda, a atenção necessária. Nesta linha, merecem destaques os trabalhos de PIRES (2000), VALE (2000), PULROLNIK (2002) e ALMEIDA (2003), que estudaram alguns efeitos da desrama em povoamentos de eucalipto sobre o crescimento e a qualidade da madeira produzida.

O objetivo do presente estudo foi avaliar as alterações que ocorrem no crescimento de plantas do clone 24504 de *Eucalyptus grandis* [HILL ex MAIDEN] em função da aplicação de diferentes épocas, intensidades e frequências de desrama artificial, de modo a identificar uma combinação mais adequada para o manejo dos povoamentos deste clone para produção de madeira de qualidade para serraria.

2. REVISÃO DE LITERATURA

O crescimento das espécies florestais pode ser influenciado pela qualidade do sítio, pelo genótipo e pelas técnicas de implantação e manejo do povoamento como espaçamento de plantio, fertilização, desbastes e desramas artificiais.

NEILSEN e GERRAND (1999), estudando a influência da densidade populacional no crescimento de *Eucalyptus nitens*, verificaram que o controle do crescimento dos galhos ocorre mais cedo em povoamentos mais adensados. Em contrapartida, plantas em espaçamentos mais amplos têm copas mais desenvolvidas, em especial, pela maior quantidade de radiação solar que penetra no interior do dossel fazendo com que seus galhos basais permaneçam vivos e em crescimento por mais tempo. Segundo CONTRERAS MARQUEZ (1997), plantas de eucalipto crescendo em espaçamentos amplos produzem copas mais densas, com maior quantidade de galhos, e, às vezes, com galhos grossos, enquanto, em espaçamentos menores a competição pelos fatores de crescimento leva à ocorrência de galhos finos e, conseqüentemente, à desrama natural precoce, com o fechamento rápido do dossel. Assim, em razão da influência que a densidade populacional exerce sobre o crescimento dos galhos, este fator tem grande importância no manejo de um povoamento para produção de madeira de qualidade e na operacionalização de um programa de desrama artificial, uma vez que a remoção dos galhos grossos produz ferimentos de maior diâmetro (PULROLNIK, 2002) e,

conseqüentemente, demandando maior tempo para a sua cicatrização completa e o início de produção de madeira limpa. Além disso, o tempo de desrama por planta tende a ser maior nas plantas que apresentam galhos mais grossos.

A desrama artificial é uma técnica de grande importância no manejo de povoamentos florestais para a obtenção de madeira de qualidade para serraria. Ela envolve a remoção, rente ao tronco, de galhos vivos e mortos, da parte basal da copa até uma altura pré-determinada, a fim de reduzir o tamanho do núcleo nodoso (PINKARD e BEADLE, 1998a), melhorando a qualidade da madeira produzida. Porém, a remoção de galhos vivos da árvore implica em perda de parte de sua área foliar funcional, que é responsável, entre outros, pela assimilação de carbono, essencial ao crescimento. Assim, a aplicação de uma desrama severa pode prejudicar o crescimento da planta, reduzindo substancialmente o volume de madeira produzida, conforme observado por PIRES (2000). Para HARRIS (1992), a remoção de galhos vivos em plantas jovens, além de reduzir o suprimento de carboidratos para as raízes, reduz, também, o fluxo de auxinas produzidas nos brotos e nas folhas. Segundo PINKARD e BEADLE (1998b), a perda de área foliar associada à desrama pode impor à planta desramada uma condição onde a capacidade da copa em fixar carbono é menor do que a demanda de carbono da planta para sua manutenção e crescimento. No entanto, muitas espécies compensam, até determinado ponto, esta perda de folhas, aumentando a taxa de assimilação de dióxido de carbono, além de alocar recursos de crescimento preferencialmente para a reposição de área foliar, podendo, também, haver alteração na morfologia foliar. Tais mudanças têm o potencial para aumentar a capacidade de fixação de carbono da copa remanescente. Quando a desrama remove apenas a parte não funcional da copa, ou seja, os ramos basais sombreados e as folhas em senescência que, segundo OLIVER e LARSON (1990), geralmente produzem poucos fotoassimilados, não contribuindo significativamente para o crescimento do fuste principal da árvore, a desrama pode favorecer o crescimento do fuste pela remoção desses drenos que os galhos basais representam. Segundo PIRES (2000), a remoção destes galhos basais com folhas de baixa eficiência de fixação de carbono pode favorecer o

estabelecimento de plantas em regiões com déficit hídrico em razão de reduzir a área transpiracional.

A prescrição de desrama deve envolver um balanço visando a otimização dos ganhos em qualidade da madeira e a minimização dos impactos sobre o crescimento das plantas. Desta forma, o nível ideal de desrama deve maximizar a produção de madeira limpa sem afetar excessivamente o crescimento da planta (PINKARD e BEADLE, 1998a).

A qualidade do sítio pode influenciar o estabelecimento de um programa de desrama artificial. PIRES (2000), avaliando o efeito da intensidade de desrama sobre o crescimento de plantas de *Eucalyptus grandis*, observou que, com a remoção de 50% da altura da copa viva, as plantas apresentaram crescimento em diâmetro e altura semelhante àquelas onde a remoção foi de apenas 25%, possivelmente devido a maior fertilidade do solo no tratamento com remoção de 50% da altura da copa que, possivelmente, resultou em maior capacidade de recuperação da copa, em razão de melhores condições de solo. PINKARD (2002) estudando a aplicação de diferentes programas de desrama em povoamentos de *Eucalyptus nitens*, encontraram respostas diferenciadas quanto ao crescimento em altura e, principalmente, em diâmetro, quando estabelecidos em sítios diferentes. No sítio mais fértil, o incremento em diâmetro foi mais afetado que o incremento em altura e, este efeito foi detectado logo após a desrama, porém, as plantas se recuperaram rapidamente deste efeito. No sítio menos fértil, tanto o incremento em diâmetro quanto em altura foram igualmente afetados, no entanto, as plantas não mostraram recuperação. Estudando a influência de desrama seletiva de *Pinus* sp (desrama somente nas melhores árvores), em três intervenções, WEST (1998) verificou que, quando se combinou a aplicação de desrama com desbaste e fertilização nitrogenada, houve uma resposta moderada do crescimento em área basal e, a fertilização auxiliou na recuperação da copa viva.

A remoção de parte da copa viva de uma planta pode afetar, em maior ou menor extensão, o seu crescimento e a produtividade florestal, dependendo da intensidade de remoção da área foliar. Vários autores têm recomendado que a remoção de galhos vivos em uma operação de desrama não deve ultrapassar de 40 a 50% da altura da copa das árvores, para que não haja

maiores prejuízos ao crescimento, principalmente em diâmetro (DANIEL et al., 1982; ZOBEL e VAN BUIJTENEN, 1989; KOZLOWSKI et.al., 1991; SCHNEIDER et.al., 1999). LANGE et al. (1987) observaram que a aplicação da desrama, em plantas de *Pinus radiata*, aos três anos de idade, com remoção de 50% da altura da copa viva, reduziu o incremento volumétrico médio anual em 20%, num período de dez anos. ENDO e MESA (1992) aplicaram desramas de 0, 30, 50 e 70% da altura da copa viva em um povoamento de *Pinus patula*, aos três anos de idade e, verificaram que o crescimento volumétrico reduziu, recuperando-se quatro anos depois, para todos os tratamentos, exceto onde a remoção foi de 70% da copa viva. Neste último tratamento, além de uma redução significativa do incremento volumétrico, foi observada uma maior mortalidade das plantas (32%), resultante do impacto de uma desrama severa sobre as plantas. SPELTZ e DISSMANN (1980) realizaram desramas de 25, 50 e 75% da altura da copa em plantas de pinus tropicais no triângulo mineiro e observaram uma redução significativa no incremento volumétrico com a desrama de 75% da copa viva. Estudando a remoção de 0, 20, 40 e 60% da altura de copa viva em uma plantação de *Pinus taeda*, no Paraná, aos 8 anos de idade, STHÖHR et al. (1987) verificaram que a desrama influenciou, principalmente, o crescimento em diâmetro, não mostrando influência sobre o crescimento em altura. O crescimento volumétrico teve uma redução de 7% quando foi retirado 20% da altura da copa viva, não sendo encontrada diferença entre este tratamento e o de 40% de copa viva e, houve uma redução de 12% quando foi removido 60% da copa viva. Por outro lado, MONTAGNA et al. (1990), estudando a aplicação de desrama em plantas de *Pinus* spp, verificaram que a remoção de 60 e 75% da altura da copa viva das plantas afetou o crescimento em altura. SCHNEIDER et al. (1999) verificaram que o crescimento em diâmetro e a produção de madeira, em *Pinus elliottii*, foram afetados pela aplicação de diferentes níveis de desrama (40, 50 e 60% da altura total da árvore), aos 11 anos de idade. A retirada de copa até 40% da altura total reduziu a produtividade em 12% em relação às plantas controle, enquanto a desrama de 60% reduziu a produtividade em cerca de 20%. Portanto, fica evidenciado que a aplicação de desrama artificial em espécies de *Pinus* afeta o crescimento dessas plantas, principalmente, quando são submetidas a intervenções mais severas.

TUOMELA et al. (1996) estudaram a influência da desrama sobre o crescimento de *Acacia mangium*, aos 8 meses de idade, quando foram removidos todos os galhos das plantas até a altura de 2 m, e verificaram uma redução de 30% no crescimento em volume quando comparada às plantas que não foram desramadas. MAJID e PAUDYAL (1992) aplicaram diferentes intensidades de desrama em plantas de *Acacia mangium* e observaram que o crescimento das plantas somente foi afetado com a remoção de mais de 40% da altura da copa viva. DROPELMANNA e BERLINER (2000) avaliaram a aplicação de desrama em árvores de *Acacia saligna*, no Quênia, em sistemas agroflorestais, e verificaram que, cinco meses após a desrama, as árvores desramadas mostraram taxa de crescimento mais alta do que aquelas que não foram desramadas.

Até recentemente, a maioria dos estudos sobre desrama artificial eram voltados para a sua aplicação em coníferas, porém, tem crescido o interesse pela utilização de madeira de eucalipto para uso em serraria e fabricação de móveis. Para isso, têm sido desenvolvidos estudos sobre a aplicação de desrama artificial em espécies de eucalipto com o objetivo de melhorar a qualidade da madeira sem, no entanto, haver prejuízo ao crescimento das plantas. PIRES (2000) estudou diferentes intensidades de remoção de altura de copa viva (0, 12,5, 25, 50 e 75%), sobre o crescimento de plantas de *Eucalyptus grandis* aplicados aos 11 meses de idade, e verificou que o crescimento em altura, diâmetro e volume, aos 92 meses de idade, foram afetados negativamente com o aumento na intensidade de remoção da copa viva. A remoção de 75% da altura da copa viva mostrou um maior comprometimento do crescimento das plantas, quando houve uma redução no crescimento, em relação às plantas controle, de 26,7% para o diâmetro, 28% para a altura e 45% para o volume. Esta redução no crescimento se deveu à drástica diminuição da área foliar destas plantas, quando da realização da desrama, não sendo recomendada esta intensidade de desrama para povoamentos comerciais. VALE (2000), estudando a aplicação de desrama artificial e seus efeitos sobre o crescimento de plantas de três clones de eucalipto, com 3 anos de idade, estabelecidos em região de cerrado, verificou que, um ano após a realização da desrama artificial, houve aumento significativo na altura total das plantas que receberam as maiores intensidades

de desrama em comparação com os demais tratamentos, porém, nos dois anos seguintes, não foram encontradas diferenças significativas entre os tratamentos. PULROLNIK (2002), estudando a aplicação de diferentes intensidades e épocas de desrama artificial em plantas de clone de *Eucalyptus grandis* e seus efeitos sobre o crescimento, verificou que 20 meses após a primeira intervenção de desrama, realizada quando as plantas estavam com 20 meses de idade, não houve efeito negativo sobre o crescimento em diâmetro, altura e volume. Porém, quando os mesmos tratamentos de desrama foram iniciados em plantas com 28 meses de idade, aquelas que não foram desramadas, juntamente com as plantas que na primeira intervenção, aos 28 meses de idade, foram desramadas até 1,5 m de altura e removidos os galhos grossos acima deste ponto, apresentaram maior crescimento em diâmetro e volume, doze meses após a aplicação da desrama. Possivelmente, o diferencial para se obter esta diferença, foi a remoção dos galhos grossos, acima de 1,5 m de altura, que se constituem em drenos fortes de fotoassimilados.

Em plantações de *Eucalyptus nitens*, desramadas aos 3 anos de idade, foi verificado, 2 anos após a desrama, que a remoção de 50% da altura da copa viva não afetou o incremento em diâmetro e altura, não afetando também a dominância apical da planta. Porém, no tratamento com remoção de 70% da altura da copa viva, tanto o crescimento em diâmetro e altura, quanto a dominância, foram afetados pela desrama (PINKARD e BEADLE, 1998 a). Segundo estes autores, a taxa de crescimento das espécies e a época de aplicação da desrama podem influenciar na resposta das plantas a um determinado programa de desrama aplicado. Em seu estudo, os autores verificaram que a remoção de 50% da altura da copa viva, aos 3 anos de idade, não afetou o crescimento das plantas de *Eucalyptus nitens*, enquanto em estudos realizados com *Eucalyptus grandis*, que apresentam taxa de crescimento similar (Schonäü, 1974; Bredenkamp et al., 1980, citados por PINKARD e BEADLE, 1998a), para uma remoção de copa viva entre 40 e 50% tiveram, tanto o crescimento em altura como em diâmetro, afetados pela desrama, ressaltando que, nestes estudos, a desrama foi aplicada em idade menor e, repetida três vezes em dezoito meses.

Na maioria dos estudos sobre desrama, a remoção da copa tem sido determinada com base na percentagem da altura total das plantas (MONTAGNA et al., 1976; SCOLFORO, 1998; SCHNEIDER et al., 1999; VALE, 2000), enquanto noutros, com base na proporção de copa viva a ser removida (SPELTZ e DISSMANN, 1980; LANGE et al., 1987; ENDO e MESA, 1992; SCHILLING et al., 1997, 1998; PINKARD e BEADLE, 1998a; PIRES, 2000). De acordo com ALMEIDA (2003), operacionalmente, a altura de remoção dos galhos em cada intervenção é uma variável que deve ser planejada em função das características do material genético e do sítio, levando-se em conta os objetivos da empresa em relação ao comprimento de tora limpa desejada para processamento e dos custos operacionais. Este autor estudou a aplicação de diferentes intensidades, épocas e frequência de desrama em clones de *Eucalyptus grandis* com arquitetura de copa diferenciada e verificou que a época apropriada para proceder a intervenção de desrama artificial, em povoamentos de *Eucalyptus*, deve ser determinada com base no percentual de remoção de área foliar, em razão da variabilidade de arquitetura de copa entre os diferentes materiais genéticos.

TOLIVER e DICKE (1988) estudaram três tratamentos de desrama em árvores de “pecan” (*Carya illinoensis*), onde os tratamentos foram: controle, aplicação de desramas anuais do terceiro ao sexto ano e uma única desrama efetuada aos 6,5 anos de idade. As avaliações, feitas aos oito anos de idade, mostraram que as plantas desramadas anualmente tiveram uma redução de 23% no crescimento em diâmetro em relação aos demais tratamentos. As plantas, que receberam uma única desrama, apresentaram maior crescimento em altura em relação às demais, não mostrando diferença de crescimento em diâmetro quando comparadas às plantas controle. Este resultado parece confirmar PINKARD e BEADLE (1998a), com relação à frequência e ao intervalo de tempo decorrido entre as desramas, pois, segundo estes autores, o número de vezes que uma árvore é desramada pode influenciar o grau pelo qual o crescimento é afetado e, o intervalo entre as desramas irá determinar a grau de recuperação do dossel em relação a desrama anterior. Em seu estudo, PINKARD e BEADLE (1998a) verificaram que, um ano após a desrama em plantas de *E. nitens*, existia uma diferença de 25% na proporção de copa viva das plantas desramadas em 50%, comparados com aquelas não desramadas,

enquanto, dois anos após a desrama, foi verificada uma recuperação quase completa da proporção da copa viva removida, sugerindo que o tempo apropriado para a segunda desrama, neste caso, é de aproximadamente dois anos após a primeira desrama.

Deste modo, o planejamento adequado de um programa de desrama deve considerar as diferenças que existem entre os materiais genéticos, principalmente quanto às suas características de arquitetura de copa, taxa de crescimento e condições de sítio, para minimizar os impactos da desrama sobre o crescimento das plantas.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Localização do experimento

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

Os dados de precipitação mensal, fornecidos pela CAF-Santa Bárbara, para o período de condução deste estudo, são mostrados na Figura 1.

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

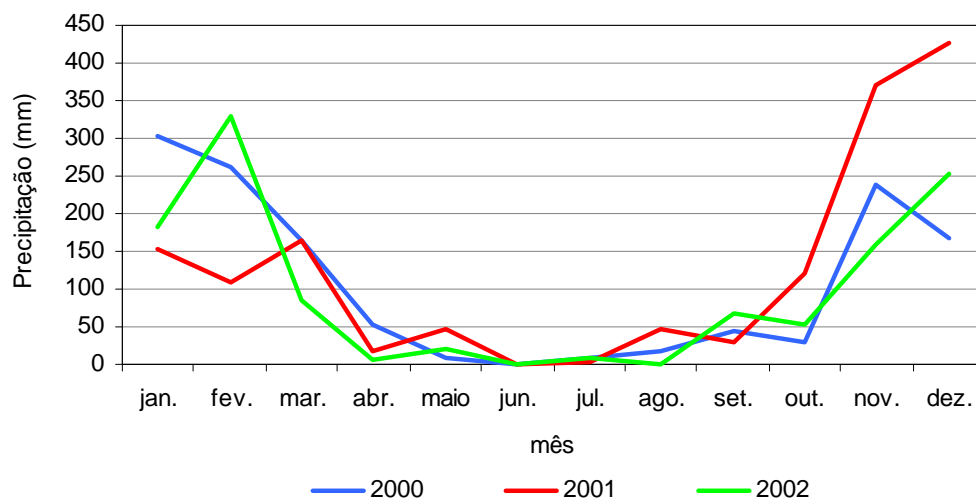


Figura 1 – Precipitação média mensal no período de condução do experimento, para a região de Bom Despacho, MG.

3.2. Instalação do experimento

A metodologia descrita a seguir foi utilizada para as três épocas de aplicação dos tratamentos de desrama.

O presente experimento foi constituído de sete tratamentos, com três repetições, combinando diferentes intensidades de desrama (altura de remoção dos galhos a partir do solo), freqüências (número de intervenções necessárias para atingir 3 m de altura livre de galhos na planta) e, épocas de realização da primeira intervenção de desrama (março/2000, julho/2000 e março/2001), conforme detalhado no Quadro 1 e ilustrado na Figura 2. Cada parcela foi constituída de quatro fileiras de 10 plantas, com bordadura simples, sendo a área útil as duas linhas centrais com 10 árvores cada.

Em março de 2000, quando as plantas estavam com 16 meses de idade, foram estabelecidos seis tratamentos, referentes a primeira época de realização da primeira desrama (Quadro 1), que se caracteriza por ser o final de um período chuvoso, após pleno crescimento das plantas. Na segunda época de aplicação da primeira desrama (julho de 2000), constituído de um período seco, caracterizado por uma paralisação no crescimento das plantas, estando essas com 20 meses de idade, foram instalados os mesmos tratamentos de desrama da primeira época, com exceção da testemunha, que

é a mesma para as três épocas. Em março de 2001 (final de período chuvoso), foram estabelecidos os tratamentos referentes à terceira época de aplicação da desrama, em plantas com 28 meses, conforme mostrado no Quadro 2 e ilustrado na Figura 2.

Quadro 1 – Tratamentos de desrama aplicados em plantas do clone 24504, de *Eucalyptus grandis*, para a primeira e a segunda épocas de desrama, em Abaeté, MG

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

¹ 16 e 20 meses de idade constituem a primeira intervenção da primeira e segunda épocas de aplicação da desrama; ² Altura de desrama a partir do nível do solo; ³ Altura de desrama a partir da altura da primeira e/ou segunda desrama.

Quadro 2 – Tratamentos de desrama aplicados em plantas do clone 24504, de *Eucalyptus grandis*, para a terceira época de desrama, em Abaeté, MG

Tratamentos	Altura parcial de desrama (m)		Altura total de desrama (m)
	28 meses	33 meses	
Testemunha	--	--	--
1,0+2,0	1,0	2,0	3,0
1,5+1,5	1,5	1,5	3,0
3,0+0,0	3,0	0,0	3,0

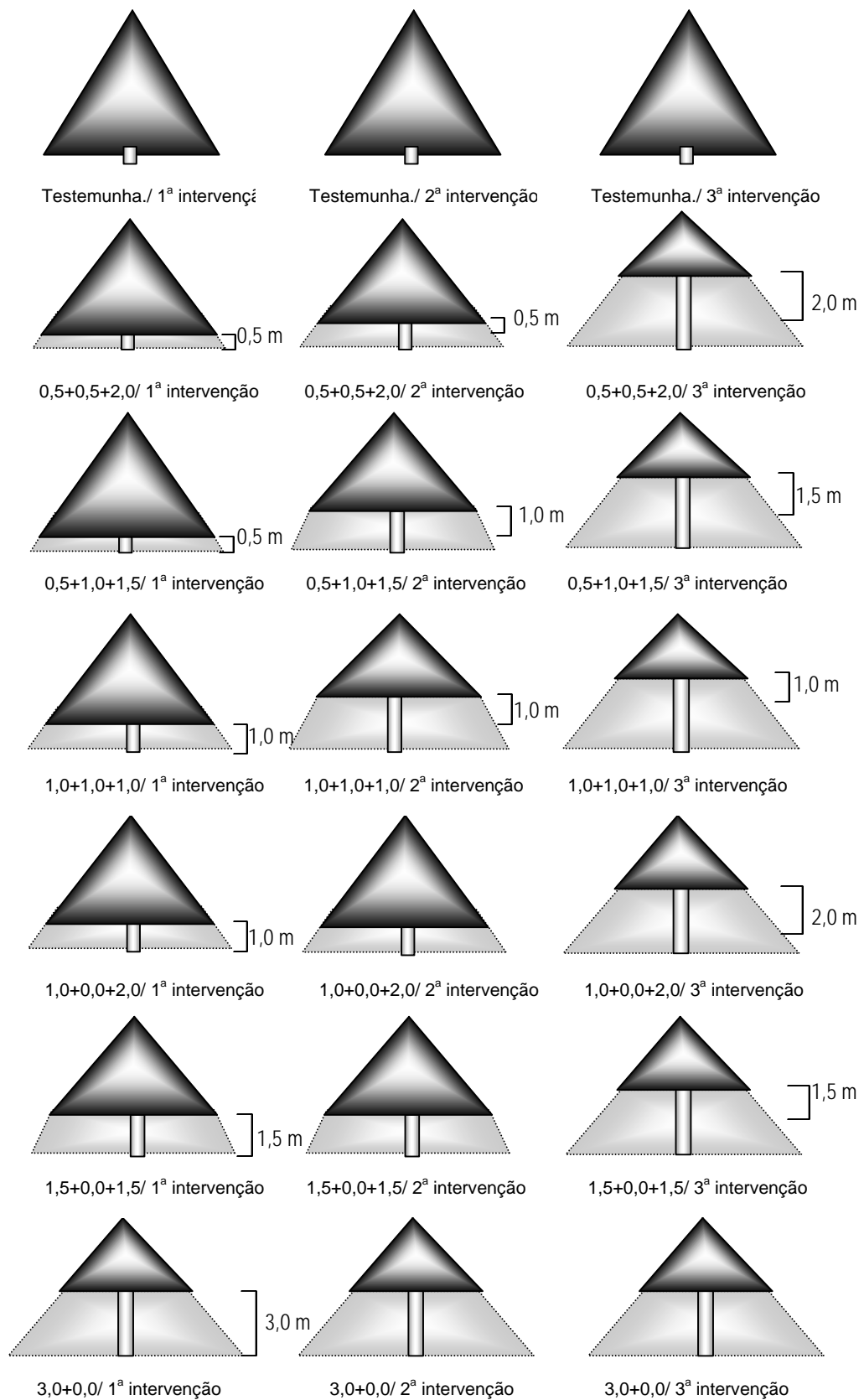


Figura 2 – Croqui dos tratamentos de desrama, para a primeira, segunda e terceira épocas de desrama aplicados às plantas do clone 24504 de *Eucalyptus grandis*, em Abaeté, MG.

Quadro 3 – Altura média de copa viva removida (%) e área foliar média removida (%) de plantas do clone 24504 de *Eucalyptus grandis*, por ocasião da primeira intervenção de desrama nas três diferentes épocas

Altura de desrama (m)	HT ¹ (m)	H _{GV} ² (m)	H _{CVR} ³ (%)	AF _R ⁴ (%)
Primeira Época (16 meses de idade)				
0,5+0,5+2,0	3,80	0,13	10,1	25,3
0,5+1,0+1,5	3,78	0,13	10,1	25,3
1,0+1,0+1,0	3,75	0,16	23,4	43,8
1,0+0,0+2,0	3,86	0,14	23,1	58,4
1,5+0,0+1,5	3,86	0,13	36,6	78,0
Segunda Época (20 meses de idade)				
0,5+0,5+2,0	6,39	0,16	5,5	2,9
0,5+1,0+1,5	6,49	0,13	5,8	5,8
1,0+1,0+1,0	6,58	0,12	13,6	29,9
1,0+0,0+2,0	6,29	0,14	13,9	42,8
1,5+0,0+1,5	6,11	0,16	22,5	61,6
Terceira Época (28 meses de idade)				
1,0+2,0	8,12	0,44	7,3	11,7
1,5+1,5	8,38	0,39	13,9	15,4
3,0+0,0	8,35	0,47	32,1	36,7

¹ Altura total média das plantas; ² Altura média do primeiro galho vivo; ³ Altura média de copa viva removida; ⁴ Área foliar média removida;

Por ocasião da segunda época (julho/2000) foi realizada, ainda, a segunda desrama nos tratamentos desramados em março de 2000, seguindo as alturas de desrama mostradas no Quadro 1. Em março de 2001, quando foram instalados os tratamentos referentes à terceira época de aplicação da desrama, foram aplicadas a terceira desrama nos tratamentos da primeira época (março/2000) e a segunda desrama nos tratamentos da segunda época (julho/2000). Em agosto de 2001, os tratamentos da segunda e terceira épocas receberam a última intervenção de desrama.

O experimento foi desenvolvido seguindo o esquema de parcelas subdivididas, tendo nas parcelas os tratamentos e nas subparcelas as idades de avaliação, no delineamento inteiramente casualizado, com três repetições. Cada época de desrama foi avaliada individualmente. Os dados foram analisados por meio de análise de variância e análise de regressão. Para o fator qualitativo, as médias foram comparadas utilizando o teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade. Para o fator quantitativo, os modelos foram escolhidos baseados na significância dos coeficientes de regressão utilizando o teste de t, ao nível de 5% de probabilidade. Independentemente de ser ou não significativa a interação, optou-se pelo desdobramento da mesma, devido o interesse em avaliar as tendências de crescimento, uma vez que a avaliação foi efetuada em plantas jovens.

Para a caracterização da área experimental, foram coletadas amostras compostas de solo, em junho de 2000, ao longo de toda a área de estudo, nas profundidades de 0 a 20 cm e de 20 a 40 cm. Após secas ao ar e peneiradas, estas foram submetidas a análise física e química. Os resultados das análises granulométrica e química mostraram que a área de estudo é relativamente uniforme nestes dois aspectos. Baseando-se na análise granulométrica, o solo foi classificado como argiloso e, os resultados da análise química, para as três épocas de desrama, são apresentados no Quadro 4.

3.3. Avaliações do crescimento

Antes da primeira intervenção, para cada época de aplicação da primeira desrama, foram feitas as seguintes avaliações: medição da circunferência do tronco à altura do peito (CAP), altura total e altura de inserção do primeiro galho vivo nas plantas da área útil das parcelas.

Medições posteriores de circunferência à altura do peito e de altura total das plantas foram realizadas aos 18, 20, 23, 28, 33, 35, 40 e 45 meses de idade, para os tratamentos da primeira época, instalados em março de 2000 (16 meses de idade). Para aqueles da segunda época (20 meses de idade), o acompanhamento do crescimento também foi feito aos 23, 28, 33, 40 e 45 meses de idade e, para os tratamentos da terceira época (28 meses), as medições foram feitas aos 33, 35, 40 e 45 meses de idade.

Quadro 4 – Resultados da análise química do solo da área experimental na profundidade de 0-20 e 20-40 cm, em Abaeté, MG

Variável	Profundidade do solo (cm)					
	1ª Época		2ª Época		3ª Época	
	0-20	20-40	0-20	20-40	0-20	20-40
pH (H ₂ O)	4,1	4,1	4,66	4,38	4,43	4,40
P (mg/dm ³)	32,2	5,3	18,30	5,70	19,10	4,70
K (mg/dm ³)	13,3	10,1	18,00	10,00	11,00	8,00
Ca ²⁺ (Cmol _c /dm ³)	0,19	0,08	0,30	0,09	0,21	0,10
Mg ²⁺ (Cmol _c /dm ³)	0,06	0,05	0,10	0,07	0,07	0,07
Al ³⁺ (Cmol _c /dm ³)	1,06	0,88	1,56	1,20	1,44	1,20
H + Al (Cmol _c /dm ³)	9,02	6,82	12,61	9,70	11,62	9,70
SB (Cmol _c /dm ³)	0,29	0,15	0,45	0,19	0,31	0,19
(t) (Cmol _c /dm ³)	1,34	1,03	2,01	1,39	1,75	1,39
(T) (Cmol _c /dm ³)	9,31	6,97	13,06	9,89	11,93	9,89
V (%)	3,16	2,28	3,40	1,90	2,60	1,90
m (%)	79,01	84,91	77,60	86,30	82,30	86,30

SB= Soma de Bases Trocáveis; CTC (t)= Capacidade de Troca Catiônica Efetiva; CTC (T)= Capacidade Catiônica a pH 7,0; V= Índice de Saturação de Bases, m= Índice de Saturação de Alumínio.

Aos 45 meses de idade, as plantas úteis de todas as parcelas deste estudo foram submetidas a medições de circunferência, em várias alturas do tronco (0,30; 1,30; 2,30 e 3,30 m), para obtenção do volume de madeira com casca. O volume até 3,30 m de altura, de cada indivíduo, foi obtido pelo produto da média aritmética das áreas seccionais dos extremos da seção, pelo seu respectivo comprimento, seguindo a metodologia de Smalian. Acima de 3,30 m, o volume de cada indivíduo foi considerado como o volume de um cone, utilizando as formulações descritas a seguir:

$$V = [(g_i + g_{i+1})/2] * L$$

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

em que:

V = volume da seção considerada;

V_c = volume do cone;

g_i = área seccional da seção i ;

g_{i+1} = área seccional da seção $i+1$;

L = comprimento da seção.

Desta forma, o volume total dos indivíduos foi obtido pelo somatório do volume das seções intermediárias até 3,30m e do volume do cone, para o restante do fuste.

Visando avaliar o efeito dos diferentes tratamentos de desrama artificial sobre o crescimento em diâmetro e altura, para as três épocas, foram ajustadas equações de regressão para estimar o diâmetro (DAP) e a altura (HT) em função da idade (I). Os modelos utilizados foram:

$$\ln \text{DAP}_i = \beta_0 + \beta_1 * (1/I_i) + e_i$$

$$\ln \text{HT}_i = \beta_0 + \beta_1 * (1/I_i) + e_i$$

em que:

DAP e HT = variáveis dependentes;

I = variável independente.

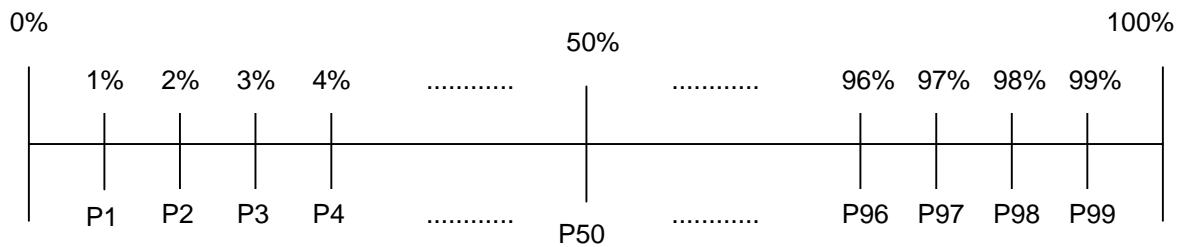
β_0 = intercepto da reta

β_1 = coeficiente de regressão

e_i = erro de estimativa

Após o ajuste das equações de crescimento em DAP e HT, para cada tratamento, foi utilizada a técnica de identidade de modelos para verificar a possibilidade de uso de uma equação comum a todos os tratamentos, para cada uma das três épocas de desrama.

Os percentis, que são as medidas que dividem uma amostra em 100 partes iguais, conforme a ilustração abaixo (FONSECA e MARTINS, 1996), foram obtidos a fim de caracterizar a distribuição diamétrica do povoamento. Segundo LEITE (1990), visto a importância do uso múltiplo das florestas de eucalipto, torna-se recomendável a modelagem via percentis, informando como se comporta a distribuição diamétrica e volumétrica por unidade de área.



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

$$P_i = P_i + [((in/100) - \Sigma f) * h] / F_{P_i}$$

em que:

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

n = tamanho da amostra;

Σf = soma das freqüências anteriores à classe P_i ;

h = amplitude da classe P_i ;

F_{P_i} = freqüência da classe P_i .

De forma a verificar o comportamento do crescimento em diâmetro e altura ao longo do período em que foi conduzido este estudo, foram calculados os incrementos periódicos destas variáveis. O incremento periódico é uma

maneira de expressar o crescimento em um período de tempo determinado (SCOLFORO, 1994). Para este cálculo foi utilizada a expressão:

$$IP = Y (m+n) - Y (m)$$

em que:

Y = dimensão considerada (DAP, HT e V);

m = idade de referência;

n = período de tempo.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Primeira época de desrama

4.1.1. Crescimento em diâmetro

O crescimento em diâmetro à altura do peito (DAP) não variou significativamente entre os tratamentos, ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey, em todas as idades de avaliação (Quadro 5). Embora a desrama artificial, a depender da sua intensidade, possa afetar o crescimento das plantas, devido à remoção de parte da sua área foliar funcional, nem sempre esta resposta ocorre logo após a desrama. MONTAGNA et al. (1976) verificaram redução no diâmetro de *Pinus elliottii* um ano após a extração dos ramos. PIRES (2000), em plantas de *Eucalyptus grandis*, verificou que a desrama artificial afetou negativamente o crescimento das plantas em diâmetro e em altura, sendo que as diferenças entre os tratamentos se intensificaram cerca de dois anos após a aplicação da desrama. VALE (2000), em clones de *Eucalyptus urophylla* e *E. camaldulensis*, não encontrou, dois anos após a aplicação da desrama artificial, efeito sobre o crescimento das plantas que, segundo este autor, é devido às alturas de desrama aplicadas que, em nenhum tratamento, foi superior a 50% da altura total média das árvores.

Quadro 5 – Diâmetro médio à altura do peito (cm), em diferentes idades, de plantas do clone 24504 de *Eucalyptus grandis* submetidas à primeira intervenção de desrama artificial aos 16 meses de idade (primeira época de desrama), em Abaeté, MG

Altura de desrama (m) ¹	Idade (mês)								
	16	18	20	23	28	33	35	40	45
Testemunha	3,06 a	4,19 a	4,53 a	4,91 a	6,59 a	7,91 a	8,15 a	9,54 a	10,27 a
0,5+0,5+2,0	3,09 a	4,23 a	4,60 a	4,87 a	7,12 a	7,71 a	8,01 a	9,94 a	10,20 a
0,5+1,0+1,5	3,12 a	4,23 a	4,56 a	4,88 a	7,15 a	7,87 a	8,15 a	9,74 a	9,94 a
1,0+1,0+1,0	3,01 a	4,08 a	4,46 a	4,77 a	6,96 a	7,69 a	8,00 a	9,71 a	9,90 a
1,0+0,0+2,0	3,18 a	4,27 a	4,64 a	4,98 a	6,84 a	7,53 a	7,86 a	9,66 a	9,47 a
1,5+0,0+1,5	3,05 a	4,05 a	4,57 a	4,77 a	6,68 a	7,33 a	7,60 a	9,00 a	9,29 a

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si, pelo teste de Tukey, ao nível de 5%; ¹ O tratamento 1,0+0,0+2,0 indica que na primeira intervenção foram removidos todos os galhos do nível do solo até 1,0 m de altura das árvores; por ocasião da segunda intervenção não foram retirados galhos e, na terceira intervenção, foram retirados mais 2,0 m de copa, totalizando 3 m de tronco desramado.

De modo semelhante, em *Acacia mangium*, MAJID e PAUDYAL (1992) encontraram que o crescimento somente foi afetado quando a remoção da altura de copa viva foi superior a 40%. No presente estudo, a maior percentagem de altura de copa viva removida em uma operação foi no tratamento 1,5+0,0+1,5 (35%). Porém, PIRES (2000), trabalhando com desrama de 0, 12,5, 25, 50 e 75% da altura de copa viva, em *Eucalyptus grandis*, observou o efeito negativo sobre o crescimento em diâmetro e altura, principalmente com remoção superior a 25% da altura da copa viva, sendo este inversamente proporcional à percentagem de remoção de copa viva. Outro fator que pode ajudar a explicar essas diferenças nos resultados do presente estudo em comparação com aqueles encontrados em outros estudos é que, em muitos estudos de desrama, esta é realizada em uma única operação o que pode representar uma interferência mais drástica, dificultando a recuperação da copa e a retomada de crescimento da planta. Segundo PINKARD e BEADLE (1998a), quando a desrama é feita em várias etapas, o intervalo entre as intervenções irá determinar o grau de recuperação da copa em razão da

desrama anterior. Este intervalo pode variar com a espécie, a qualidade do sítio, a taxa de crescimento, dentre outros. Neste estudo, o tempo entre duas intervenções pode ter sido suficiente para a recuperação da copa de modo a não haver prejuízo ao crescimento.

As equações de regressão selecionadas para estimar o DAP das plantas do clone 24504 de *Eucalyptus grandis*, sob diferentes freqüências e intensidade de desrama artificial, em função da idade, referentes à primeira época de desrama (16 meses de idade) são apresentadas no Quadro 6. O teste de identidade de modelos indicou não haver diferenças significativas entre as mesmas, ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F, podendo ser usada uma mesma equação para todos os tratamentos.

Quadro 6 – Equações ajustadas para o diâmetro (DAP), em cm, e seus respectivos coeficientes de determinação, de plantas do clone 24504 de *Eucalyptus grandis* submetidas à primeira intervenção de desrama artificial aos 16 meses de idade (primeira época de desrama), em função da idade (I), em meses, em Abaeté, MG

Altura de desrama (m)	Equação	R ² ajustado
Testemunha	$\text{Ln DAP} = 2,9404 - 28,9224 * (1/I)$	0,9183
0,5+0,5+2,0	$\text{Ln DAP} = 2,9522 - 28,9258 * (1/I)$	0,9273
0,5+1,0+1,5	$\text{Ln DAP} = 2,9738 - 28,3825 * (1/I)$	0,9738
1,0+1,0+1,0	$\text{Ln DAP} = 2,9444 - 29,2525 * (1/I)$	0,9432
1,0+0,0+2,0	$\text{Ln DAP} = 2,8556 - 26,7311 * (1/I)$	0,9582
1,5+0,0+1,5	$\text{Ln DAP} = 2,8239 - 26,8195 * (1/I)$	0,9777
Equação comum	$\text{Ln DAP} = 2,9123 - 28,2498 * (1/I)$	0,9476

R²= coeficiente de derterminação; DAP= diâmetro a 1,30m de altura; I= idade das plantas.

As curvas de crescimento em diâmetro mostraram um comportamento bastante similar entre os tratamentos (Figura 3). Deste modo, mesmo removendo-se maior quantidade de área foliar, como no tratamento 1,5+0,0+1,5, devido aos galhos grossos estarem, em parte, sendo removidos

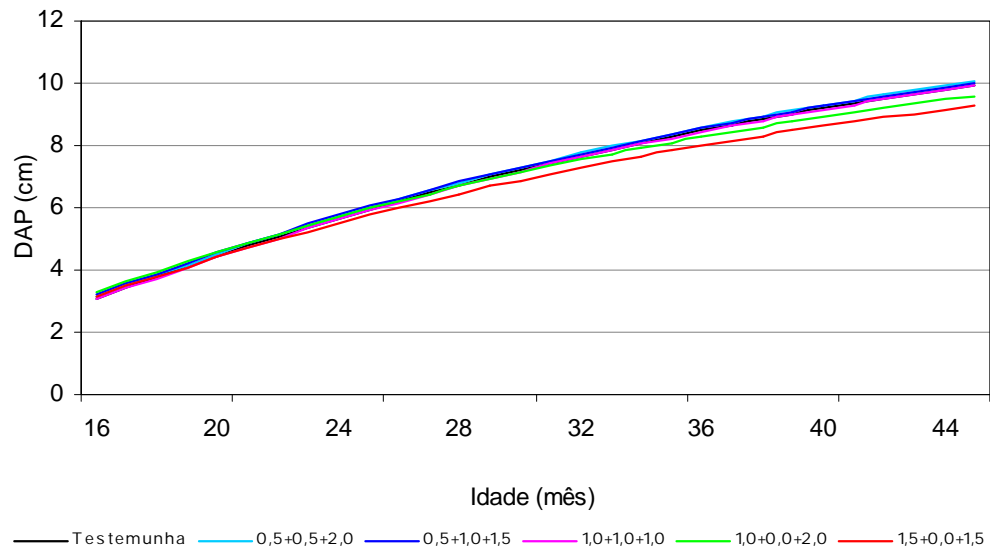


Figura 3 – Curvas de crescimento em diâmetro (DAP), em cm, de plantas do clone 24504 de *Eucalyptus grandis*, submetidas à primeira intervenção de desrama artificial aos 16 meses de idade (primeira época de desrama), em Abaeté, MG.

das plantas (drenos fortes), a desrama parece estar favorecendo o crescimento das plantas. A partir dos 28 meses de idade, o crescimento em diâmetro começou a exibir uma ligeira tendência de menor crescimento para o tratamento de maior intensidade de desrama na primeira intervenção (1,5+0,0+1,5), o que pode ser confirmado pelos valores relativamente mais baixos de incremento periódico em diâmetro (IP_{DAP}) alcançados por este tratamento (Figura 4) após 23 meses de idade. Este resultado confirma o verificado por PIRES (2000), estudando intensidade de aplicação de desrama artificial em plantas de *Eucalyptus grandis*, onde observou que o crescimento em diâmetro relacionou-se inversamente à intensidade de desrama artificial aplicada às plantas.

As curvas de incremento periódico em diâmetro (IP_{DAP}) mostraram que os períodos de maiores IP_{DAP} , para todos os tratamentos, foram observados entre 16-18, 23-28 e 35-40 meses de idade, que coincidem com as épocas de maior precipitação. Embora entre os meses de março a maio (16 a 18 meses) não seja época chuvosa na região, o maior incremento em diâmetro foi verificado neste período (valores variando entre 4,05 a 4,27 cm), devido à

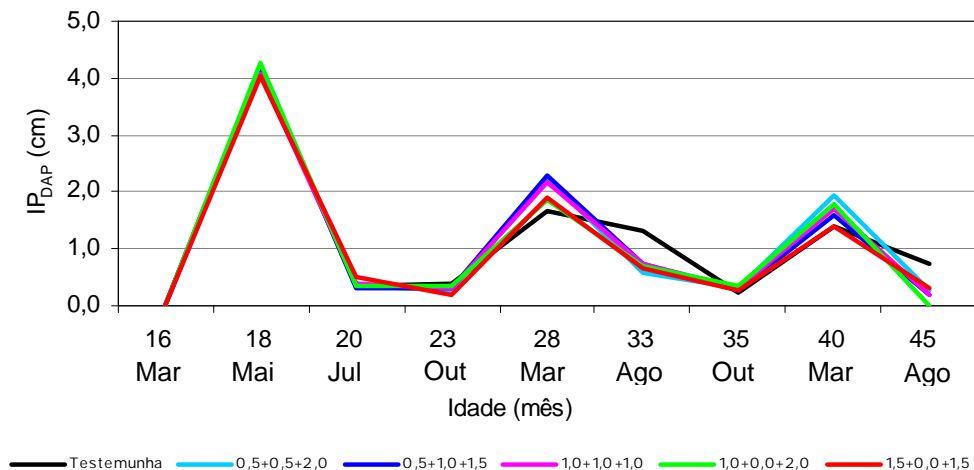


Figura 4 – Curvas de incremento periódico em diâmetro (IP_{DAP}), em cm, de plantas do clone 24504, de *Eucalyptus grandis*, submetidas à primeira intervenção de desrama artificial aos 16 meses de idade (primeira época de desrama), em Abaeté, MG.

ocorrência de um período chuvoso logo após a realização da desrama, que proporcionou o armazenamento de água no solo garantindo esse crescimento em diâmetro. Além disso, com a intensa deposição de folhas verdes e novas, provenientes da desrama, pode ter havido a rápida decomposição desse material com a liberação de nutrientes, que foram usados para o crescimento das plantas. Segundo REIS e BARROS (1990) e O'CONNELL (1997), as folhas verdes apresentam, normalmente, maior taxa de decomposição do que aquelas senescentes em razão de sua concentração inicial de nitrogênio e de fósforo ser mais elevada, uma vez que ainda não ocorreu uma intensa ciclagem interna.

A partir dos 23 meses de idade, a curva de IP_{DAP} para a testemunha começou a mostrar inclinação diferente daquela dos demais tratamentos alternando valores superiores e inferiores. Aos 28 meses, o IP_{DAP} de todos os tratamentos desramados foram superiores à testemunha, onde os menores valores foram observados para os tratamentos 1,0+0,0+2,0 e 1,5+0,0+1,5. Analisando os resultados até esta data, quando as plantas haviam recebido a segunda intervenção, o fato da testemunha apresentar menor IP_{DAP} que aqueles tratamentos em que as plantas foram desramadas, pode ser devido à

arquitetura de copa deste clone, que apresenta galhos grossos acentuadamente voltados para cima, representando drenos fortes na árvore. Assim, removendo-se estes drenos (galhos grossos), os produtos da fotossíntese, que seriam usados para a manutenção e o crescimento dos mesmos, passam a ser disponibilizados para o crescimento do tronco.

Entre os tratamentos em que as plantas foram desramadas, a partir dos 23 meses de idade, o tratamento 1,5+0,0+1,5 foi o que apresentou o menor incremento diamétrico até a última avaliação (45 meses). Isto demonstra que, embora não tenha ocorrido diferença significativa em crescimento em diâmetro entre os tratamentos, a remoção de galhos até a altura de 1,5 m, aos dezesseis meses de idade, para estas plantas, representou uma remoção elevada de área foliar, quando foi removida 36,6% da altura de copa viva, equivalendo a uma redução de 78% em área foliar (Quadro 3), interferindo desta maneira no crescimento em diâmetro das plantas. Aos 45 meses de idade, a testemunha apresentou um incremento periódico cerca de 3,8 vezes maior do que o valor alcançado pelas plantas nos demais tratamentos.

Analisando a distribuição diamétrica das árvores, aos 45 meses de idade, sob a forma de percentil (Quadro 7), observou-se que, embora com uma pequena diferença entre os tratamentos, o percentual de árvores de maior diâmetro foi inversamente proporcional à intensidade de desrama em cada intervenção, conforme observado por PIRES (2000). Assim, as plantas do tratamento 0,5+0,5+2,0 apresentaram uma distribuição diamétrica semelhante à da testemunha, que não recebeu desrama, com um maior número de árvores de maior diâmetro. E, aquelas do tratamento 1,5+0,0+1,5, um menor número de árvores de maior diâmetro. Na testemunha e no tratamento 0,5+0,5+2,0, mais de 35% das árvores apresentaram diâmetro superior a 11 cm enquanto, no tratamento 1,5+0,0+1,5, apenas cerca de 15% das plantas apresentaram diâmetro igual ou superior a 11 cm. Estes resultados indicam que, possivelmente, para se obter plantas desramadas com diâmetro mais elevado, deve-se fazer uso de fertilização complementar bem como de aplicação de desbaste.

Quadro 7 – Distribuição diamétrica, em percentil, aos 45 meses de idade, de plantas do clone 24504 de *Eucalyptus grandis* submetidas à primeira intervenção de desrama artificial aos 16 meses de idade (primeira época de desrama), em Abaeté, MG

Altura de desrama (m)	Percentil										
	0,05	0,15	0,25	0,35	0,45	0,50	0,55	0,65	0,75	0,85	0,95
Testemunha	6,00	8,35	9,42	10,18	10,55	10,74	10,93	11,31	11,69	12,07	12,45
0,5+0,5+2,0	5,40	7,73	8,67	9,60	10,25	10,47	10,69	11,13	11,56	12,00	12,44
0,5+1,0+1,5	6,13	7,89	8,52	9,16	9,80	10,09	10,34	10,84	11,34	11,84	12,34
1,0+1,0+1,0	7,66	8,17	8,68	9,19	9,70	9,95	10,21	10,72	11,23	11,74	12,25
1,0+0,0+2,0	7,57	8,07	8,57	9,07	9,57	9,82	10,08	10,62	11,15	11,69	12,23
1,5+0,0+1,5	3,93	7,22	7,95	8,44	8,94	9,18	9,43	9,92	10,63	11,38	12,13

4.1.2. Crescimento em altura

O crescimento em altura total das plantas submetidas à primeira época de desrama, não variou significativamente entre os tratamentos, até os 45 meses de idade (Quadro 8). Mesmo naquelas plantas submetidas ao tratamento 1,5+0,0+1,5 que, na primeira intervenção (16 meses de idade) receberam uma remoção mais intensa de copa viva, não tiveram o seu crescimento em altura afetado negativamente pela aplicação da desrama. Em vários estudos tem sido observado que a influência da desrama sobre a altura das árvores é menos marcante do que sobre o diâmetro. STHÖHR et al. (1987) verificaram que a remoção de 0, 20, 40 e 60% da altura da copa viva de *Pinus taeda* influenciou, principalmente, o crescimento em diâmetro, não mostrando influência sobre o crescimento em altura. MONTAGNA et al. (1990) encontraram que somente as desramas de 60 e 75% de altura de copa viva de *Pinus* spp. afetaram o crescimento em altura destas plantas. WEST (1998) verificou que o crescimento em altura de plantas de *Pinus radiata* submetidos à desrama artificial foi pouco afetado. PULROLNIK (2002), estudando a aplicação de diferentes tratamentos de desrama em plantas de clone de *Eucalyptus grandis*, verificou não comprometimento do crescimento em altura. Conforme revisto por PINKARD (2002), estudos de padrões de alocação de carbono em várias espécies têm demonstrado que os galhos mais baixos da

Quadro 8 – Altura total (m), em diferentes idades, de plantas do clone 24504 de *Eucalyptus grandis* submetidas à primeira intervenção de desrama artificial aos 16 meses de idade (primeira época de desrama), em Abaeté, MG

Altura de desrama (m) ¹	Idade (mês)								
	16	18	20	23	28	33	35	40	45
Testemunha	3,81 a	5,45 a	6,26 a	6,46 a	8,44 a	10,50 a	10,72 a	12,40 a	13,98 a
0,5+0,5+2,0	3,80 a	5,42 a	6,07 a	6,33 a	8,32 a	9,97 a	10,29 a	12,93 a	13,94 a
0,5+1,0+1,5	3,78 a	5,50 a	6,25 a	6,83 a	8,46 a	10,28 a	10,85 a	13,23 a	14,06 a
1,0+1,0+1,0	3,75 a	5,42 a	6,08 a	6,76 a	8,41 a	10,20 a	10,87 a	13,20 a	14,03 a
1,0+0,0+2,0	3,86 a	5,54 a	6,22 a	6,58 a	8,51 a	10,05 a	10,49 a	13,03 a	13,32 a
1,5+0,0+1,5	3,86 a	5,35 a	5,96 a	6,35 a	8,21 a	10,02 a	10,33 a	12,57 a	13,24 a

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste Tukey, ao nível de 5%; ¹ O tratamento 1,0+0,0+2,0, por exemplo, indica que na primeira intervenção foram removidos todos os galhos do nível do solo até 0,50 m de altura das árvores, por ocasião da segunda intervenção não foram retirados galhos e, na terceira intervenção foram retirados mais 2,0 m de copa, totalizando 3 m de tronco desramado.

copa fornecem carbono para o crescimento da parte basal da copa e para a expansão da raiz, enquanto os galhos superiores fornecem fotoassimilados para a expansão dos lançamentos na parte terminal da planta. Por esta razão, segundo KRAMER e KOZLOWSKI (1972), o crescimento em altura é afetado quando a desrama é muito severa.

As equações de regressão selecionadas para estimar a altura total das plantas do clone 24504 de *Eucalyptus grandis*, sob diferentes freqüências e intensidades de desrama artificial, em função da idade, são apresentadas no Quadro 9. O teste de identidade de modelos possibilitou a adoção de uma única equação para todos os tratamentos, em razão de não ter sido observada diferença significativa entre as mesmas. Porém, optou-se por utilizar as equações específicas para observar as tendências de crescimento em longo do tempo.

Na Figura 5 é possível verificar que realmente o crescimento em altura não difere entre os tratamentos de desrama, seguindo padrão de resposta observado por vários autores (WEST, 1998; PINKARD, 2002).

Quadro 9 – Equações ajustadas para a altura total (HT), em cm, e seus respectivos coeficientes de determinação, de plantas do clone 24504 de *Eucalyptus grandis* submetidas à primeira intervenção de desrama artificial aos 16 meses de idade (primeira época de desrama), em função da idade (I), em meses, em Abaeté, MG

Altura de desrama (m)	Equação	R ² ajustado
Testemunha	$\text{Ln HT} = 3,2406 - 29,6166 * (1/I)$	0,9172
0,5+0,5+2,0	$\text{Ln HT} = 3,2376 - 29,8390 * (1/I)$	0,9403
0,5+1,0+1,5	$\text{Ln HT} = 3,2726 - 30,0036 * (1/I)$	0,9634
1,0+1,0+1,0	$\text{Ln HT} = 3,2832 - 30,5012 * (1/I)$	0,9609
1,0+0,0+2,0	$\text{Ln HT} = 3,2090 - 28,7898 * (1/I)$	0,9437
1,5+0,0+1,5	$\text{Ln HT} = 3,1959 - 28,9954 * (1/I)$	0,9764
Equação comum	$\text{Ln HT} = 3,2447 - 29,7226 * (1/I)$	0,9513

R² = coeficiente de determinação; HT= altura total (m); I = idade das plantas.

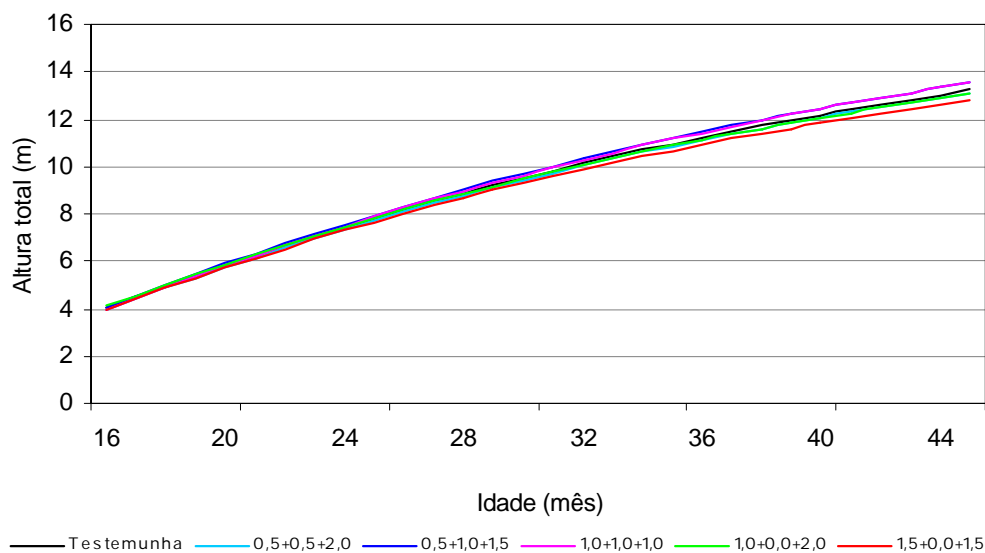


Figura 5 – Curvas de crescimento em altura (HT), em metros, de plantas do clone 24504 de *Eucalyptus grandis*, submetidas à primeira intervenção de desrama artificial aos 16 meses de idade (primeira época de desrama), em Abaeté, MG.

As curvas de incremento periódico em altura total (IP_{HT}) mostraram que os períodos de maior crescimento em altura (Figura 6), também, coincidiram com as épocas de maior disponibilidade hídrica (Figura 1), conforme observado para o crescimento em diâmetro. Até a última avaliação, a testemunha mostrou alternância constante entre os maiores e os menores valores observados de IP_{HT} , a exemplo do que foi observado para IP_{DAP} . Aos 45 meses de idade, a testemunha foi o tratamento que apresentou o maior IP_{HT} seguido dos tratamentos com menor intensidade e maior frequência de desrama.

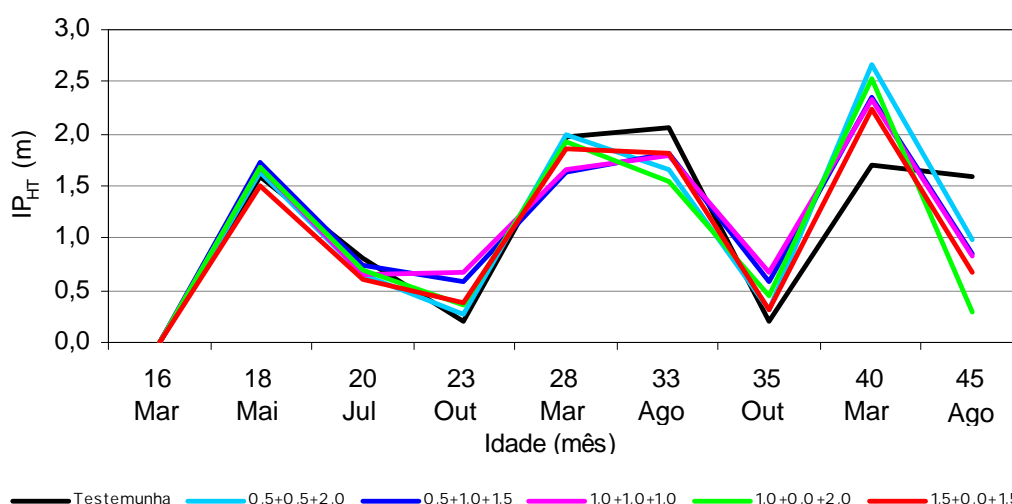


Figura 6 – Curvas de crescimento em altura (HT), em metros, de plantas do clone 24504 de *Eucalyptus grandis*, submetidas à primeira intervenção de desrama artificial aos 16 meses de idade (primeira época de desrama), em Abaeté, MG.

4.1.3. Produção volumétrica

A produção volumétrica das plantas, aos 45 meses de idade, para a primeira época de desrama, não variou significativamente ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey (Figura 7), conforme observado, também, para o diâmetro e a altura (Quadros 5 e 8). Embora não tenha havido variações significativas na produção volumétrica por planta para os tratamentos da

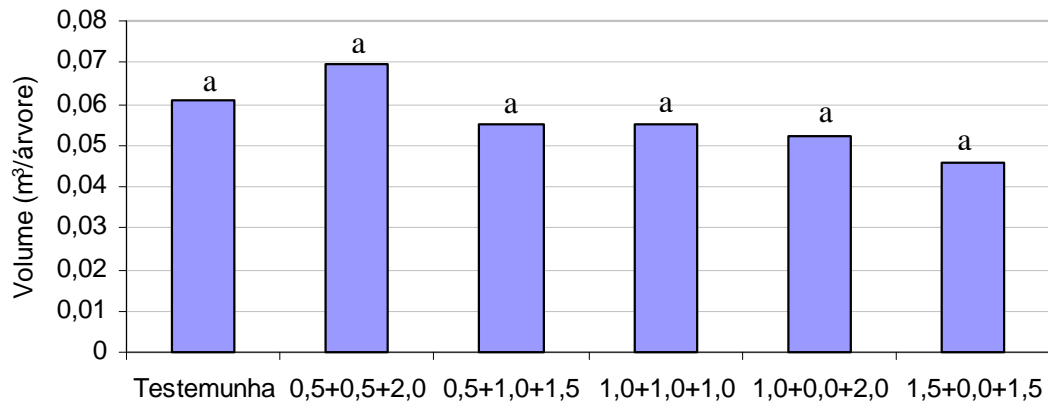


Figura 7 – Volume médio, em m³/árvore, aos 45 meses de idade, de plantas do clone 24504 de *Eucalyptus grandis*, submetidas à primeira intervenção de desrama artificial aos 16 meses de idade (primeira época de desrama), em Abaeté, MG. Em cada coluna, letras iguais não diferem entre si, ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

primeira época, nota-se uma tendência de maior produção para as plantas da testemunha e do tratamento 0,5+0,5+2,0, e, menor produção para o tratamento 1,5+0,0+1,5, 29 meses após a primeira intervenção, confirmando o que foi observado para o diâmetro e a altura. Portanto, pode ser que em avaliações futuras esta tendência venha a se tornar mais evidente, ou ainda, pode ser constatado que nenhum dos tratamentos de desrama artificial aplicados ao clone 24504, em Abaeté (MG), foi suficientemente drástico para afetar o crescimento dessas plantas.

4.2. Segunda época de desrama – julho/2000

4.2.1. Crescimento em diâmetro

Como na primeira época de desrama, ao longo do período de condução deste estudo, não foram observadas variações significativas no crescimento em diâmetro das plantas submetidas a desrama a partir de julho de 2000 (20 meses de idade) (Quadro 10), concordando com PULROLNIK (2002). Deste modo, até os 45 meses de idade, os tratamentos de desrama aplicados neste

Quadro 10 – Diâmetro médio à altura do peito (cm), em diferentes idades, de plantas do clone 24504 de *Eucalyptus grandis* submetidas à primeira intervenção de desrama artificial aos 20 meses de idade (segunda época de desrama), em Abaeté, MG

Altura de desrama (m) ¹	Idade (mês)						
	20	23	28	33	35	40	45
Testemunha	4,44 a	4,91 a	6,59 a	7,91 a	8,15 a	9,54 a	10,27 a
0,5+0,5+2,0	4,70 a	4,97 a	7,07 a	7,72 a	7,96 a	9,73 a	9,97 a
0,5+1,0+1,5	4,61 a	4,92 a	6,95 a	7,59 a	7,88 a	9,59 a	9,83 a
1,0+1,0+1,0	4,70 a	4,98 a	7,15 a	7,84 a	8,20 a	10,02 a	10,26 a
1,0+0,0+2,0	4,44 a	4,78 a	6,45 a	7,54 a	7,72 a	9,15 a	9,71 a
1,5+0,0+1,5	4,34 a	4,99 a	6,78 a	7,83 a	8,09 a	9,45 a	9,82 a

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 5%, ¹ O tratamento 1,0+0,0+2,0, por exemplo, indica que na primeira intervenção foram removidos todos os galhos do nível do solo até 1,0 m de altura das árvores, por ocasião da segunda intervenção não foram retirados galhos e, na terceira intervenção foram retirados mais 2,0 m de copa, totalizando 3 m de tronco desramado.

estudo, não afetaram negativamente o crescimento em diâmetro das plantas do clone 24504 de *Eucalyptus grandis*.

Conforme explicado anteriormente, vários autores como MONTAGNA et al. (1976) e PIRES (2000) têm demonstrado que o efeito da desrama artificial sobre o crescimento das plantas tem sido verificado algum tempo após a aplicação da mesma, tempo este que pode variar com a espécie, a qualidade do sítio, o regime de desrama aplicado, dentre outros. Além disso, a realização da desrama em várias intervenções e, o tempo decorrido entre elas, pode auxiliar na recuperação do dossel, fazendo com que não haja prejuízos ao crescimento (PINKARD e BEADLE, 1998a).

As curvas de crescimento, geradas a partir das equações de regressão ajustadas (Quadro 11) para o DAP das plantas de *Eucalyptus grandis*, sob diferentes freqüências e intensidade de desrama artificial, em função da idade, são apresentadas na Figura 8. A aplicação da técnica de identidade de modelos possibilitou a utilização de uma equação comum a todos os

Quadro 11 – Equações ajustadas para o diâmetro (DAP), em cm, e seus respectivos coeficientes de determinação, de plantas do clone 24504 de *Eucalyptus grandis*, submetidas à primeira intervenção de desrama artificial aos 20 meses de idade (segunda época de desrama), em função da idade (I), em meses, em Abaeté, MG

Altura de desrama (m)	Equação	R ² ajustado
Testemunha	$\text{Ln DAP} = 3,0049 - 31,1371 * (1/I)$	0,8840
0,5+0,5+2,0	$\text{Ln DAP} = 2,9457 - 29,0757 * (1/I)$	0,8943
0,5+1,0+1,5	$\text{Ln DAP} = 2,9357 - 29,1427 * (1/I)$	0,9497
1,0+1,0+1,0	$\text{Ln DAP} = 3,0061 - 30,3104 * (1/I)$	0,9511
1,0+0,0+2,0	$\text{Ln DAP} = 2,9236 - 29,7356 * (1/I)$	0,9685
1,5+0,0+1,5	$\text{Ln DAP} = 2,9855 - 30,7531 * (1/I)$	0,9709
Equação comum	$\text{Ln DAP} = 2,9669 - 30,0258 * (1/I)$	0,9331

R² = Coeficiente de determinação; DAP=Diâmetro a 1,30m de altura; I= idade das plantas.

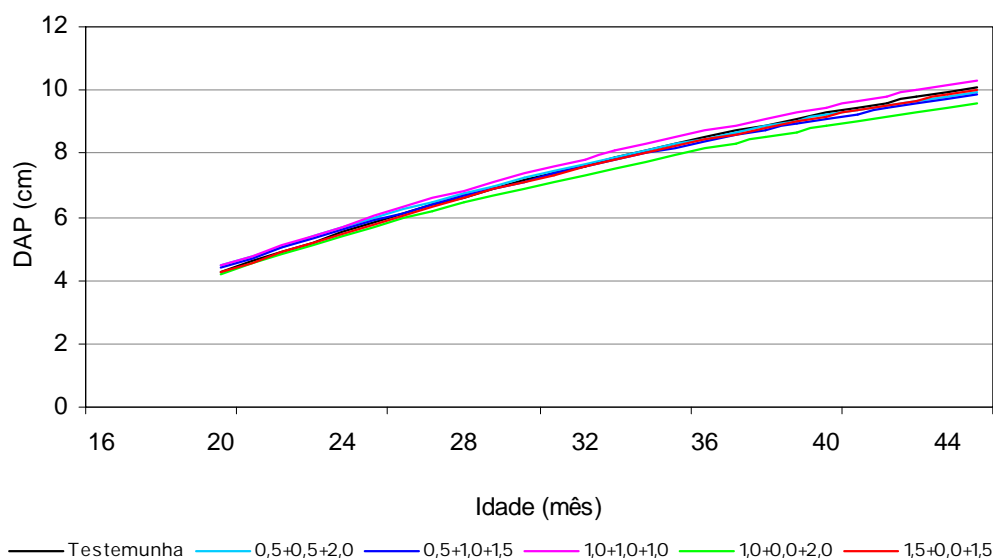


Figura 8 – Curvas de crescimento em diâmetro (DAP), em cm, de plantas do clone 24504 de *Eucalyptus grandis*, submetidas à primeira intervenção de desrama artificial aos 20 meses de idade (segunda época de desrama), em Abaeté, MG.

tratamentos, uma vez que não foram observadas diferenças significativas entre as equações específicas para cada tratamento, porém, neste estudo, optou-se por utilizar as equações específicas com o objetivo de avaliar tendências de crescimento. De modo geral, os tratamentos se mostraram bastante similares quanto ao crescimento em diâmetro. Ou seja, mesmo a remoção de 62% da área foliar total nas plantas submetidas à maior intensidade de desrama (Quadro 3), na primeira intervenção, não afetou significativamente o crescimento das plantas. É interessante observar que a primeira intervenção para essa época de desrama foi realizada no mês de julho, período em que o déficit hídrico é acentuado, o que corresponde a um período de crescimento reduzido das plantas, ou seja, a remoção da área foliar não trouxe prejuízo para o crescimento das plantas em razão da baixa atividade metabólica das plantas neste período.

Analisando-se o comportamento do incremento periódico em diâmetro (IP_{DAP}), na Figura 9, observou-se que os períodos de maior crescimento foram, também, aqueles de maior disponibilidade hídrica (Figura 1), semelhante ao observado anteriormente para a primeira época de desrama e por PULROLNIK (2002). Nestes períodos (23-28 e 35-40 meses), os maiores valores de IP_{DAP} foram encontrados para os tratamentos com menor intensidade e maior frequência de aplicação de desrama.

Aos 33 meses de idade, que corresponde a um período de baixa pluviosidade na região, a testemunha, juntamente com os tratamentos 1,0+0,0+2,0 e 1,5+0,0+1,5, foram aqueles que obtiveram os maiores valores de IP_{DAP} . Uma vez que estes tratamentos não receberam desrama aos 28 meses de idade como os demais, este resultado pode indicar que aquelas plantas não desramadas aos 28 meses já recuperaram as suas copas no período anterior investindo a maior parte dos seus recursos para o crescimento em diâmetro enquanto os tratamentos que sofreram a segunda intervenção aos 28 meses estão investindo recursos na recuperação da sua copa em detrimento do crescimento em diâmetro. Na última avaliação (45 meses de idade), o maior incremento periódico foi encontrado para a testemunha e o menor para as plantas dos tratamentos 0,5+1,0+1,5 e 1,0+1,0+1,0.

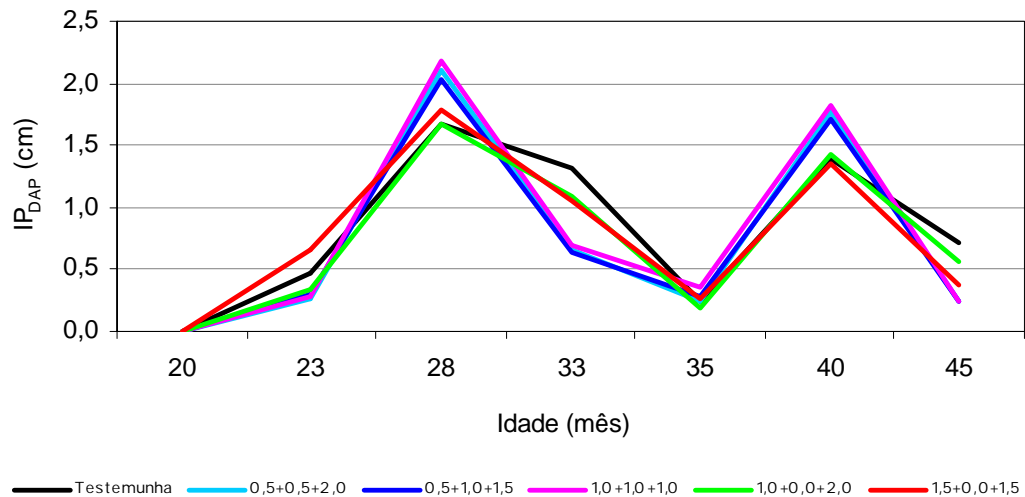


Figura 9 – Curvas de incremento periódico em diâmetro (IP_{DAP}), em cm, de plantas do clone 24504 de *Eucalyptus grandis*, submetidas à primeira intervenção de desrama artificial aos 20 meses de idade (segunda época de desrama), em Abaeté, MG.

A distribuição diamétrica das árvores (Quadro 12), aos 45 meses de idade, mostrou que o maior número de árvores de maior diâmetro foi observado para a testemunha e para o tratamento 1,0+1,0+1,0. Nestes, mais de 35% das árvores apresentaram diâmetro superior a 11 cm, enquanto nos demais tratamentos este percentual é de 25%. Isto parece indicar que um maior número de intervenções associada à intensidade de desrama moderada, em cada intervenção, favoreceu o crescimento em diâmetro das plantas. Porém, estas diferenças entre tratamentos ainda são pequenas para auxiliarem na escolha de algum tratamento em especial.

4.2.2. Crescimento em altura

O crescimento em altura total das plantas, durante o período de condução deste estudo (45 meses de idade), não variou significativamente entre os tratamentos (Quadro 13), conforme também observado para o crescimento em diâmetro. As equações de regressão ajustadas para a altura das plantas do clone 24504 de *Eucalyptus grandis*, sob diferentes freqüências

Quadro 12 – Distribuição diamétrica, em percentil, aos 45 meses de idade, de plantas do clone 24504 de *Eucalyptus grandis*, submetidas à primeira intervenção de desrama artificial aos 20 meses de idade (segunda época de desrama), em Abaeté, MG

Altura de desrama (m)	Percentil										
	0,05	0,15	0,25	0,35	0,45	0,50	0,55	0,65	0,75	0,85	0,95
Testemunha	6,00	8,35	9,42	10,18	10,55	10,74	10,93	11,31	11,69	12,07	12,45
0,5+0,5+2,0	7,46	8,04	8,59	9,13	9,68	9,95	10,21	10,72	11,23	11,74	12,25
0,5+1,0+1,5	7,57	8,04	8,50	8,96	9,42	9,65	9,88	10,44	11,03	11,62	12,21
1,0+1,0+1,0	7,80	8,39	8,98	9,57	10,12	10,35	10,58	11,04	11,50	11,96	12,43
1,0+0,0+2,0	4,96	7,69	8,28	8,87	9,46	9,75	10,04	10,59	11,13	11,68	12,23
1,5+0,0+1,5	6,81	7,92	8,44	8,96	9,47	9,73	9,99	10,55	11,11	11,66	12,22

Quadro 13 – Altura total (m), em diferentes idades, de plantas do clone 24504 de *Eucalyptus grandis* submetidas à primeira intervenção de desrama artificial aos 20 meses de idade (segunda época de desrama), em Abaeté, MG

Altura de desrama (m) ¹	Idade (mês)						
	20	23	28	33	35	40	45
Testemunha	6,25 a	6,46 a	8,44 a	10,50 a	10,72 a	12,39 a	13,98 a
0,5+0,5+2,0	6,39 a	6,51 a	8,44 a	9,98 a	10,46 a	13,21 a	14,00 a
0,5+1,0+1,5	6,49 a	9,74 a	8,35 a	10,19 a	10,22 a	12,16 a	13,87 a
1,0+1,0+1,0	6,58 a	9,30 a	8,43 a	10,26 a	10,53 a	13,42 a	14,13 a
1,0+0,0+2,0	6,29 a	6,58 a	8,20 a	9,37 a	9,82 a	11,87 a	13,50 a
1,5+0,0+1,5	6,11 a	6,76 a	8,41 a	9,65 a	10,11 a	12,40 a	13,80 a

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 5%; ¹ O tratamento 1,0+0,0+2,0, por exemplo, indica que na primeira intervenção foram removidos todos os galhos do nível do solo até 1,0 m de altura das árvores e na segunda intervenção foram retirados mais 2,0 m de copa, totalizando 3 m de tronco desramado.

e intensidades de desrama artificial, em função da idade, são apresentadas no Quadro 14. A técnica de identidade de modelos possibilitou a utilização de uma equação comum a todos os tratamentos, visto que não foram observadas diferenças significativas entre as equações específicas para cada tratamento, porém, optou-se pela utilização das equações específicas para se analisar as tendências de crescimento ao longo do tempo.

Quadro 14 – Equações ajustadas para a altura total (HT), em cm, e seus respectivos coeficientes de determinação, de plantas do clone 24504 de *Eucalyptus grandis* submetidas à primeira intervenção de desrama artificial aos 20 meses de idade (segunda época de desrama), em função da idade (I), em meses, em Abaeté, MG

Altura de desrama (m)	Equação	R ² ajustado
Testemunha	$\text{Ln HT} = 3,2605 - 30,3779 * (1/I)$	0,8647
0,5+0,5+2,0	$\text{Ln HT} = 3,2569 - 30,0725 * (1/I)$	0,9151
0,5+1,0+1,5	$\text{Ln HT} = 3,1759 - 28,0198 * (1/I)$	0,9007
1,0+1,0+1,0	$\text{Ln HT} = 3,2618 - 29,7931 * (1/I)$	0,9251
1,0+0,0+2,0	$\text{Ln HT} = 3,1362 - 27,8871 * (1/I)$	0,9287
1,5+0,0+1,5	$\text{Ln HT} = 3,2029 - 29,1189 * (1/I)$	0,9478
Equação comum	$\text{Ln HT} = 3,2156 - 29,2077 * (1/I)$	0,9093

R² = Coeficiente de determinação; HT = Altura total (m) e I = Idade das plantas.

O crescimento em altura mostrou comportamento similar ao do diâmetro, ou seja, até os 45 meses de idade, a desrama não afetou o crescimento em altura das plantas submetidas a desrama a partir dos 20 meses de idade, conforme mostram as curvas de crescimento em altura (Figura 10).

O incremento periódico em altura, dos 20 aos 23 meses, foi similar entre os tratamentos, exceto para o tratamento 1,5+0,0+1,5, que apresentou o maior incremento neste período (Figura 11). Como neste tratamento, na primeira intervenção, foi removida maior quantidade de área foliar (62%) e, este período coincidiu com uma época de baixa ocorrência de chuvas (de julho a outubro de 2000), estas plantas apresentavam menor superfície de transpiração o que,

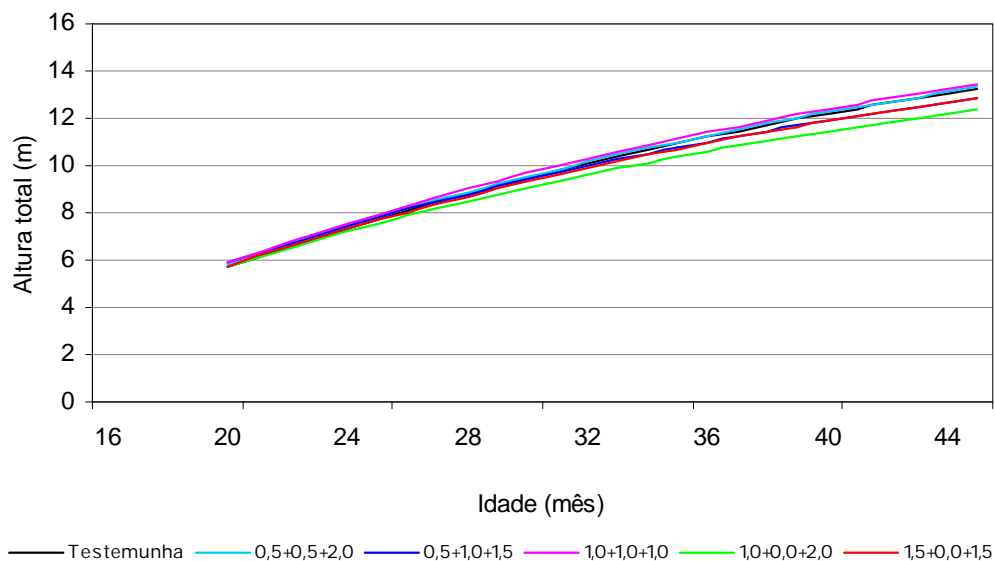


Figura 10 - Curvas de crescimento em altura (HT), em metros, de plantas do clone 24504 de *Eucalyptus grandis*, submetidas à primeira intervenção de desrama artificial aos 20 meses de idade (segunda época de desrama), em Abaeté, MG.

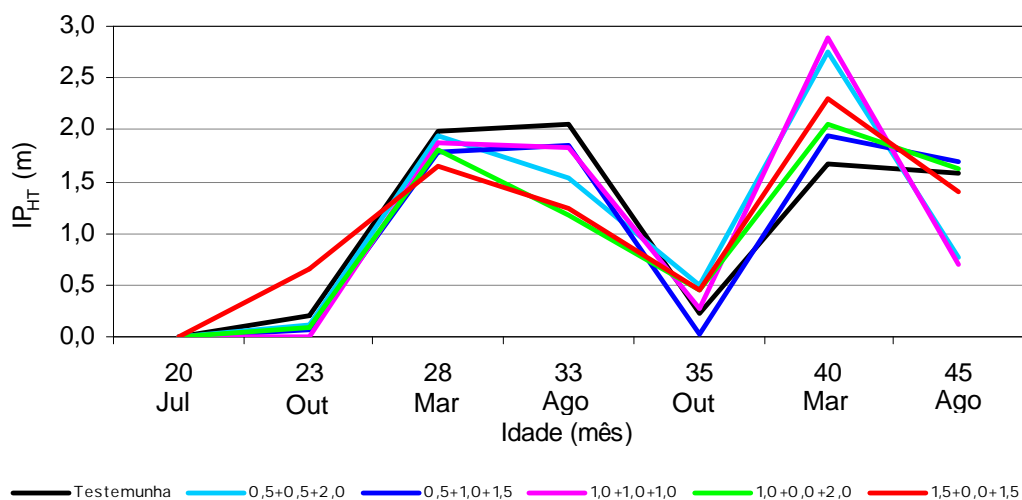


Figura 11 – Curvas de incremento periódico em altura total (IP_{HT}), em metros, de plantas do clone 24504 de *Eucalyptus grandis*, submetidas à primeira intervenção de desrama artificial aos 20 meses de idade (segunda época de desrama), em Abaeté, MG

possivelmente, levou a uma menor competição por água pelas plantas. Além disso, a maior quantidade de galhos e folhas removidos neste tratamento proporcionou melhor cobertura do solo, protegendo-o contra as variações de temperatura e umidade na camada superficial, evitando a perda excessiva de água por evaporação, permitindo às plantas melhor utilização dos recursos disponíveis para o crescimento. Ainda vale salientar que pode ter ocorrido efeito da desrama sobre a disponibilidade de nutrientes, uma vez que a biomassa de folhas de desrama é elevada e, segundo O'CONNEL (1997), a taxa de decomposição de folhas verdes é bem mais elevada que de folhas senescentes.

Dos 28 aos 33 meses de idade, a testemunha apresentou o maior incremento periódico, enquanto todos os tratamentos que sofreram desrama apresentaram redução em incremento periódico neste período. Aos 45 meses, os tratamentos 0,5+0,5+2,0 e 1,0+1,0+1,0 foram aqueles com menor incremento periódico, enquanto os demais mostraram valores semelhantes. Porém, como observado para IP_{DAP} , os tratamentos com menor intensidade e maior frequência de desrama apresentam tendência de maiores valores de IP_{HT} no período chuvoso.

Esses resultados de crescimento em diâmetro e altura mostraram que a desrama aplicada às plantas a partir dos 20 meses de idade não afetou negativamente o crescimento das plantas até os 45 meses de idade, provavelmente, em razão da redução em área foliar, em cada intervenção, não ter sido suficientemente elevada ou, porque a capacidade de recuperação da copa das plantas deste clone é elevada.

4.2.3. Produção volumétrica

A produção volumétrica, aos 45 meses de idade, para as plantas submetidas à segunda época de desrama (primeira intervenção aos 20 meses de idade), não mostrou variações significativa entre os tratamentos (Figura 12), como também observado por PULROLNIK (2002). A produção volumétrica, aos 45 meses de idade, foi de $0,0608 \text{ m}^3/\text{árvore}$ para a testemunha e de $0,0541 \text{ m}^3/\text{árvore}$, em média, para os tratamentos com desrama.

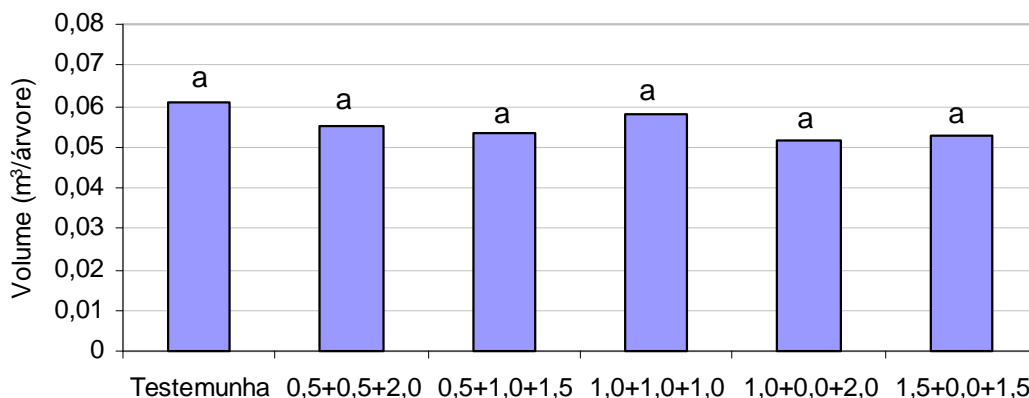


Figura 12 – Volume médio, em m³/árvore, aos 45 meses de idade, de plantas do clone 24504 de *Eucalyptus grandis*, submetidas à primeira intervenção de desrama artificial aos 20 meses de idade (segunda época de desrama), em Abaeté, MG.

Deste modo, pode-se verificar que a aplicação dos tratamentos de desrama, a partir dos 20 meses de idade, mesmo no tratamento de maior intensidade de desrama, não resultou em remoção suficientemente drástica para afetar o crescimento das plantas. Ou, ainda, que o tempo entre as intervenções foi suficiente para a recuperação da área foliar das plantas.

4.3. Terceira época de desrama

4.3.1. Crescimento em diâmetro

O crescimento em diâmetro das plantas submetidas à primeira intervenção em março de 2001 (terceira época de desrama), assim como verificado para as épocas anteriores, não mostrou diferença significativa entre os tratamentos (Quadro 15) até a idade de 45 meses. Por ocasião da primeira intervenção de desrama, já ocorria senescência e abscisão foliar intensa, ou seja, a redução da área foliar com a desrama foi insignificante não justificando diferenças significativas no crescimento das plantas para os diferentes tratamentos. Porém, nesta idade, as plantas já apresentavam galhos muito grossos, o que pode interferir na qualidade da madeira e no tempo de desrama.

Quadro 15 – Diâmetro médio à altura do peito (cm), em diferentes idades, de plantas do clone 24504 de *Eucalyptus grandis* submetidas à primeira intervenção de desrama artificial aos 28 meses de idade (terceira época de desrama), em Abaeté, MG

Altura de desrama (m) ¹	Idade (mês)				
	28	33	35	40	45
Testemunha	6,59 a	7,91 a	8,15 a	9,54 a	10,27 a
1,0+2,0	6,21 a	7,11 a	7,41 a	9,01 a	9,30 a
1,5+1,5	6,48 a	7,41 a	7,72 a	9,39 a	9,60 a
3,0+0,0	6,32 a	7,27 a	7,58 a	9,20 a	9,41 a

O tratamento 1,0+2,0, por exemplo, indica que na primeira intervenção foram removidos todos os galhos do nível do solo 1 m de altura das árvores e na segunda intervenção foram retirados mais 2,0 m de copa, totalizando 3 m de tronco desramado.

As equações de regressão ajustadas para o DAP das plantas do clone 24504 de *Eucalyptus grandis*, sob diferentes freqüências e intensidade de desrama artificial, em função da idade, são apresentadas no Quadro 16. De acordo com a técnica de identidade de modelos, observa-se não haver diferenças significativas, ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F, entre as equações ajustadas, deste modo, uma única equação pode substituir as específicas para cada tratamento. Porém, quando são plotadas as curvas, utilizando-se as equações específicas (Figura 13) observou-se que a testemunha mostrou tendência de maior crescimento em diâmetro enquanto, os demais tratamentos, embora não diferissem estatisticamente da testemunha (Quadro 15), mostraram crescimento pouco menor e similar entre eles, não importando a intensidade e nem a freqüência de aplicação de desrama.

O maior valor de incremento periódico em diâmetro, aos 33 meses de idade, quando as plantas já haviam recebido a primeira intervenção de desrama (28 meses), foi alcançado pela testemunha. Porém, observa-se, entre 35 e 40 meses, redução do incremento periódico em diâmetro para a testemunha, que passou a apresentar valores menores do que nos tratamentos de desrama, tendo retomado maior IP_{DAP} entre 40 e 45 meses de idade (Figura 14). A exemplo do observado na primeira e segunda época de desrama, o maior IP_{DAP} para a testemunha foi observado no período seco e o menor no período chuvoso.

Quadro 16 – Equações ajustadas para o diâmetro (DAP), em cm, e seus respectivos coeficientes de determinação, de plantas do clone 24504 de *Eucalyptus grandis* submetidas à primeira intervenção de desrama artificial aos 28 meses de idade (terceira época de desrama), em função da idade (I), em meses, em Abaeté, MG

Altura de desrama (m)	Equação	R ² ajustado
Testemunha	$\text{Ln DAP} = 3,0712 - 33,4078 * (1/I)$	0,7320
1,0+2,0	$\text{Ln DAP} = 2,9571 - 32,2011 * (1/I)$	0,9120
1,5+1,5	$\text{Ln DAP} = 2,9754 - 31,4693 * (1/I)$	0,9286
3,0+0,0	$\text{Ln DAP} = 2,9653 - 31,8422 * (1/I)$	0,9194
Equação comum	$\text{Ln DAP} = 2,9922 - 32,2301 * (1/I)$	0,8467

R² = Coeficiente de determinação; DAP= Diâmetro à 1,30 m de altura; I = Idade das plantas.

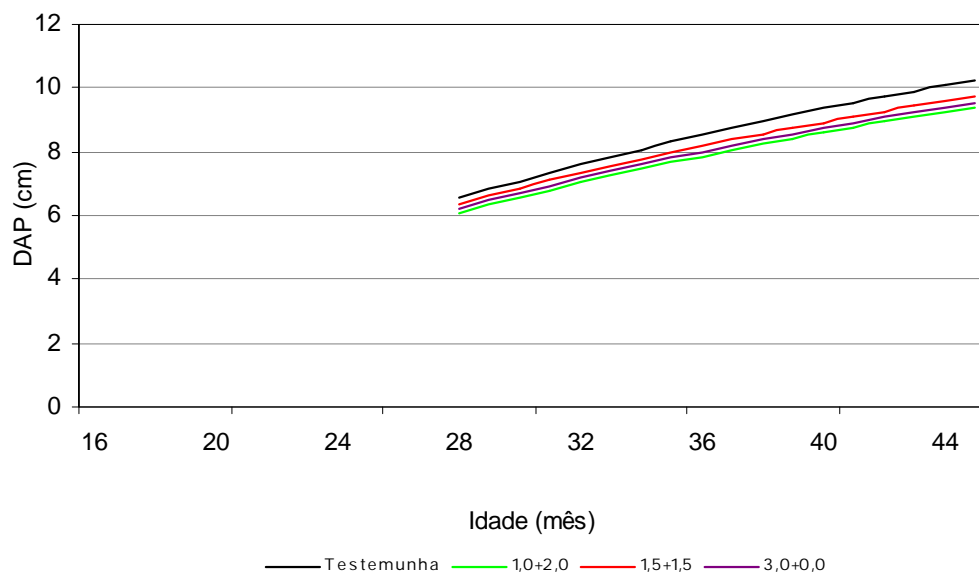


Figura 13 – Curvas de crescimento em diâmetro (DAP), em cm, de plantas do clone 24504 de *Eucalyptus grandis*, submetidas à primeira intervenção de desrama artificial aos 28 meses de idade (terceira época de desrama), em Abaeté, MG.

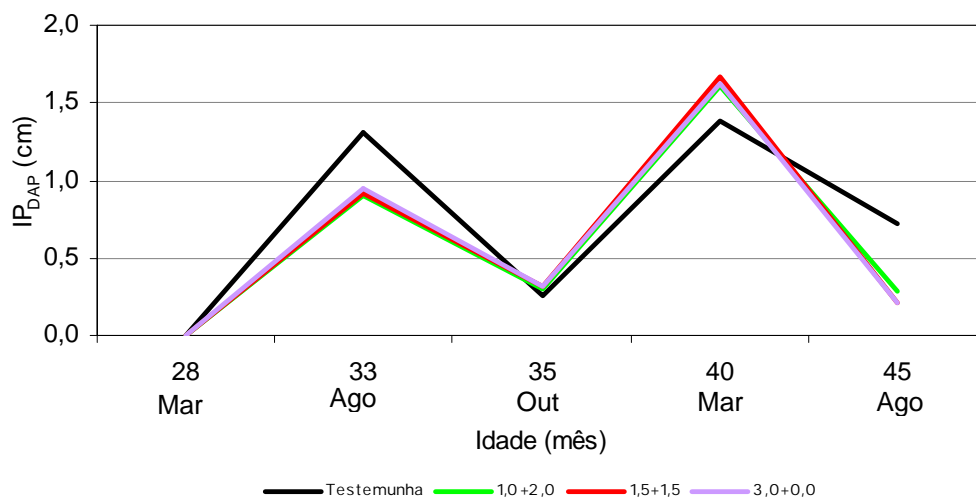


Figura 14 – Curvas de incremento periódico em diâmetro (IP_{DAP}), em cm, de plantas do clone 24504 de *Eucalyptus grandis*, submetidas à primeira intervenção de desrama artificial aos 28 meses de idade (terceira época de desrama), em Abaeté, MG.

Analisando a distribuição diamétrica das árvores, aos 45 meses de idade (Quadro 17), observa-se que o percentual de árvores de maior diâmetro foi superior naquelas plantas que não foram submetidas a desrama artificial. Na testemunha, mais de 35% das árvores apresentam diâmetro superior a 11 cm enquanto, nos demais tratamentos, este percentual foi em torno de 15%.

Quadro 17 – Distribuição diamétrica, em percentil, aos 45 meses de idade, de plantas do clone 24504 de *Eucalyptus grandis* submetidas à primeira intervenção de desrama artificial aos 28 meses de idade (terceira época de desrama), em Abaeté, MG

Altura de desrama (m)	Percentil										
	0,05	0,15	0,25	0,35	0,45	0,50	0,55	0,65	0,75	0,85	0,95
Testemunha	6,00	8,35	9,42	10,18	10,55	10,74	10,93	11,31	11,69	12,07	12,45
1,0+2,0	7,38	7,87	8,24	8,62	8,99	9,18	9,37	9,74	10,27	11,16	12,05
1,5+1,5	5,93	7,71	8,17	8,63	9,08	9,31	9,54	10,01	10,72	11,43	12,14
3,0+0,0	5,93	7,71	8,19	8,66	9,14	9,38	9,61	10,13	10,80	11,48	12,16

Nas plantas dos tratamentos que receberam desrama, observou-se tendência de maior diâmetro naqueles tratamentos com maior intensidade de desrama na primeira intervenção, inversamente ao encontrado por PIRES (2000), que observou efeito negativo da intensidade de desrama sobre a distribuição diamétrica das plantas. Porém, vale salientar que, no presente trabalho, aos 28 meses, por ocasião da primeira intervenção, as plantas já apresentavam queda natural de folhas acentuada e, portando, a remoção de área foliar não representou uma perda significativa em superfície fotossintetizante em nenhum dos tratamentos, enquanto naquele a desrama foi realizada aos 11 meses de idade, com intensa remoção de folhas. Nos tratamentos 1,0+2,0 e 1,5+1,5, houve redução de 11,7 e 15,4% em área foliar na primeira intervenção, respectivamente e, no tratamento 3,0+0,0 a redução foi de 36,7% (Quadro 3). Por outro lado, nos tratamentos de maior intensidade de desrama (1,5+1,5 e 3,0+0,0) os galhos de maior diâmetro que, neste clone, se concentram até 1,5 m de altura e, que representam drenos de fotoassimilados que deveriam estar sendo direcionados para o crescimento do tronco, foram removidos já na primeira intervenção e, por isso, pode ter um favorecimento do crescimento em diâmetro nas plantas destes tratamentos.

4.3.2. Crescimento em altura

Assim como foi verificado para as épocas anteriores, não houve variações significativas no crescimento em altura das plantas submetidas à desrama a partir dos 28 meses de idade (Quadros 18).

As equações de regressão selecionadas para estimar a altura das plantas do clone 24504 de *Eucalyptus grandis*, sob diferentes freqüências e intensidade de desrama artificial, em função da idade, são apresentadas no Quadro 19. O teste de identidade de modelos mostrou não haver diferenças significativas, ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F, entre as equações ajustadas, sendo possível a adoção de uma única equação geral para todos os tratamentos. Porém, quando são plotadas as curvas, utilizando-se as equações específicas para cada tratamento (Figura 15) observou-se que as plantas da testemunha estão tendendo a apresentar maior crescimento.

Quadro 18 – Altura total (m), em diferentes idades, de plantas do clone 24504 de *Eucalyptus grandis* submetidas à primeira intervenção de desrama artificial aos 28 meses de idade (terceira época de desrama), em Abaeté, MG

Altura de desrama (m) ¹	Idade (meses)				
	28	33	35	40	45
Testemunha	8,44 a	10,50 a	10,50 a	12,40 a	13,98 a
1,0+2,0	8,12 a	9,41 a	9,41 a	12,29 a	12,87 a
1,5+1,5	8,38 a	10,05 a	10,05 a	12,27 a	12,83 a
3,0+0,0	8,35 a	9,65 a	9,65 a	12,29 a	12,87 a

¹ O tratamento 1,0+2,0, indica que na primeira intervenção foram removidos todos os galhos do nível do solo até 0,50 m de altura das árvores e na segunda intervenção foram retirados mais 2,0 m de copa, totalizando 3 m de tronco desramado.

Quadro 19 – Equações ajustadas para a altura total (HT), em cm, e seus respectivos coeficientes de determinação, de plantas do clone 24504 de *Eucalyptus grandis* submetidas à primeira intervenção de desrama artificial aos 28 meses de idade (terceira época de desrama), em função da idade (I), em meses, em Abaeté, MG

Altura de desrama (m)	Equação	R ² ajustado
Testemunha	$\text{Ln HT} = 3,4394 - 36,7331 * (1/I)$	0,7266
1,0+2,0	$\text{Ln HT} = 3,3522 - 35,8973 * (1/I)$	0,9546
1,5+1,5	$\text{Ln HT} = 3,2895 - 32,8659 * (1/I)$	0,8623
3,0+0,0	$\text{Ln HT} = 3,3144 - 34,0737 * (1/I)$	0,9180
Equação comum	$\text{Ln HT} = 3,3467 - 34,9215 * (1/I)$	0,8330

R² = Coeficiente de determinação; HT= Altura total (m); I = Idade das plantas.

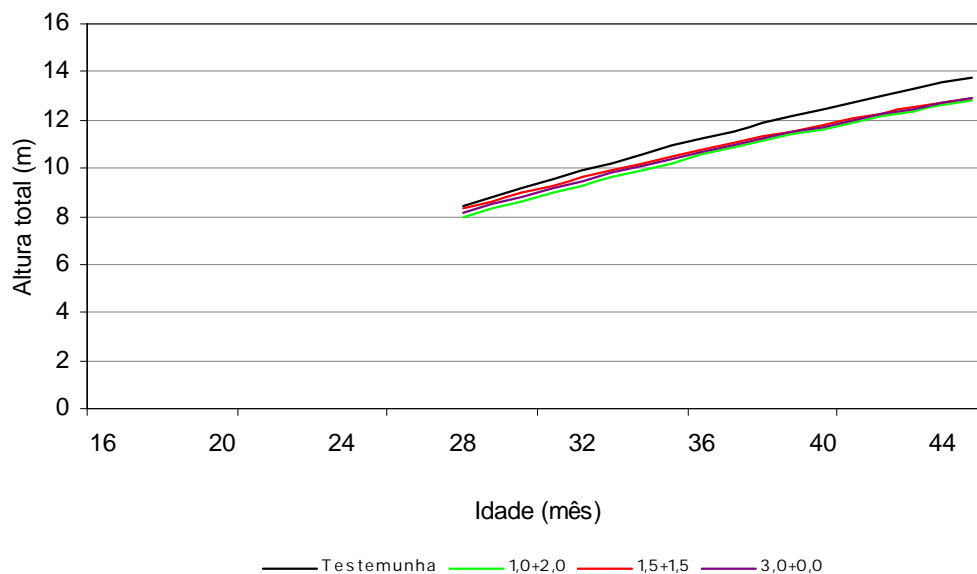


Figura 15 – Curvas de crescimento em altura (HT), em metros, de plantas do clone 24504 de *Eucalyptus grandis*, submetidas à primeira intervenção de desrama artificial aos 28 meses de idade (terceira época de desrama), em Abaeté, MG.

Os demais tratamentos apresentaram um comportamento similar ao longo do tempo. Isto indica que a aplicação destes tratamentos de desrama, aos 28 meses de idade, para este clone, não comprometeu, até o momento, o crescimento em altura das plantas havendo, porém, necessidade de avaliações futuras.

Diferentemente do que foi observado para o incremento periódico em diâmetro, o incremento periódico em altura variou com os tratamentos (Figura 16). Aos 33 meses, quando as plantas já haviam recebido a primeira intervenção aos 28 meses, o maior valor de incremento periódico em altura foi alcançado pela testemunha. Dentre os demais tratamentos, a remoção de 1,5 m de altura das árvores não afetou substancialmente o incremento periódico em altura, possivelmente, porque até esta altura as plantas quase não apresentavam folhas verdes e, portanto, não houve perda significativa de área foliar funcional. Também, a copa deste clone concentra galhos de maior desenvolvimento na base até a altura de 1,5 m e acentuadamente voltados para cima. Assim, a remoção dos galhos presentes até esta altura favoreceu o crescimento em diâmetro pela remoção destes drenos de fotoassimilados.

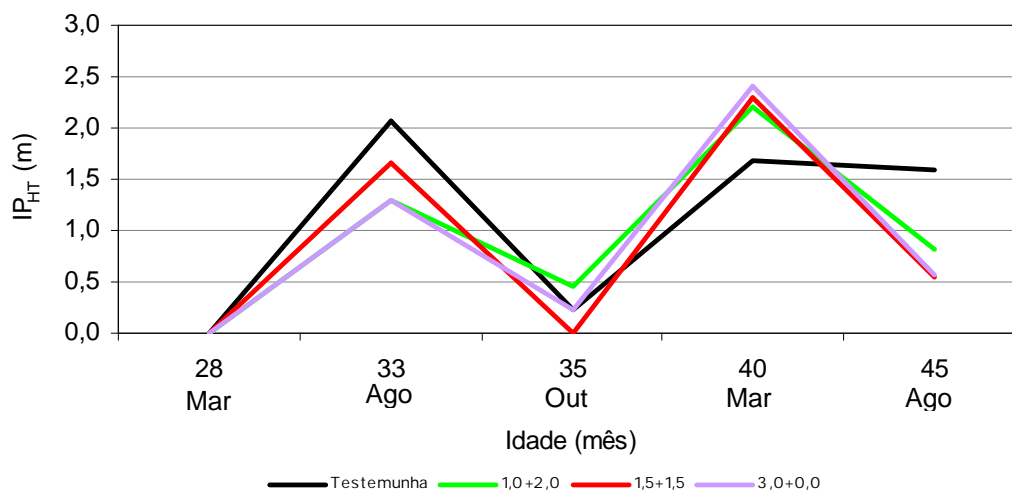


Figura 16 – Curvas de incremento periódico em altura total (IP_{HT}), em metros, de plantas do clone 24504 de *Eucalyptus grandis*, submetidas à primeira intervenção de desrama artificial aos 28 meses de idade (terceira época de desrama), em Abaeté, MG.

A remoção de todos os galhos até 3,0 m de altura das árvores, embora removesse esses drenos proporcionou uma redução maior em área foliar funcional do que nos demais tratamentos, o que pode ter prejudicado o incremento em altura, durante este período. O tratamento 1,0+2,0 teve comportamento similar ao tratamento 3,0+0,0 imediatamente após a primeira intervenção de desrama. Neste tratamento, parte dos galhos grossos, que se localizavam entre 1,0 e 1,5 m, podem ter permanecido nas árvores prejudicando o crescimento.

Aos 45 meses de idade, as plantas da testemunha tiveram maior incremento em altura do que aquelas dos tratamentos de desrama e, se a testemunha continuar apresentando essa tendência, em avaliações futuras, essas plantas poderão apresentar diferenças significativas em altura em relação às plantas que sofreram desrama, uma vez que, conforme observado na Figura 16, existe tendência da testemunha apresentar maior altura.

Para as três épocas de desrama, observou-se que, nas avaliações realizadas durante os períodos chuvosos (28 e 40 meses), as plantas desramadas tiveram maior incremento em altura e diâmetro do que a

testemunha. As plantas desramadas, com o início da estação chuvosa, encontram no solo mais recursos de crescimento (água e nutrientes) em razão da deposição dos resíduos da desrama. Como essas tinham a sua relação raiz/parte aérea alterada, os drenos relativos à parte aérea são reforçados conforme observado, também, no crescimento inicial de brotações de eucalipto (REIS e KIMMINS, 1986).

4.3.3. Produção volumétrica

A produção volumétrica das plantas submetidas à terceira época de desrama, mostrou diferenças significativas entre os tratamentos aos 45 meses de idade (Figura 17). A testemunha apresentou volume por planta superior aos demais tratamentos. Em nenhum dos tratamentos da terceira época da aplicação da desrama, a remoção de área foliar foi suficientemente elevada para afetar o crescimento das plantas, tendo sido de, no máximo, 37% da área foliar total das plantas para o tratamento 3,0+0,0 (Quadro 2).

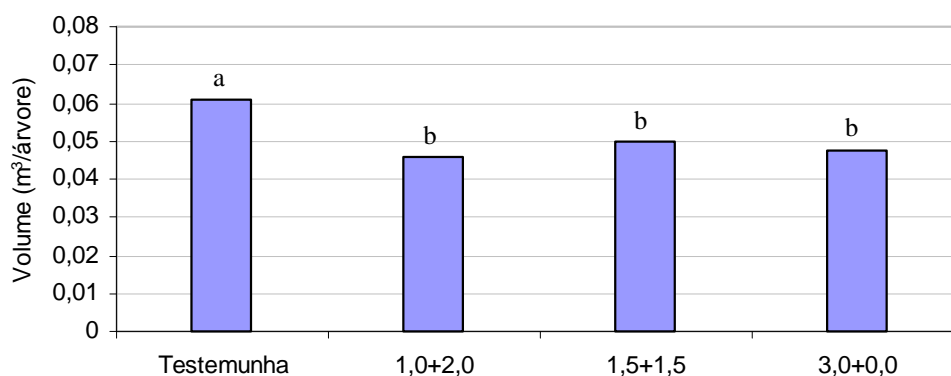


Figura 17 – Volume médio, em m³/árvore, aos 45 meses de idade, de plantas do clone 24504 de *Eucalyptus grandis*, submetidas à primeira intervenção de desrama artificial aos 28 meses de idade (terceira época de desrama), em Abaeté, MG. Em cada coluna, letras iguais não diferem entre si, ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

Aos 28 meses de idade, os galhos grossos que se encontravam na base da copa eram longos e voltados para cima. Possivelmente a maior parte das folhas removidas se encontravam na extremidade destes galhos recebendo elevada radiação, ou seja, as folhas removidas eram responsáveis por grande parte da fixação de carbono por estas plantas.

5. CONCLUSÕES

- A aplicação de desrama artificial, nas intensidades e freqüências utilizadas neste estudo, para as três épocas de desrama, não comprometeu substancialmente o crescimento em diâmetro e altura das plantas do clone 24504 de *Eucalyptus grandis*, até os 45 meses de idade. É provável que o tempo entre as intervenções de desrama tenha sido suficiente para a recuperação da copa destas plantas, ou seja, em programas de desrama artificial, há necessidade de se avaliar o tempo necessário para a recuperação da superfície fotossintetizante.
- Os galhos grossos, que se localizam até aproximadamente 1,5 m de altura, representam drenos competindo com o tronco por fotoassimilados e, sua remoção, apesar de implicar em redução de área foliar, beneficia o crescimento das plantas desramadas deste clone em razão de estar direcionando os assimilados para o crescimento do tronco principal. Assim, plantas apresentando galhos grossos na base devem ser desramadas o mais cedo possível.
- A distribuição diamétrica das plantas deste clone, aos 45 meses de idade, para as três épocas de desrama, mostrou que a testemunha foi o tratamento com maior percentual de árvores de maior diâmetro. Para a primeira época de desrama, o percentual de árvores com maior diâmetro foi inversamente proporcional à intensidade de desrama na primeira intervenção. Assim, em condições similares ao do presente estudo, a

desrama até 1,5 m de altura, aos 16 meses de idade, deve ser evitada uma vez que no manejo de um povoamento florestal para serraria objetiva-se a produção de toras com maior diâmetro.

- A remoção de galhos até 1,5 m de altura, aos 16 meses de idade, resultou em tendência de redução na produção volumétrica por planta, não sendo, portanto, recomendada essa intensidade de remoção, nesta idade, para esse clone, embora não tenha sido observada, ainda, diferença significativa entre os tratamentos.
- Na segunda época de desrama, a remoção de galhos, na primeira intervenção (20 meses de idade), deve ser de no mínimo 1,0 m, em razão da baixa remoção de área foliar até esta altura, evitando, assim, a presença de galhos mortos na base do tronco, o que prejudica a qualidade da madeira.
- A terceira época de desrama, nestas condições de plantio, não é recomendada para o manejo deste clone para a produção de madeira serrada porque vários galhos basais da copa, aos 28 meses de idade, em sua maioria, apresentam mais de 5 cm de diâmetro, o que certamente promoverá a redução na qualidade da madeira em razão da formação de ferimentos extensos quando da sua remoção.

CAPÍTULO II

APLICAÇÃO DE DESRAMA EM CLONE DE *Eucalyptus grandis* [HILL ex MAIDEN] EM DIFERENTES ÉPOCAS, FREQUÊNCIAS E INTENSIDADE E SEUS EFEITOS SOBRE A DINÂMICA DE COPA

1. INTRODUÇÃO

Quando o manejo de um povoamento de eucalipto se destina à produção de madeira para serraria, visando a fabricação de móveis, a utilização de técnicas como a desrama artificial são imprescindíveis. No entanto, a desrama artificial pode alterar a arquitetura de copa das árvores devido à remoção de biomassa viva de galhos e folhas que, dependendo do programa de desrama aplicado, pode resultar em prejuízo ao crescimento das plantas e redução na produtividade do povoamento (PIRES, 2000). Segundo BEADLE (1997), a distribuição das folhas muda com a idade de povoamento, sendo que a mudança mais marcante ocorre no fechamento do dossel quando a quantidade de luz disponível na base do dossel decresce, podendo permanecer abaixo do ponto de compensação lumínico. De modo geral, em povoamentos jovens ou em povoamentos mais espaçados os galhos permanecem vivos e as folhas permanecem retidas por mais tempo. Assim, é importante estudar a dinâmica de copa para melhor entender os efeitos da desrama artificial sobre o crescimento das plantas.

Modificações na arquitetura de copa das plantas em decorrência da aplicação de desrama artificial têm sido pouco estudadas em espécies de *Eucalyptus*. PULROLNIK (2002) observou, em povoamento de clone de *Eucalyptus grandis*, elevada redução na projeção de copa das árvores, após a aplicação de desrama artificial, em razão da remoção de galhos grossos na base da copa. ALMEIDA (2003), estudando a dinâmica de copa em clones de eucalipto, submetidos a desrama artificial, verificou a necessidade do estabelecimento de programas de desrama artificial para cada clone, em razão de diferenças em arquitetura de copa, especialmente, no que se refere à distribuição de folhas ao longo da copa.

O objetivo do presente estudo foi acompanhar as alterações que ocorrem na arquitetura de copa de plantas do clone 24504 de *Eucalyptus grandis* [HILL ex MAIDEN] em função da aplicação de diferentes épocas, intensidade e freqüências de desrama artificial e avaliar as possíveis implicações dessas alterações para o crescimento e produtividade do povoamento.

2. REVISÃO DE LITERATURA

A forma da árvore é resultante de uma complexa interação entre o plano genético das espécies (arquitetura determinística) e as respostas das plantas aos eventos ambientais (arquitetura oportunística). Deste modo, embora a forma da copa de uma árvore seja condicionada por suas características genéticas, o ambiente, dependendo do seu grau de influência, pode alterar o seu formato (BROWN, 1977; OLIVER e LARSON, 1990; BARTHELEMY et al, 1991; HATTA et al., 1999; BERNARDO, 1995).

Na análise da arquitetura de copa é importante destacar a distribuição dos galhos, o espaçamento entre eles, o ângulo de inserção desses no tronco, o índice de área foliar (IAF), o diâmetro dos galhos, dentre outros. Todos esses parâmetros podem se alterar em razão de fatores bióticos, e ou abióticos, agindo sobre a planta e sobre o povoamento florestal, tais como a qualidade do sítio, o balanço hídrico, a competição entre plantas pelos fatores de crescimento, a incidência de pragas e doenças, a densidade de plantio e as técnicas silviculturais adotadas no manejo florestal. Vários autores têm observado alterações na arquitetura de copa pela aplicação de técnicas silviculturais, como, por exemplo, espaçamento inicial de plantio (BERNARDO, 1995; LELES, 1995; CONTRERAS MARQUEZ, 1997; NEILSEN e GERRAND, 1999), aplicação de desrama artificial (PINKARD e BEADLE, 1998b; PINKARD, 2002; PULROLNIK, 2002, ALMEIDA, 2003) e desbaste (MEDHURST e BEADLE, 2001; MEDHURST et al., 2001).

A forma da copa das plantas arbóreas é dependente do hábito de crescimento. Segundo BROWN (1977), as plantas lenhosas têm sua forma determinada pela alongação diferencial dos brotos e de galhos, resultando num hábito particular de crescimento, comumente, associado à dominância apical. Para OLIVER e LARSON (1990), em árvores com forte controle epinástico, crescendo livremente, os galhos laterais superiores formam um ângulo mais obtuso com o tronco principal, enquanto, os galhos basais da copa curvam-se para baixo, devido ao seu peso e ao controle epinástico relativamente mais fraco. Nesses galhos, as porções mais internas tendem para baixo, enquanto, nas mais externas, o efeito epinástico cessa e esses, freqüentemente, voltam-se para cima de maneira acentuada.

Uma planta crescendo isoladamente pode apresentar uma arquitetura de copa diferente daquela apresentada quando em povoamento. Os padrões de desenvolvimento de um povoamento ocorrem devido ao hábito de crescimento das espécies, às respostas ao ambiente físico e à competição entre plantas pelo espaço de crescimento. No estágio inicial de desenvolvimento de um povoamento florestal, as árvores tendem a apresentar formas de copas similares. Com o aumento da idade, a competição se intensifica pelo fechamento do dossel e, algumas árvores tornam-se suprimidas e outras dominantes (BROWN, 1977; OLIVER e LARSON, 1990), principalmente, em povoamentos estabelecidos a partir de sementes. O crescimento de galhos em resposta às condições lumínicas locais é essencial na composição da arquitetura da árvore (TAKENAKA, 1994).

A penetração da radiação em uma cobertura vegetal depende das características dos elementos vegetais (tamanho, textura, espessura e orientação das folhas) e da estrutura da vegetação como altura das árvores, continuidade do dossel, densidade de indivíduos e densidade foliar, expressa pelo índice de área foliar (IAF) (WANDELLI e MARQUES FILHO, 1999). Além disso, outros parâmetros de arquitetura de copa tais como forma, espaçamento e ângulos dos galhos de uma árvore afetam, diretamente, o padrão de disposição de sua área foliar e, portanto, a eficiência da interceptação de radiação pela árvore ou povoamento e, conseqüentemente, a produtividade da cultura (TAKENAKA, 1994; HILBERT e MESSIER, 1996). Segundo BEADLE (1997), os dosséis limitam a produção das florestas devido existir uma relação

linear entre produção de biomassa e a interceptação de luz e, portanto, a configuração do dossel irá determinar a quantidade de luz interceptada. SEQUEIRA e GHOLZ (1991) encontraram uma correlação entre a área ocupada pela copa e o volume de madeira, e estes estão intimamente relacionados à passagem de radiação no interior do dossel. Neste estudo, foi observado aumento no crescimento das plantas associado a decréscimo na penetração da luz com o aumento da área da copa. A transmissividade da radiação fotossinteticamente ativa (RFA) aumentou com a diminuição da área ocupada pela planta e a maior profundidade de copa. BATTAGLIA et al. (1998), testando um modelo de produção primária líquida em plantação de *Eucalyptus nitens*, verificaram que o aumento no índice de área foliar (IAF) promoveu aumento na interceptação da radiação e, portanto, aumento da produção de matéria seca. Por outro lado, houve aumento simultâneo, também, da respiração do dossel, concluindo que, para um dado coeficiente de utilização da luz, há um valor de IAF que maximiza a produção primária líquida. HILBERT e MESSIER (1996) construíram modelos para estudar o efeito da distribuição dos galhos na interceptação e transmissão de luz em *Acer saccharum*. A transmissão e interceptação de luz foram afetadas pelo tipo e espaçamento dos galhos e a interação desses dois fatores. Esse estudo possui uma grande importância silvicultural uma vez que a arquitetura dos galhos na árvore, de uma maneira geral, pode ser parcialmente modificada por técnicas silviculturais.

Uma técnica silvicultural de grande importância para a produção de madeira serrada de qualidade isenta de nós, visando a fabricação de móveis, é a desrama artificial, que envolve a remoção de todos os galhos da porção basal da copa até uma determinada altura na planta. Esta prática pode, dentre outros, melhorar a arquitetura da árvore, favorecendo uma distribuição mais adequada da radiação dentro da copa e o seu crescimento. Segundo HARD (1992), esta prática pode trazer benefícios ao povoamento, facilitando a transmissividade da RFA, reduzindo, sobremaneira, o sombreamento da copa das árvores. Isso pode ter implicações sobre o status hídrico da planta, e, sobre a efetividade na fixação de carbono, principalmente naquelas plantas com elevada capacidade de recuperação da copa após a desrama. Porém, dependendo da intensidade da desrama, pode haver prejuízos para o

crescimento das plantas quando a remoção da área foliar funcional é excessiva. PIRES (2000), observou que, em *Eucalyptus grandis*, 81% da área foliar total da planta se encontrava da metade da copa para baixo, e observou redução drástica do crescimento em altura e diâmetro com essa intensidade de desrama. Porém, este autor menciona que a remoção equilibrada de galhos da porção inferior da copa pode reduzir a perda de água pela planta, sem, no entanto, comprometer a fixação de carbono.

Um ponto fundamental no estabelecimento de um programa de desrama artificial é a escolha da época adequada para as intervenções. De acordo com PINKARD e BEADLE (1998a), a desrama realizada por ocasião do fechamento do dossel pode ter como vantagem, a alteração no ambiente de luz da copa das plantas, facilitando uma maior permeação da RFA em todos os estratos do dossel do povoamento florestal. Segundo estes autores, após o fechamento das copas, o ambiente de luz se altera, promovendo mudança na arquitetura da copa e na taxa de assimilação de carbono. Em seu estudo, estes autores observaram que nas plantas de *Eucalyptus nitens*, não desramadas, a altura do primeiro galho vivo, dois anos após a desrama, foi semelhante à daquelas que receberam desrama de 50% da altura da copa viva.

Conforme discutido anteriormente, a dominância apical tem grande influência na arquitetura de copa das árvores, sendo a quantidade e a qualidade de luz, segundo CLINE (1991), importantes na expressão da dominância apical. De acordo com EVANS (1992), o aumento no espaço de crescimento, através do desbaste, induz uma retomada no crescimento (parte aérea e sistema radicular) e, em algumas situações, pode haver aparecimento de lançamentos epicórmicos no tronco das árvores. KERR (1996), estudando o efeito de desbastes sobre o crescimento de *Quercus petraea* e *Quercus robur*, verificou que o desbaste pesado favoreceu o aparecimento de lançamentos epicórmicos, sendo, neste caso, recomendável remoções freqüentes dos mesmos, a fim de se obter madeira de melhor qualidade. Uma mudança no balanço hormonal pode induzir brotações ao longo do tronco. Estas brotações, localizadas abaixo da copa viva, modificam a arquitetura de copa das árvores e são responsáveis pela produção de nós na madeira. As espécies variam quanto à tendência de produzi-los após sofrerem algum distúrbio (OLIVER e LARSON, 1990). Quando a desrama artificial reduz drasticamente a área foliar

das árvores pode, também, haver o surgimento dessas brotações em consequência de mudanças no balanço hormonal, além da abertura do dossel permitir maior passagem de luz. A aplicação da desrama de 75% da copa viva em plantas de *Eucalyptus grandis* promoveu a perda de dominância apical da planta, havendo o surgimento de brotações ao longo do tronco (PIRES, 2000). Além de reduzir o crescimento da planta, comprometeu a obtenção de madeira de eucalipto de qualidade para usos nobres. Algumas espécies, mesmo com desrama moderada, apresentam tendência à formação de ramos adventícios na base do tronco como, por exemplo, *Cunninghamia lanceolata* ou, ao longo do tronco como *Paulownia fortunei*. Em geral, estes ramos podem surgir, ainda, próximo às cicatrizes de desrama (HAWLEY e SMITH, 1972; LAMPRECHT, 1990; EVANS, 1992).

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

As modificações na arquitetura de copa das plantas em decorrência da aplicação de desrama artificial tem sido relatadas em trabalhos com espécies de *Eucalyptus*. PULROLNIK (2002) observou, em povoamento de clone de *Eucalyptus grandis*, após aplicação de desrama artificial aos 20 meses de idade, elevada redução na projeção de copa das árvores em razão da remoção de galhos grossos da base da copa. As plantas alocam, proporcionalmente, menos recursos de crescimento para as folhas e mais para o tronco, com o tempo. ALMEIDA (2003), estudando a dinâmica de copa em clones de eucalipto, submetidos a desrama artificial, verificou a necessidade do estabelecimento de programas de desrama artificial para cada clone, em razão das diferenças em arquitetura de copa, especialmente, no que se refere à distribuição de folhas ao longo da copa.

Conforme revisto por PINKARD e BEADLE (1998b), a perda de área foliar associada a desrama pode resultar em uma condição conhecida como “limitação de fonte” onde a capacidade da copa em fixar carbono é menor que a demanda de carbono para a manutenção e o crescimento. Segundo estes autores, muitas espécies compensam, até certo ponto, a perda de folhas aumentando a taxa de assimilação de dióxido de carbono, mudando os padrões de alocação de recursos para favorecer o desenvolvimento de área foliar e, ou, alterando a morfologia foliar. Assim, essas respostas têm o potencial para aumentar a capacidade de fixação de carbono da copa remanescente diminuindo o grau de “limitação de fonte”. Estes autores, avaliando a partição da biomassa em *Eucalyptus nitens*, após aplicação de desrama artificial, observaram, durante os primeiros 12 meses do experimento, nas plantas que receberam desrama de 70% de remoção da copa viva, decréscimo da partição de biomassa para o tronco e aumento para as folhas e galhos.

PINKARD et al. (1999), estudando a influência de mudanças na área foliar total e na taxa de assimilação de carbono sobre a recuperação do crescimento após a desrama em plantas de *Eucalyptus nitens*, aos três anos, verificaram que o IAF das plantas, por ocasião da desrama, estava em torno de 6,0. Quando o IAF era de 4,0 ocorria uma alta interceptação de luz (95%). Logo após a remoção de 50% da altura da copa viva, o IAF passou de 6 para 3,5 e a produção de biomassa líquida das plantas reduziu apenas 20%, visto que, possivelmente, a parte removida da copa apresentava elevada respiração foliar e baixa assimilação de CO₂, não contribuindo assim, efetivamente para a produção de biomassa líquida. No entanto, com uma remoção mais drástica da copa (70%), o IAF passou para 1,9 e houve uma redução de 77% na produção de biomassa líquida, mostrando que foram removidos galhos com alta taxa de assimilação de carbono da parte mediana e superior da copa. Com a remoção de 50%, as plantas recuperaram o seu crescimento em 110 dias após a desrama e, com a retirada de 70%, as plantas não recuperaram seu crescimento.

A produtividade de uma cultura, quanto ao crescimento e desenvolvimento, é complexa, envolvendo o efeito de fatores externos sobre processos fisiológicos, interrelação de diferentes processos planta/ambiente e

sua dependência dos fatores internos, determinados pela constituição genética da planta.

A desrama artificial, embora seja uma prática crucial para a obtenção de madeira de qualidade para serraria e fabricação de móveis, se não for bem planejada, pode reduzir drasticamente o crescimento das plantas pela remoção excessiva da sua área foliar funcional, ou seja, pelas mudanças drásticas em sua arquitetura de copa. Deste modo, os conhecimentos sobre a distribuição de galhos e folhas, ao longo da copa, o índice de área foliar do povoamento florestal, assim como a interceptação da radiação pelo dossel florestal, podem auxiliar na definição de técnicas silviculturais a serem adotadas no manejo do povoamento, sem comprometer o crescimento.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Localização e instalação do experimento

O presente experimento foi desenvolvido em um povoamento do clone 24504 de *Eucalyptus grandis*, estabelecido em novembro de 1998, no espaçamento 3 x 3 m, pela Companhia Agrícola e Florestal Santa Bárbara (CAF), no Município de Abaeté, MG, localizado na latitude 19°15'94"S e longitude 45°44'56"W. A altitude média do local do experimento é 798 m. Esse estudo foi constituído de sete tratamentos, com três repetições, combinando diferentes intensidade de desrama (altura de remoção dos galhos a partir do solo), frequência (número de intervenções necessárias para atingir 3 m de altura livre de galhos na planta, no segundo ano) e, época de realização da primeira desrama (março/00, julho/00 e março/01), conforme detalhado no Capítulo I.

3.2. Avaliações de parâmetros de arquitetura de copa

3.2.1. Distribuição de galhos na copa

O estudo da arquitetura de copa do clone 24504 de *Eucalyptus grandis* envolveu a sua divisão em estratos (0-0,5 m, 0,5-1,0 m, 1,0-1,5 m, 1,5–2,0 m, 2,0-2,5 m, 2,5-3,0 m) e, antes de cada intervenção de desrama, para as três épocas, foi determinado o número de galhos vivos e mortos, por classe de

diâmetro, denominados galhos finos (< 1,0 cm), médios (1,0-2,0 cm) e grossos (> 2,0 cm) presentes em cada estrato. Para enquadrar os galhos dentro das três classes de diâmetro foi medido o diâmetro na sua base, próximo à inserção no tronco. Este acompanhamento foi feito nas três primeiras plantas da primeira linha de cada parcela. Antes de primeira intervenção de desrama, para a primeira época, esta avaliação foi realizada apenas até 2,0 m de altura nas plantas.

Foi verificada, ainda, a ocorrência de contato entre copas de plantas vizinhas, na linha e na entrelinha de plantio. Essa análise foi realizada nas mesmas plantas onde ocorreu a contagem do número de galhos por estrato e, foi realizada antes e logo após cada intervenção para verificar as alterações que ocorriam no dossel após cada aplicação de desrama.

As medições foram feitas aos 16, 20 e 28 meses para os tratamentos da primeira época; aos 20, 28 e 33 meses para a segunda época e, aos 28 e 33 meses de idade para a terceira época. A testemunha, comum às três épocas de desrama, foi acompanhada aos 16, 20, 28 e 33 meses de idade.

Por ocasião da primeira intervenção, para a primeira época de desrama, (16 meses de idade) as plantas apresentavam diâmetro médio de 3,09 cm e altura média de 3,81 m. Para a segunda época (20 meses de idade) estes valores foram de 4,54 cm de diâmetro e 6,35 m de altura. E, na terceira época (28 meses de idade), as plantas estavam com 6,40 cm de diâmetro e 8,32 m de altura.

3.2.2 Área de copa projetada no terreno

O acompanhamento da área de copa projetada no terreno durante a condução do experimento de desrama, das plantas do clone 24504 de *Eucalyptus grandis*, foi realizado medindo-se o raio de projeção da copa em oito posições ortogonais, tomando-se como referência o galho de maior comprimento em cada uma das oito posições na copa, conforme ilustrado na Figura 1. Por se tratar de um experimento de grandes proporções, optou-se por fazer esse acompanhamento da projeção de copa em apenas duas plantas por tratamento. Estas duas plantas foram identificadas e as medições sempre realizadas nas mesmas plantas ao longo do estudo.

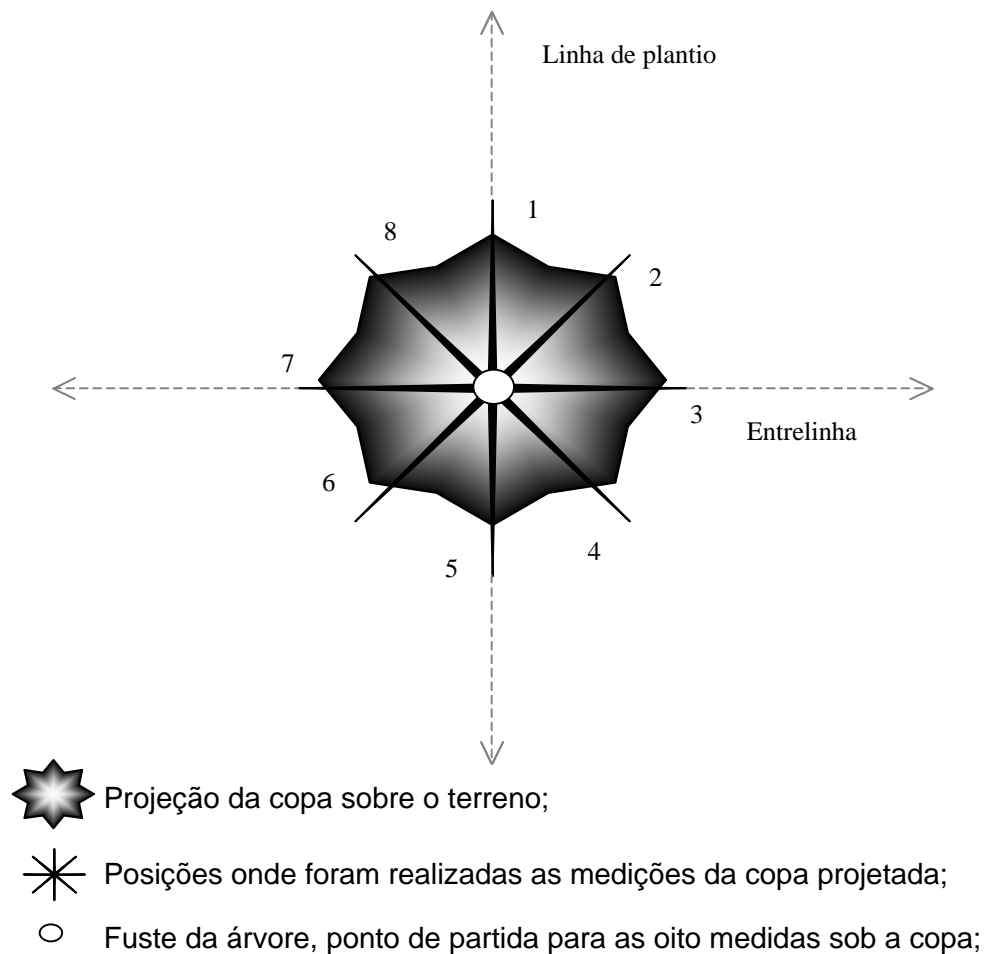


Figura 1 – Medidas do raio da copa, em oito posições ortogonais, a partir do fuste da árvore, no sentido da linha e da entrelinha do plantio até o final da extensão do maior galho naquela posição.

Na primeira época de desrama, a medição da projeção da copa das plantas foi realizada aos 18, 20, 23, 28, 31, 33, 36 e 40 meses de idade. Para a segunda época, foi realizada aos 20, 23, 28, 31, 33, 36 e 40 meses e, para a terceira época, aos 28, 31, 33, 36 e 40 meses. Por ocasião das intervenções realizadas nos tratamentos da primeira (16, 20 e 28 meses), segunda (20, 28 e 33 meses) e terceira (28 e 33 meses) épocas de desrama, esse acompanhamento foi feito antes e após a aplicação da mesma. Aos 16 meses, quando foram instalados os tratamentos da primeira época, essa avaliação não foi realizada. Aos 28 meses de idade, para os tratamentos da terceira época, essa medição foi feita somente após a aplicação da desrama.

3.2.3. Simulação da ocupação do terreno

Utilizando-se as avaliações de projeção de copa, descritas no item anterior, procedeu-se à simulação de como seria a dinâmica do dossel de um povoamento de eucalipto, em relação à área ocupada pelas copas das árvores no terreno, ao longo do período de condução desse estudo, quando se aplicava cada um dos tratamentos de desrama.

Para essa simulação foi escolhida a segunda época de desrama. Deste modo, como foram testados seis tratamentos de desrama (testemunha, 0,5+0,5+2,0 m; 0,5+1,0+1,5 m; 1,0+1,0+1,0 m; 1,0+2,0 m e 1,5+1,5 m) e medidos a projeção de copa de duas árvores por tratamento, obteve-se 12 árvores que foram distribuídas em três linhas de plantio, no espaçamento de 3 x 3 m para compor esse “povoamento” teórico. Como ponto de partida, foram utilizadas as projeções de copa das plantas antes da primeira intervenção (julho/00). Para as simulações seguintes foi calculado o raio médio da copa, por tratamento, utilizando-se as oito medidas obtidas por planta, em cada avaliação. Assim, a cada nova medição, obteve-se um valor de raio médio de copa para cada tratamento. Comparando o raio médio da copa das plantas de cada tratamento, antes da primeira intervenção, com os valores obtidos a cada nova avaliação, foi calculado o percentual de redução ou aumento que o raio médio das copas tinha com a aplicação de cada tratamento, ao longo do período de condução desse experimento. Esse percentual obtido foi aplicado a cada um dos oito raios de copa, de cada uma das doze árvores que compõem esse povoamento teórico.

3.2.4. Estimativa do índice de área foliar (IAF)

A obtenção do índice de área foliar (IAF) foi feita por parcela, utilizando-se dois sensores LI-2050, conectados a dataloggers LI-2000 da LI-COR. Um dos sensores foi instalado a céu aberto, próximo ao experimento e, o outro, utilizado para a coleta dos dados nas parcelas. As leituras foram tomadas na linha e entrelinha de plantio, nas distâncias de 1,50 m da árvore (metade da distância entre plantas) e 0,75 m (1/4 da distância entre plantas), a uma altura de 0,50 m do solo, totalizando quatro pontos/árvore onde, para cada ponto,

foram realizadas as referidas leituras. Estas medidas de IAF, assim como as realizadas para radiação, foram feitas, sempre, nas duas primeiras árvores da primeira linha de cada parcela. Na Figura 2, são mostrados os pontos de leitura do IAF, na linha e entrelinha de plantio.

Para os tratamentos da primeira época de desrama (março de 2000), os dados foram coletados aos 16, 18, 20, 23, 28, 33, 40 e 45 meses de idade, ressaltando que, aos 16, 20 e 28 meses, estas coletas foram realizadas antes e após a intervenção da desrama. Nos tratamentos da segunda época (julho de 2000) a coleta foi realizada aos 20, 23, 28, 33, 40 e 45 meses, sendo que, aos 20, 28 e 33, meses foram feitas antes e após a desrama. Para os tratamentos da terceira época (março de 2001) as leituras foram tomadas aos 28, 33, 40 e 45 meses de idade, sendo que aos 28 e 33 meses foram realizadas medições antes e após a intervenção da desrama.

A análise do índice de área foliar, aos 45 meses de idade, foi feita por meio de análise de variância e, as médias foram comparadas por meio do teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade. Ao longo do tempo realizou-se a análise descritiva dos dados.

3.2.5 Medição da radiação fotossinteticamente ativa

A estimativa da transmissividade da radiação fotossinteticamente ativa (RFA) foi realizada na linha e na entrelinha de plantio, em duas árvores por parcela, utilizando sensores lineares modelo LI-191, da LI-COR, conectados a registradores automáticos. As leituras foram feitas aproximadamente entre 11:00 h e 13:00 h, a 0,50 m do solo, tendo como ponto central o fuste da árvore. Estas medidas foram realizadas nas duas primeiras plantas da primeira linha de cada parcela, expondo os sensores lineares durante dois minutos em cada ponto, sendo, portanto, realizadas quatro medidas em cada parcela de maneira a melhor registrar a variabilidade da transmissividade da radiação fotossinteticamente ativa. Na Figura 3 pode-se visualizar o posicionamento dos sensores lineares. Um sensor pontual, modelo LI-190 da LI-COR foi instalado em local aberto, próximo ao experimento, para obtenção da RFA a céu aberto, para o posterior cálculo da transmissividade da RFA no dossel. O cálculo da transmissividade foi obtido da expressão:

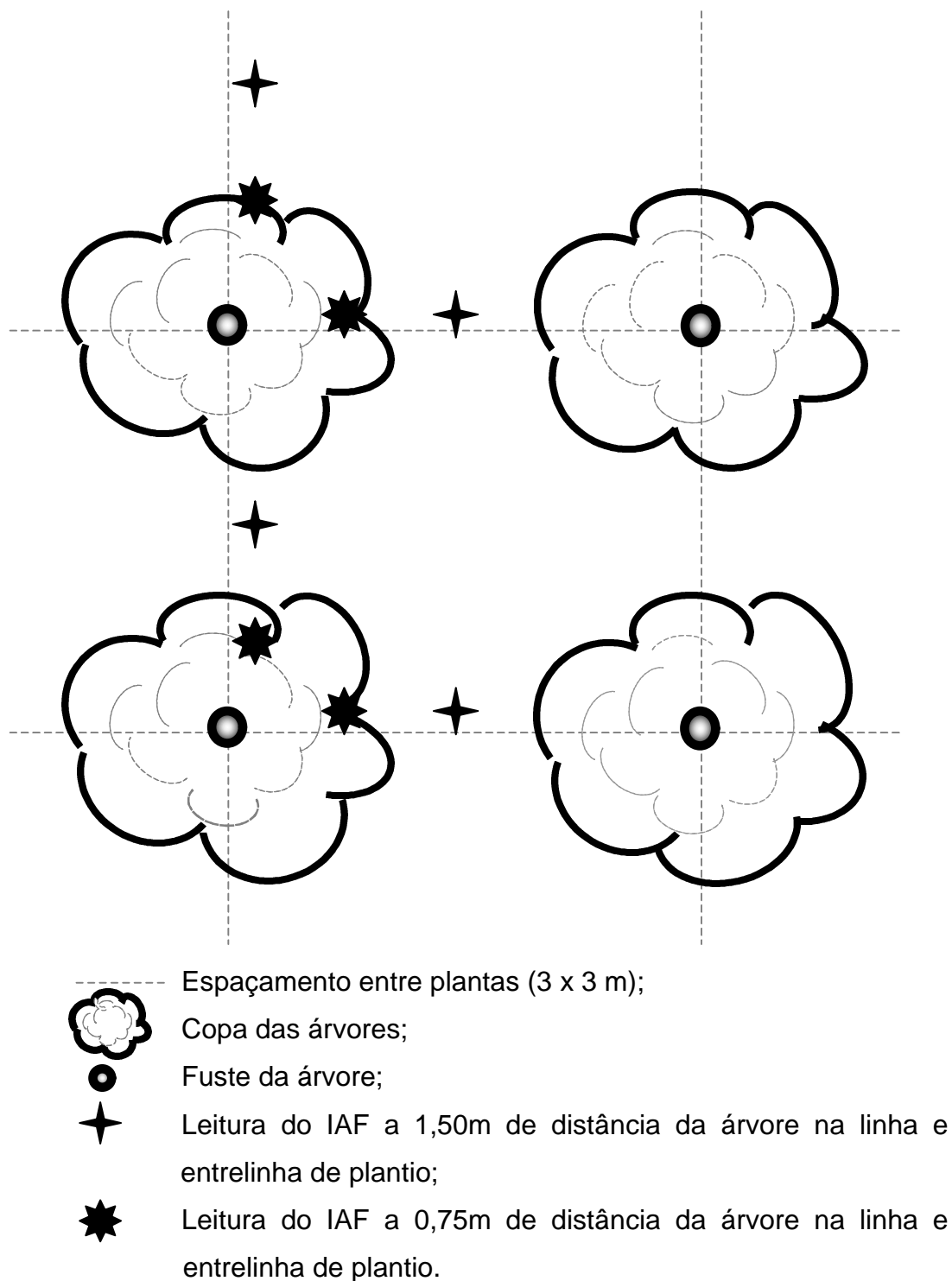
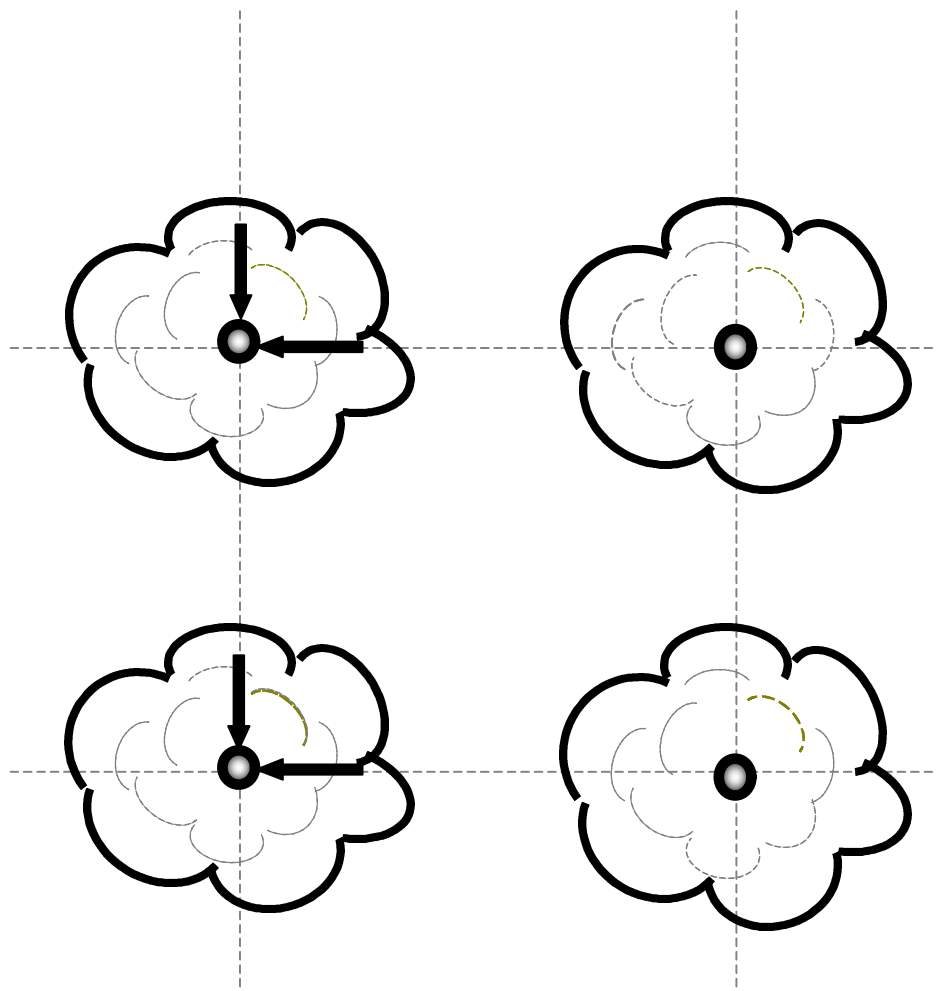


Figura 2 – Croqui de localização dos pontos de leitura do índice de área foliar (IAF), na linha e entrelinha de plantio, a 0,50m de altura do solo.







- Espaçamento de plantio (3 x 3 m);
-  Copa das árvores;
-  Fuste das árvores;
-  Posição do sensor linear na linha de plantio;
-  Posição do sensor linear na entrelinha.

Figura 3 – Croqui de localização dos pontos de medição da radiação fotossinteticamente ativa (RFA), na linha e entrelinha de plantio, realizada a 0,50m de altura do solo.

$$t = (RFA_{\text{interior}}/RFA_{\text{exterior}}) * 100,$$

Em que:

t = transmissividade da radiação fotossinteticamente ativa (RFA) expressa em percentagem;

RFA_{interior} = Radiação fotossinteticamente ativa no interior do povoamento;

RFA_{exterior} = Radiação fotossinteticamente ativa a céu aberto.

A análise da transmissividade da radiação fotossinteticamente ativa, aos 23 meses de idade, foi feita por meio de análise de variância e, as médias foram comparadas por meio do teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade. Ao longo do tempo, realizou-se a análise descritiva dos dados.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Distribuição dos galhos na copa

4.1.1. Primeira época de desrama

O número médio de galhos vivos com diâmetro na base inferior a 1 cm (galhos finos) antes da primeira intervenção, nas plantas da primeira época de desrama (16 meses), predominam na altura de 0,5 a 1,0 m (Figura 4a). Entre 0 e 0,5 m o número de galhos finos vivos é reduzido nesta idade porque, conforme se observa no Quadro 1, grande parte dos galhos nesta classe de diâmetro já está morto. Este processo de senescência intensificou-se aos 20 meses quando praticamente não foram observados galhos finos vivos neste estrato (Figura 4b). Aos 20 meses, houve uma redução no número médio de galhos finos vivos em todos os tratamentos e estratos (Figura 4b). Analisando-se a testemunha, aos 16 meses, o número médio de galhos finos estava em torno de 3,5 no estrato 0-0,5 m, enquanto, aos 20 meses, estes quase não ocorreram nesse estrato. Esta redução se repetiu em todos os estratos sendo, no entanto, mais intenso até 1,5 m de altura. Ou seja, devido ao grande desenvolvimento que as plantas tiveram, entre 16 e 20 meses de idade, aumentando a competição entre plantas quanto à radiação e, em razão de haver coincidência da segunda avaliação com o período seco, instalou-se nas plantas um processo de desrama natural da porção basal da copa. Vale ressaltar, ainda, que a redução no número de galhos com esta idade pode,

também, ocorrer em razão do crescimento em diâmetro dos galhos que permaneceram nas árvores, ou seja, aos 20 meses, parte dos galhos que eram finos passaram a ser classificados como de diâmetro médio.

Entre os tratamentos que receberam desrama artificial, a redução do número de galhos vivos finos foi mais intensa no tratamento 0,5+0,5+2,0 onde a intensidade de desrama artificial foi menor, o que pode ser atribuído a desrama natural que ocorreu entre 0,5 e 1,5 m de altura, como indica a maior ocorrência de galhos mortos nesta porção das plantas (Quadro 1). No tratamento 0,5+1,0+1,5 essa redução se deveu principalmente ao desenvolvimento dos galhos que passaram a ser classificados como de diâmetro médio.

Considerando que maior quantidade de galhos finos mortos foi observada principalmente até 1,0 m de altura, a desrama até pelo menos esta altura é recomendada de modo a reduzir a ocorrência de nós mortos na madeira.

O número de galhos de diâmetro entre 1,0 e 2,0 cm (diâmetro médio), aos 16 meses de idade, se concentravam até 1,5 m de altura (Figura 4d) exceto para as plantas do tratamento 1,0+0,0+2,0, que ocorreram na maioria até 1,0 m de altura. Aos 20 meses, notou-se um aumento no número de galhos de diâmetro médio em todos os tratamentos com ocorrência de grande quantidade de galhos vivos de diâmetro médio até 2,0 m de altura (Figura 4e). O aumento do número de galhos médios coincidiu com a redução do número de galhos finos (Figura 4b). Conforme já mencionado, essa redução de galhos finos ocorreu, principalmente, devido à sua morte, mas com certeza alguns cresceram e foram classificados como galhos médios.

No tratamento 1,5+0,0+1,5, que recebeu desrama até 1,5 m de altura, aos 20 meses, o número de galhos médios no estrato 1,5-2,0 m passou de 0,44 para 1,78, enquanto, na testemunha, esse número passou de 0,22 para 0,78. Isso parece demonstrar que a desrama favorece o crescimento dos galhos remanescentes da copa, uma vez que se reduz o número de galhos presentes na árvore reduzindo a competição entre os mesmos pelos fotoassimilados. Conforme mencionado por PINKARD e BEADLE (1998b) e PINKARD (2002), a desrama pode promover mudanças na partição em biomassa para favorecer o crescimento dos lançamentos e desenvolvimento foliar.

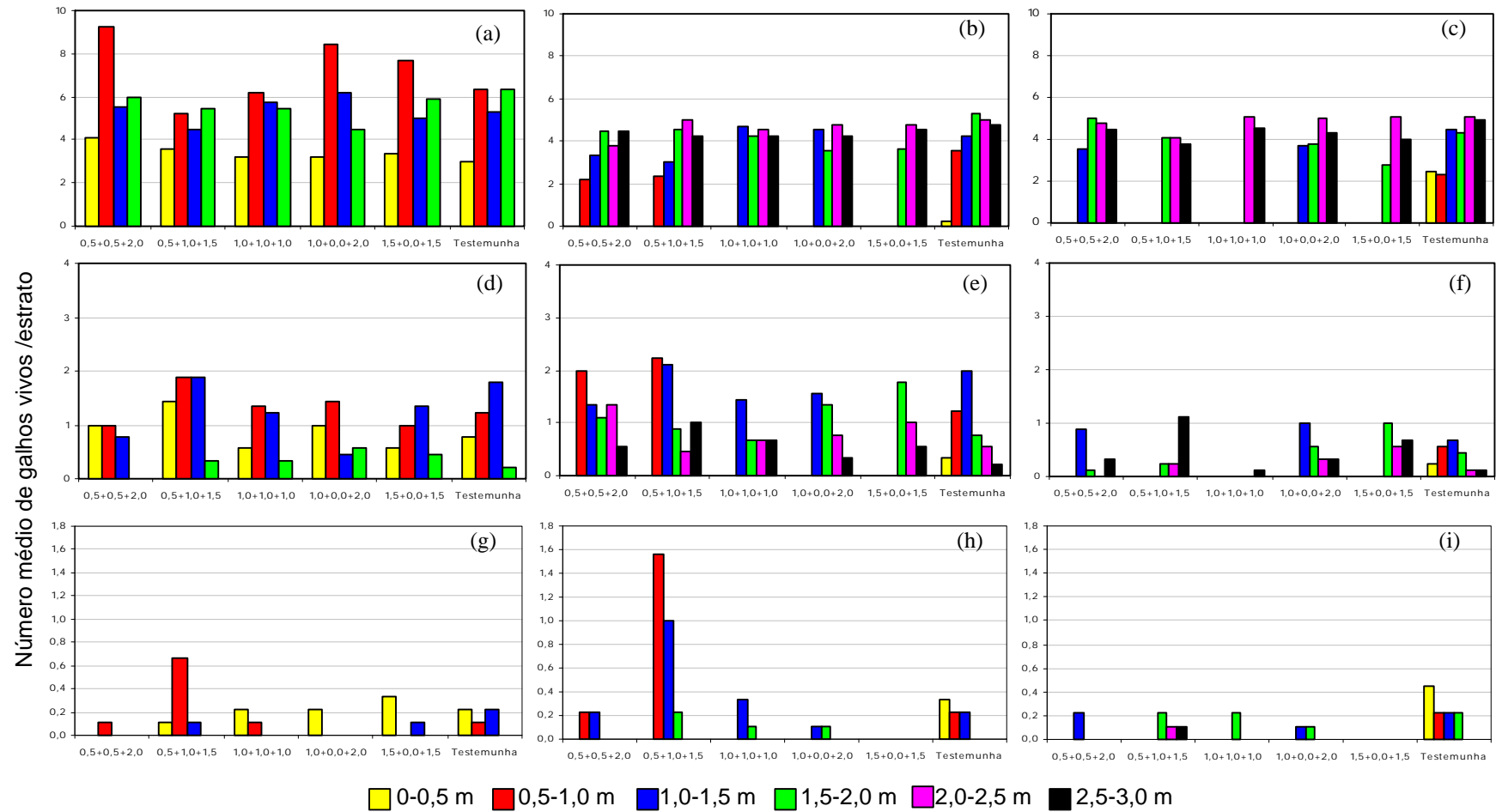


Figura 4 – Número médio de galhos vivos com diâmetro na base menor do que 1 cm (a, b, c), entre 1,0 e 2,0 cm (d, e, f) e maior do que 2,0 cm (g, h, i) por estrato, na primeira (a, d, g), segunda (b, e, h) e terceira intervenções (c, f, i), para a primeira época de desrama de plantas do clone 24504 de *Eucalyptus grandis*, em Abaeté, MG (antes da primeira intervenção, a contagem de galhos foi realizada apenas até 2,0 m de altura).

Quadro 1 – Número médio de galhos mortos, por classe de diâmetro e estrato, de plantas do clone 24504 de *Eucalyptus grandis* submetidas à primeira intervenção de desrama artificial aos 16 meses de idade (primeira época de desrama), em Abaeté, MG

Altura de desrama (m)	Galhos finos*					Galhos médios**						
						Estrato***						
	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6
16 meses												
Testemunha	5,8	1,0	0,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
0,5+0,5+2,0	4,2	0,7	0,2	-	-	-	-	-	-	-	-	-
0,5+1,0+1,5	4,3	0,8	0,2	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1,0+1,0+1,0	4,7	2,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1,0+0,0+2,0	4,9	0,2	-	0,1	-	-	-	-	-	-	-	-
1,5+0,0+1,5	5,0	1,0	-	0,1	-	-	-	-	-	-	-	-
20 meses												
Testemunha	8,6	3,8	0,1	0,1	-	-	-	-	-	-	-	-
0,5+0,5+2,0	-	4,0	1,2	0,3	-	-	-	-	-	-	-	-
0,5+1,0+1,5	-	1,0	0,4	0,3	-	-	-	-	-	-	-	-
1,0+1,0+1,0	-	-	0,4	0,1	-	-	-	-	-	-	-	-
1,0+0,0+2,0	-	-	0,2	0,3	-	-	-	-	-	-	-	-
1,5+0,0+1,5	-	-	-	0,1	-	-	-	-	-	-	-	-
28 meses												
Testemunha	4,6	3,1	1,8	0,7	-	-	0,1	-	-	0,2	-	-
0,5+0,5+2,0	-	0,3	1,9	1,6	0,4	0,4	-	-	-	-	-	-
0,5+1,0+1,5	-	-	-	0,3	0,4	-	-	-	-	-	-	-
1,0+1,0+1,0	-	-	-	0,1	0,1	-	-	-	-	-	-	-
1,0+0,0+2,0	-	-	1,1	0,6	0,2	-	-	-	-	-	-	-
1,5+0,0+1,5	-	-	-	1,0	0,2	-	-	-	-	-	-	-

*** As árvores foram divididas em estratos de 0,50m de altura, onde: 1- estrato de 0,0-0,5 m; 2- 0,5-1,0 m; 3- 1,0-1,5 m; 4- 1,5-2,0 m; 5-2,0-2,5 m; 6- 2,5-3,0 m. * Diâmetro na base menor do que 1,0 cm; ** Diâmetro na base entre 1,0 e 2,0 cm.

Quanto à ocorrência de galhos de diâmetro acima de 2,0 cm (galhos grossos), observou-se que, aos 16 meses, esses ocorreram até 1,5 m de altura (Figura 4g) e, aos 20 (Figura 4h) e 28 meses (Figura 4i) ocorreram no máximo até 2,0 m de altura. Esta característica deste clone é interessante para o seu manejo através da desrama artificial, porque a remoção de galhos grossos é dificultada quando os galhos ocorrem a maiores alturas. Conforme observado em clones estudados por ALMEIDA (2003), o clone híbrido de *Eucalyptus grandis* x *Eucalyptus urophylla*, denominado 1270, apresenta galhos grossos predominantemente entre 5,0 e 7,0 m de altura das plantas. O número de galhos grossos nas plantas do clone do presente estudo é relativamente reduzido em relação ao número de galhos médios e finos, porém, a ocorrência de galhos grossos nas plantas tem implicações sobre a qualidade da madeira, uma vez que galhos de maior diâmetro deixam ferimentos maiores no tronco e, portanto, demoram mais tempo para a sua completa cicatrização, aumentando a extensão dos danos à madeira. Segundo PULROLNIK (2002), a capacidade de cicatrização dos ferimentos de desrama varia com o tamanho da lesão, a altura na árvore e as condições fisiológicas da planta. Além disso, esses galhos influenciam no tempo de desrama, ou seja, galhos grossos demoram mais para serem removidos.

Após esta análise pode-se constatar que a copa do clone 24504 de *Eucalyptus grandis* caracteriza-se por apresentar galhos de maior diâmetro (grossos e médios) concentrados até 1,5 m de altura nas plantas, podendo prejudicar o crescimento do tronco visto que são drenos de fotoassimilados. Deste modo, a sua remoção é desejada para favorecer o crescimento do tronco. Além disso, os galhos da porção basal (até 1,5 m) da copa dessas plantas voltam-se acentuadamente para cima alcançando grande altura no dossel, como pode ser visto na Figura 5a. Sendo assim, esses galhos influenciam na penetração da luz no interior da copa, podendo prejudicar a produção de biomassa de tronco.

Para os tratamentos da primeira época de desrama constatou-se que houve uma alteração expressiva na arquitetura de copa destas plantas com a aplicação da desrama artificial, principalmente no tratamento 1,5+0,0+1,5 (Figura 5d) onde, na primeira intervenção, removeu-se grande parte dos galhos finos e médios e todos os galhos grossos.



Testemunha (a)



0,5+1,0+1,5 (b)



1,0+0,0+2,0 (c)



1,5+0,0+1,5 (d)

Figura 5 – Representação esquemática das plantas do clone 24504 de *Eucalyptus grandis*, dois meses após a primeira intervenção de desrama artificial, realizada aos 16 meses de idade (primeira época de desrama), em Abaeté, MG. (Desenhado por: Ana Paula Leite de Lima)

De modo geral, a maior parte dos galhos médios e grossos dessas plantas foi removida até a segunda intervenção e, os demais, removidos na terceira intervenção, quando todos os tratamentos receberam desrama até 3,0 m de altura.

4.1.2. Segunda época de desrama

Na Figura 6a pode-se observar que, aos 20 meses de idade, época da primeira intervenção para a segunda época de desrama, o número médio de galhos finos no estrato inferior da copa (0-0,5 m) foi muito baixo devido, principalmente, à intensa desrama natural neste estrato, o que pode ser confirmado pela presença de um grande número de galhos mortos nas árvores até a altura de 1,0 m (Quadro 2). Deste modo, a desrama artificial apenas dos galhos até 0,5 m de altura, que ocorreu nos tratamentos 0,5+0,5+2,0 e 0,5+1,0+1,5 não se justifica técnica e economicamente para esta época de desrama. É bom salientar que essa orientação é válida para as condições do presente estudo e o material genético estudado, pois, segundo ALMEIDA (2003), existe uma grande variação quanto à idade em que se inicia a desrama natural em função do material genético.

Nas avaliações seguintes notou-se que a desrama natural se intensificou nos estratos superiores, sendo que, na última intervenção, aos 33 meses de idade, quase não foram encontrados galhos finos vivos até 3,0 m de altura nas árvores, demonstrando que a desrama, aos 33 meses de idade, para este clone, foi tardia, uma vez que estes galhos haviam morrido, trazendo prejuízos para a qualidade da madeira produzida. Os galhos mortos provocam na madeira o surgimento de “nós mortos” e de bolsas de resina, o que prejudica a qualidade da madeira para serraria (BURGER e RICHTER, 1991).

Quando se analisou o número médio de galhos com diâmetro médio constatou-se que estes se concentravam até 1,5 m de altura nas plantas. Com a primeira intervenção (20 meses de idade), nos tratamentos desramados até 0,5 m, a maior parte destes galhos continuou após a desrama competindo em crescimento com o tronco principal, uma vez que parte das reservas que deveriam estar sendo direcionadas para o crescimento do tronco continuaram sendo usadas para a manutenção e crescimento desses galhos.

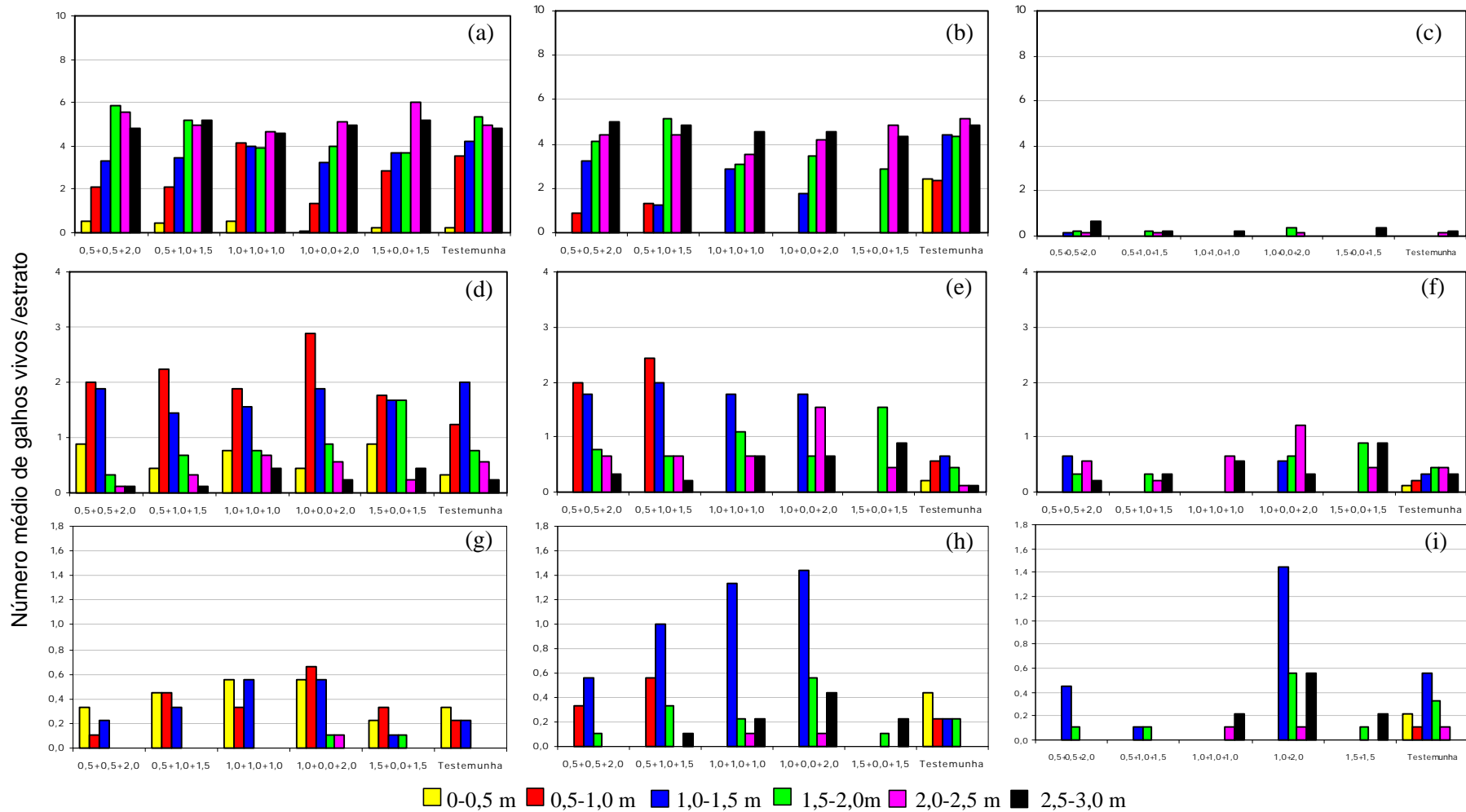


Figura 6 – Número médio de galhos vivos com diâmetro na base menor do que 1 cm (a, b, c), entre 1,0 e 2,0 cm (d, e, f) e maior do que 2,0 cm (g, h, i) por estrato, na primeira (a, d, g), segunda (b, e, h) e terceira intervenção (c, f, i), para a segunda época de desrama de plantas do clone 24504 de *Eucalyptus grandis*, em Abaeté, MG.

Quadro 2 – Número médio de galhos mortos, por classe de diâmetro e estrato, de plantas do clone 24504 de *Eucalyptus grandis* submetidas à primeira intervenção de desrama artificial aos 20 meses de idade (segunda época de desrama), em Abaeté, MG

Altura de desrama (m)	Galho fino*					Galho médio**						
	Estrato***											
	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6
20 meses (julho)												
Testemunha	8,6	3,8	0,1	0,1	-							
0,5+0,5+2,0	8,2	4,1	0,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-
0,5+1,0+1,5	8,1	3,6	0,6	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1,0+1,0+1,0	8,0	2,9	0,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1,0+0,0+2,0	4,4	6,0	0,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1,5+0,0+1,5	7,9	3,4	0,3	-	0,1	-	-	-	-	-	-	-
28 meses (março)												
Testemunha	4,6	3,1	1,8	0,7	-	-	0,1	-	-	0,2	-	-
0,5+0,5+2,0	-	3,8	0,8	0,3	-	-	-	-	-	-	-	-
0,5+1,0+1,5	-	1,6	1,1	0,6	-	-	-	-	-	-	-	-
1,0+1,0+1,0	-	-	0,1	0,1	0,4	0,2	-	-	-	-	-	-
1,0+0,0+2,0	-	-	0,2	0,3	0,1	-	-	-	-	-	-	-
1,5+0,0+1,5	-	-	-	0,1	0,4	0,1	-	-	-	-	-	-
33 meses (agosto)												
Testemunha	4,2	4,0	4,0	4,8	4,7	4,7	0,3	0,8	0,4	0,2	-	-
0,5+0,5+2,0	-	-	2,6	4,4	4,4	4,0	-	-	0,8	-	0,1	-
0,5+1,0+1,5	-	-	-	4,3	4,4	4,3	-	-	-	0,2	-	-
1,0+1,0+1,0	-	-	-	-	3,4	4,0	-	-	-	-	-	-
1,0+0,0+2,0	-	-	2,4	2,9	3,6	3,9	-	-	0,7	-	-	-
1,5+0,0+1,5	-	-	-	2,9	5,6	4,2	-	-	-	0,3	-	-

*** As árvores foram divididas em estratos de 0,50m de altura, onde: 1- estrato de 0,0-0,5 m; 2- 0,5-1,0 m; 3- 1,0-1,5 m; 4- 1,5-2,0 m; 5-2,0-2,5 m; 6- 2,5-3,0 m. * Diâmetro na base menor do que 1,0 cm; ** Diâmetro na base entre 1,0 e 2,0 cm.

Aos 28 meses de idade pode-se constatar que, até 1,5 m de altura, o número de galhos médios permaneceu similar à avaliação anterior e houve um aumento mais expressivo destes galhos acima de 2,0 m de altura. Ao contrário dos demais tratamentos, nas plantas da testemunha houve redução do número de galhos de diâmetro médio. Isto se deve ao início do processo de desrama natural ter alcançado os galhos desta classe de diâmetro, neste tratamento, em função da menor disponibilidade lumínica no interior destas copas e, também, ao crescimento de parte desses galhos que passaram a se enquadrar como galhos grossos. Aos 33 meses de idade, observou-se uma redução do número de galhos médios vivos em todos os tratamentos, isso porque, uma parte desses galhos cresceu em diâmetro, passando a se enquadrar como galhos grossos e, também, devido ao aumento da ocorrência de galhos médios mortos nessa idade em, praticamente, todos os tratamentos (Quadro 2).

Quanto à distribuição dos galhos de diâmetro superior a 2,0 cm observou-se a mesma tendência dos galhos de diâmetro médio, ou seja, a maior parte destes se concentrando até 1,5 m de altura. Deste modo, aos 20 meses, somente no tratamento 1,5+0,0+1,5 foram removidos, praticamente, todos os galhos grossos. Aos 28 meses houve um aumento no número de galhos grossos principalmente entre 1,0 e 2,0 m de altura, para os tratamentos desramados. Na testemunha, os valores permaneceram similares à avaliação anterior. Isto mais uma vez demonstra que a desrama favorece o desenvolvimento da copa devido, principalmente, a maior penetração de luz na copa e a menor competição entre os galhos remanescentes pelos carboidratos produzidos pelas folhas. Com a segunda intervenção, grande parte dos galhos grossos foram removidos das plantas, exceto no tratamento 1,0+0,0+2,0 que não foi desramado nesta ocasião.

Esta análise mostrou a importância da combinação de época e de intensidade de desrama a ser aplicada. Para a segunda época de desrama deste experimento, a idade de 33 meses mostrou-se tardia para desramar até três metros de altura nas plantas, uma vez que a desrama natural já estava intensa até esta altura.

Do mesmo modo como verificado para as plantas da primeira época de desrama, a arquitetura de copa foi alterada pela aplicação da desrama artificial. Na Figura 7 são apresentadas as representações esquemáticas das plantas do clone 24504 de *Eucalyptus grandis*, três meses após serem submetidas à primeira intervenção de desrama aos 20 meses de idade.



Testemunha (a)



0,5+1,0+1,5 (b)



1,0+0,0+2,0 (c)



1,5+0,0+1,5 (d)

Figura 7 – Representação esquemática das plantas do clone 24504 de *Eucalyptus grandis*, três meses após a primeira intervenção de desrama artificial realizada aos 20 meses de idade (segunda época de desrama), em Abaeté, MG. (Desenhado por: Ana Paula Leite de Lima)

4.1.3. Terceira época de desrama

Aos 28 meses de idade, o maior número de galhos finos vivos se encontrava acima de 1,5 m de altura, tendo apresentado, em média, 4,6 galhos finos/estrato (Figura 8a). Isso demonstrou que a primeira intervenção não alterou de maneira expressiva a arquitetura de copa destas plantas não tendo, portanto, efeitos negativos para o crescimento. Porém, é possível que ocorra maiores prejuízos à qualidade da madeira, visto que foi detectada a ocorrência de galhos finos mortos até 3,0 m de altura sendo a sua presença mais expressiva até 1,0 m de altura (Quadro 3). Deste modo, a desrama artificial aos 28 meses de idade, quando as plantas estavam com diâmetro médio de 6,40 cm aumenta o núcleo nodoso e, ainda, durante a sua remoção, parte desses galhos (cotós) podem permanecer retidos nas plantas interferindo no rendimento de madeira limpa, conforme verificado por PULROLNIK (2002).

Aos 33 meses de idade, quando todos os tratamentos seriam desramados até três metros de altura, o número médio de galhos finos vivos, em todos os tratamentos, ficou em torno de 0,3 galhos/estrato, confirmando que a desrama natural já alcançava a altura de 3,0 m no tronco.

Analisando a distribuição dos galhos de diâmetro médio nas plantas (Figura 8c), observou-se que, de modo geral, a maior parte destes galhos se encontrava até 2m de altura. Assim, a aplicação do tratamento 3,0+0,0, onde foram removidos todos os galhos até 3,0 m, não pareceu afetar negativamente o crescimento das plantas, uma vez que o número de galhos médios ficou em torno de 1,4 galhos/estrato, naqueles estratos situados entre 0,5 e 2,0m de altura, enquanto nos demais ficou em torno de 0,3 galhos por estrato.

Aos 33 meses houve uma redução do número desses galhos em relação à avaliação anterior (Figura 8d). No tratamento 1,0+0,0+2,0, onde, aos 28 meses, foram removidos os galhos somente até 1,0 m de altura, este número passou de 2,8 para 1,8 galhos no estrato de 1,0-1,5 m e de 1,2 para 0,6 galhos no estrato 1,5-2,0. Esta redução se deve, em parte, à desrama natural, uma vez que pode-se notar no Quadro 3, que foram detectados galhos mortos neste estrato aos 33 meses e, também, ao fato de que, como estes galhos permaneceram nas plantas após a primeira intervenção, continuaram seu crescimento e, aos 33 meses de idade parte destes galhos se enquadraram como galhos de diâmetro grosso, conforme pode ser visto na Figura 8f.

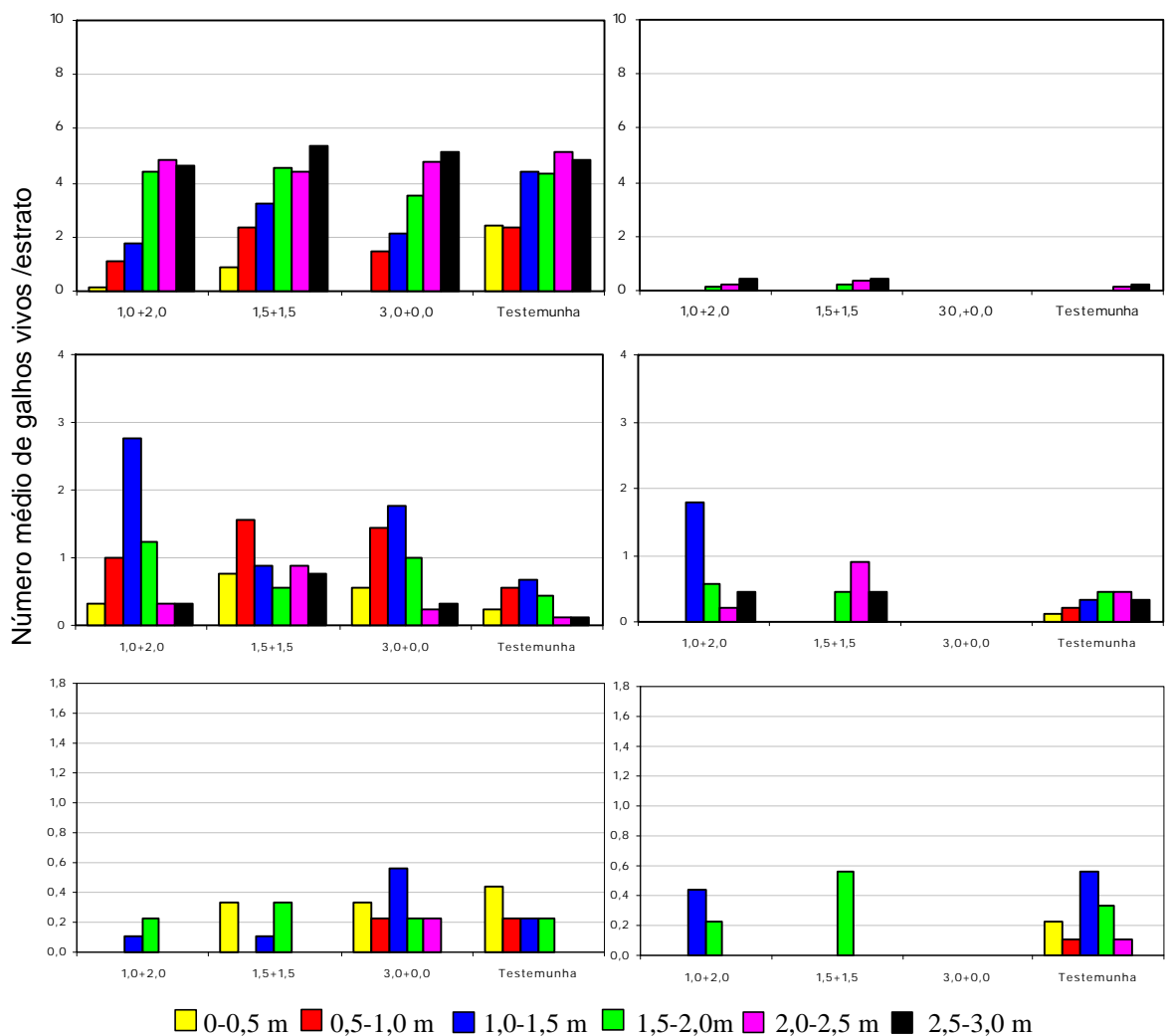


Figura 8 – Número médio de galhos vivos com diâmetro menor do que 1 cm (a, b), entre 1,0 e 2,0 cm (c,d) e maior do que 2,0 cm (e,f) por estrato, na primeira (a, c, e) e na segunda (b, d, f), para a terceira época de desrama de plantas do clone 24504 de *Eucalyptus grandis*, em Abaeté, MG.

Quadro 3 – Número médio de galhos mortos, por classe de diâmetro e estrato, de plantas do clone 24504 de *Eucalyptus grandis* submetidas à primeira intervenção de desrama artificial aos 28 meses de idade (terceira época de desrama), em Abaeté, MG

Altura de desrama (m)	Galhos finos						Galhos médios					
	Estrato*											
	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6
28 meses												
Testemunha	4,6	3,1	1,8	0,7	-	-	0,1	-	-	0,2	-	-
1,0+0,0+2,0	7,7	4,7	2,0	0,4	0,1	-	0,2	0,1	-	-	-	-
1,5+0,0+1,5	7,0	4,4	1,0	1,0	0,3	0,3	-	-	0,1	-	-	-
3,0+0,0	8,3	4,2	1,4	1,0	0,4	-	0,1	-	-	-	-	-
33 meses												
Testemunha ¹	4,2	4,0	4,0	4,8	4,7	4,7	0,3	0,8	0,4	0,2	-	-
1,0+0,0+2,0	-	0,2	2,6	4,8	4,6	4,2	-	0,3	0,9	0,4	-	-
1,5+0,0+1,5	-	-	-	3,7	3,9	4,4	-	-	-	-	-	-
3,0+0,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

*** As árvores foram divididas em estratos de 0,50m de altura, onde: 1- estrato de 0,0-0,5 m; 2- 0,5-1,0 m; 3- 1,0-1,5 m; 4- 1,5-2,0 m; 5-2,0-2,5 m; 6- 2,5-3,0 m. * Diâmetro na base menor do que 1,0 cm; ** Diâmetro na base entre 1,0 e 2,0 cm. ¹ Aos 33 meses de idade, a testemunha apresentou um número médio de 0,1 galho grosso morto, no estrato 0,0-0,5 m.

Quanto aos galhos com diâmetro acima de 2cm notou-se que, aos 28 meses (Figura 8e), estes se encontravam até 2,0m de altura nas plantas e, com a primeira desrama, estes foram removidos, total e parcialmente, nos tratamentos 3,0+0,0 e 1,5+0,0+1,5. No tratamento 1,0+0,0+2,0 estes não foram removidos, visto que se encontravam acima de 1,0 m. Deste modo, houve um aumento no número de galhos grossos aos 33 meses de idade, principalmente entre 1,0 e 2,0m.

4.2. Projeção das copas

4.2.1. Primeira época de desrama

Aos 18 meses de idade, dois meses após a primeira intervenção, as plantas submetidas aos tratamentos de maior intensidade foram aquelas que apresentaram menor projeção de copa. O raio médio de copa, para essa idade variou de 1,82 m a 1,30 m, para a testemunha e o tratamento 1,0+0,0+2,0. Aos 20 meses, antes da segunda intervenção, a copa das plantas não desramadas (testemunha) ocupava uma área maior do terreno do que a das plantas desramadas (Figura 9). A testemunha apresentava raio médio de copa de 2,03 m e, nos demais tratamentos, este variou de 1,23 a 1,79 m (Quadro 4).

Após a desrama, houve redução no polígono limitando a copa das plantas para 1,18 a 1,56 m, sendo que as maiores reduções foram observadas para os tratamentos que alcançaram maior altura de desrama até os vinte meses. PULROLNIK (2002) também observou redução na projeção de copa após desrama em plantas *Eucalyptus grandis*. No tratamento 0,5+0,5+2,0, que alcançou, aos vinte meses, 1,0 m de altura livre de ramos, houve redução de 9,2% no raio médio de copa enquanto, para o tratamento 1,0+1,0+1,0, que se encontrava livre de ramos até 2,0 m de altura, esta redução foi de 26,3%.

Nas plantas desramadas até 1,5 m de altura aos 20 meses (0,5+1,0+1,5), esta redução foi elevada (31,3%), em razão da remoção de galhos médios e grossos que predominam até a altura de 1,5 m, na segunda intervenção (Figura 4b e 4e). Estes resultados confirmam a característica de copa deste clone, que concentra galhos de maior extensão e diâmetro até 1,5 m de altura. A remoção desses galhos deve ser feita mais cedo, para não afetar o crescimento do tronco e que, por ainda apresentarem diâmetros reduzidos, diminui o esforço na desrama, além de proporcionar a cicatrização dos ferimentos mais prontamente.

O polígono formado pela projeção de copa das plantas, aos 28 meses de idade, antes da terceira intervenção de desrama, se mostrou similar entre os tratamentos (Figura 9). O raio médio de copa foi de 1,95 m, para a testemunha, e de 1,77 m em média, para os demais (Quadro 4). Dentre os tratamentos em que as plantas foram desramadas, aquelas que mais se desenvolveram, em

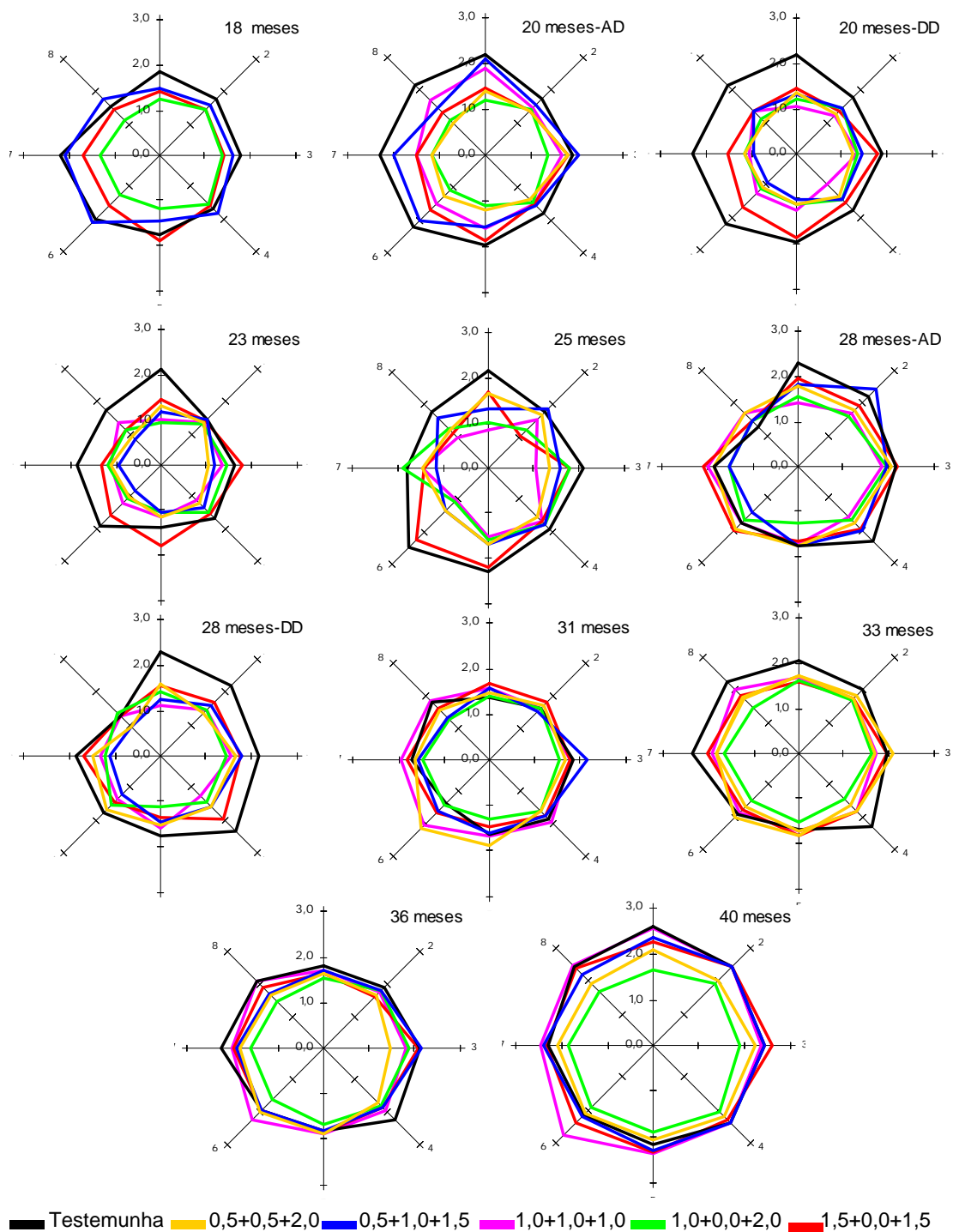


Figura 9 – Polígono formado pela projeção de copas (m), em eixos ortogonais, de plantas do clone 24504 de *Eucalyptus grandis* submetidas a primeira intervenção de desrama artificial aos 16 meses de idade (primeira época de desrama) (AD = antes da desrama; DD = depois da desrama).

Quadro 4 – Raio médio de copa, em metros, de plantas do clone 24504 de *Eucalyptus grandis* submetidas à primeira intervenção de desrama artificial aos 16 meses de idade (primeira época de desrama), em Abaeté, MG

Altura de desrama (m)	Idade de avaliação (mês)										
	18*	20 ^{AD}	20 ^{DD}	23	25	28 ^{AD}	28 ^{DD}	31	33	36	40
Testemunha	1,82	2,03	2,03	1,71	2,03	1,95	1,95	1,64	2,06	2,01	2,36
0,5+0,5+2,0	-	1,31	1,19	1,13	1,48	1,84	1,46	1,70	1,77	1,71	2,08
0,5+1,0+1,5	1,74	1,79	1,23	1,09	1,54	1,80	1,35	1,63	1,80	1,85	2,33
1,0+1,0+1,0	-	1,60	1,18	1,19	1,24	1,73	1,36	1,80	1,80	1,92	2,47
1,0+0,0+2,0	1,30	1,23	1,23	1,19	1,45	1,58	1,36	1,43	1,55	1,65	1,86
1,5+0,0+1,5	1,54	1,56	1,56	1,48	1,64	1,90	1,58	1,69	1,82	1,85	2,38

^{AD} Raio médio de copa, antes da desrama. ^{DD} Raio médio de copa, depois da desrama. * Os tratamentos 0,5+0,5+2,0 e 1,0+1,0+1,0 não foram avaliados nesta idade.

relação à última intervenção, foram as dos tratamentos 0,5+0,5+2,0; 0,5+1,0+1,5 e 1,0+1,0+1,0 (49,2%) cujas árvores foram desramadas aos 20 meses de idade, seguido por aquelas desramadas apenas aos 16 meses (24,3%). A testemunha teve redução de 3,9% no raio médio da copa neste período. Isso reforça a tese de que, após uma interferência na copa, a planta promove sua recuperação, visando reestabelecer a relação raiz/parte aérea (REIS e KIMINS, 1986, FREDERICKSEN et al., 1995; GÉNARD et al., 1998). Além disso, após a desrama, ocorre maior abertura no dossel permitindo maior entrada de luz, levando a um maior desenvolvimento dos galhos.

Após a terceira intervenção (28 meses), quando as árvores de todos os tratamentos foram desramados até três metros, as menores reduções no raio médio de copa foram verificadas para os tratamentos 1,0+0,0+2,0 e 1,5+0,0+1,5, possivelmente, em razão de terem recebido uma remoção mais intensa de área foliar na primeira intervenção (16 meses).

Avaliando o desenvolvimento de copa das plantas, aos 40 meses de idade, verificou-se que o polígono limitando a copa das plantas desramadas, 3 meses após a última intervenção de desrama, foi similar àquela da testemunha. A copa das plantas desramadas tiveram um desenvolvimento superior ao daquelas não desramadas, possivelmente, devido ao tocar de copas entre as

árvores da testemunha apresentar-se em seu máximo. Tomando a média dos tratamentos de desrama contra a testemunha, o raio médio de copa aumentou 48,0% e 16,3%, respectivamente, entre 20 e 40 meses de idade. Estes resultados indicam que, embora tenha havido uma alteração na arquitetura de copa deste clone com a aplicação da desrama, isto não afetou negativamente o desenvolvimento destas plantas. As plantas deste clone apresentaram um elevado potencial de recuperação da copa, o que pode contribuir positivamente para a manutenção do crescimento destas plantas.

4.2.2. Segunda época de desrama

Aos 20 meses de idade, antes da primeira intervenção, os polígonos limitando a copa das plantas se mostraram similares entre os tratamentos (Figura 10). Após a primeira intervenção houve redução no espaço ocupado pelas copas das plantas desramadas e, as maiores reduções no raio médio de copa foram verificadas para os tratamentos com maior intensidade de desrama, especialmente para o tratamento 1,5+0,0+1,5 (Quadro 5).

No tratamento 0,5+0,5+2,0 o raio de copa passou de 1,80 para 1,72 m e, no tratamento 1,5+0,0+1,5, o mesmo passou de 1,69 para 1,33 m, ou seja, houve uma redução de 4,4 e 21,3%, respectivamente. Isto se deve à quantidade de galhos de diâmetro médio e grosso que foram removidos em cada tratamento (Figura 6). Como a maioria desses galhos se concentra até 1,5 m de altura nas plantas deste clone, no tratamento 1,5+0,0+1,5 foram removidos, praticamente, todos estes galhos.

Aos 28 meses de idade, os tratamentos em que as plantas foram desramadas apresentaram uma copa mais desenvolvida do que a testemunha (Figura 10) sendo que, o raio médio de copa aumentou com a intensidade de desrama (Quadro 5). Enquanto no tratamento 1,5+0,0+1,5 o raio médio de copa passou de 1,33 para 2,27 m, aumentando 70,7% desde a aplicação a primeira intervenção de desrama, na testemunha passou de 2,03 para 1,95 m, ou seja, apresentou redução de 3,9%. Estes resultados concordam com o observado para a primeira época de desrama. Após a segunda intervenção, a redução na copa das plantas desramadas aumentou com a altura de desrama, como pode ser visto para o tratamento 1,0+1,0+1,0 em que, após a segunda intervenção, as plantas se encontravam desramadas até 2,0 m de altura.

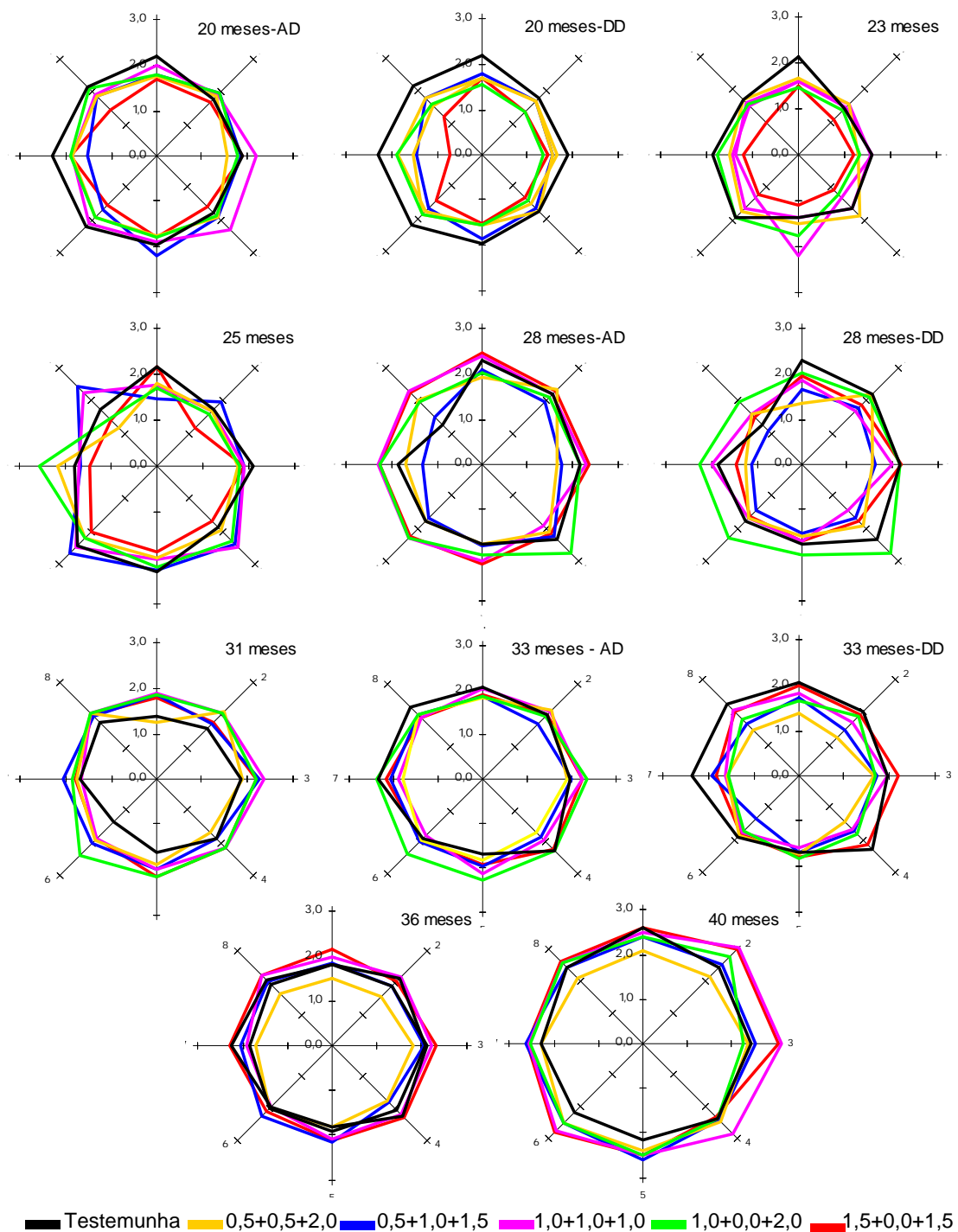


Figura 10 – Polígono formado pela projeção de copas (m), em eixos ortogonais, de plantas do clone 24504 de *Eucalyptus grandis* submetidas a primeira intervenção de desrama artificial aos 20 meses de idade (segunda época de desrama) (AD = antes da desrama; DD = depois da desrama).

Quadro 5 – Raio médio de copa, em metros, de plantas do clone 24504 de *Eucalyptus grandis* submetidas à primeira intervenção de desrama aos 20 meses de idade (segunda época de desrama), em Abaeté, MG

Altura de desrama (m)	Idade de avaliação (mês)										
	20 ^{AD}	20 ^{DD}	23	25	28 ^{AD}	28 ^{DD}	31	33 ^{AD}	33 ^{DD}	36	40
Testemunha	2,03	2,03	1,71	2,03	1,95	1,95	1,64	2,06	2,06	2,01	2,36
0,5+0,5+2,0	1,80	1,72	1,60	1,84	1,91	1,64	1,82	1,90	1,52	1,71	2,28
0,5+1,0+1,5	1,84	1,68	1,55	2,09	1,79	1,47	1,96	1,94	1,64	2,00	2,49
1,0+1,0+1,0	2,02	1,61	1,54	2,04	2,22	1,73	2,00	2,02	1,76	2,08	2,72
1,0+0,0+2,0	1,89	1,56	1,55	1,97	2,18	2,18	2,09	2,20	1,73	1,96	2,48
1,5+0,0+1,5	1,69	1,33	1,17	1,71	2,27	2,27	1,96	2,05	1,96	2,18	2,67

^{AD} Raio médio de copa, antes da desrama. ^{DD} Raio médio de copa, depois da desrama.

Por ocasião da última intervenção (33 meses de idade), aqueles tratamentos, cujas árvores foram desramadas aos 28 meses, apresentaram maior desenvolvimento de copa, enquanto, aqueles desramados apenas aos 20 meses de idade (1,0+0,0+2,0 e 1,5+0,0+1,5) tiveram desenvolvimento mais lento.

Até a última avaliação, aos 40 meses de idade, as árvores dos tratamentos aplicados na segunda época de desrama mostraram comportamento similar ao observado por aquelas da primeira época. As plantas dos tratamentos submetidos a desrama apresentaram, entre 20 e 40 meses de idade, aumento médio de 37,2% no raio médio da copa contra 16,3% para a testemunha. Estes resultados confirmam o elevado potencial de recuperação das copas das plantas deste clone após uma intervenção de desrama.

4.2.3. Terceira época de desrama

Para os tratamentos em que as árvores foram desramadas, aos 28 meses, observou-se comportamento similar ao da segunda época. Após a primeira intervenção, a copa projetada foi menor para as plantas submetidas a

desrama sendo as menores projeções de copas observadas naquelas que receberam maior intensidade de desrama (1,5+1,5 e 3,0+0,0). Considerando que antes da desrama todas as plantas apresentavam um raio médio de 1,95 m, a maior redução no raio médio de copa após a primeira intervenção foi de 23,6% e a menor de 6,7%, para as plantas dos tratamentos 3,0+0,0 e 1,0+2,0, respectivamente (Quadro 6).

Três meses após a desrama, as plantas mostraram recuperação na área ocupada no terreno, quando a menor área projetada foi verificada para a testemunha (Figura 11). Aos 31 meses de idade, o menor raio médio foi observado na testemunha (1,64 m) e o maior (1,94 m) no tratamento 1,0+2,0. Porém, analisando o percentual de crescimento do raio médio de copa em relação à última avaliação, observou-se que todos os tratamentos que receberam desrama aos 28 meses tiveram aumento no raio médio de copa, sendo o tratamento 3,0+0,0 aquele com maior crescimento (18,8%), enquanto, a testemunha apresentou redução de 15,9%. Assim, mesmo em um período de baixa disponibilidade hídrica (jun/2001) no solo, as plantas apresentaram recuperação da copa, principalmente no sentido de recompor sua superfície fotossintetizante.

Aos 33 meses, antes da segunda intervenção, as plantas do tratamento 3,0+0,0 apresentaram a menor área de projeção de copa, o que se manteve até os 36 meses. Enquanto os tratamentos 1,0+2,0 e 1,5+1,5 apresentaram copa projetada semelhante a da testemunha. Após a segunda intervenção, houve redução no raio médio de copa, sendo essa redução maior no tratamento com maior intensidade de desrama nessa intervenção (1,0+2,0).

Aos 40 meses de idade, 12 meses após a primeira intervenção, as árvores de todos tratamentos apresentavam áreas de projeção de copa semelhantes. Porém, analisando o percentual de crescimento entre 28 meses, após a primeira intervenção, e 40 meses de idade, observou-se a menor expansão de copa foi verificada para a testemunha (21,0%) enquanto nas árvores dos tratamentos desramados, o percentual médio de expansão foi de 49%, demonstrando que as plantas recuperaram suas copas após a desrama.

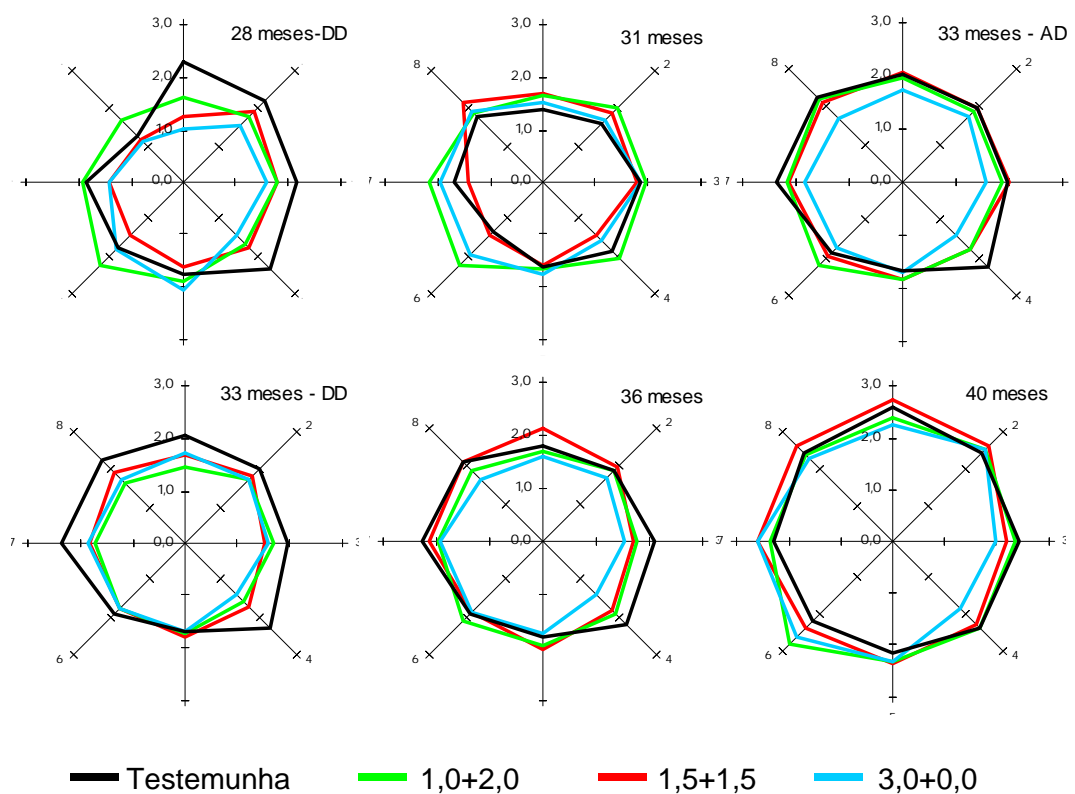


Figura 11 – Polígono formado pela projeção de copas (m), em eixos ortogonais, de plantas do clone 24504 de *Eucalyptus grandis* submetidas a primeira intervenção de desrama artificial aos 28 meses de idade (terceira época de desrama) (AD = antes da desrama; DD = depois da desrama).

Quadro 6 – Raio médio de copa, em metros, de plantas do clone 24504 de *Eucalyptus grandis* submetidas à primeira intervenção de desrama aos 28 meses de idade (terceira época de desrama), em Abaeté, MG

Altura de desrama (m)	Idade de avaliação (mês)						
	28*	28 ²	31	33 ¹	33 ²	36	40
Testemunha	1,95	1,95	1,64	2,06	2,06	2,01	2,36
1,0+2,0	1,95	1,82	1,94	2,00	1,66	1,90	2,42
1,5+1,5	1,95	1,54	1,67	1,99	1,75	1,98	2,47
3,0+0,0	1,95	1,49	1,77	1,68	1,68	1,68	2,29

* Antes da desrama, para todos os tratamentos, o raio médio de copa foi considerado igual ao da testemunha; ^{AD} Raio médio de copa, antes da desrama. ^{DD} Raio médio de copa, depois da desrama.

4.3. Dinâmica de copa em povoamentos submetidos a diferentes tratamentos de desrama

Aos 20 meses de idade, o povoamento antes da aplicação da primeira intervenção de desrama, apresentou considerável sobreposição de copas (Figura 12a). Porém, ainda ocorriam espaços vazios a serem ocupados com o crescimento das copas das plantas, mostrando que, para este clone, aos 20 meses, o dossel se encontrava praticamente, fechado.

Portanto, por volta dessa idade, para esse clone, seria um momento adequado para promover a primeira intervenção de desrama. Segundo PINKARD e BEADLE (1998a) a aplicação da desrama, feita por ocasião do fechamento do dossel, tem como vantagem o aproveitamento do período de máximo incremento em diâmetro possibilitando uma oclusão mais rápida dos ferimentos de desrama, maximizando assim os ganhos em qualidade da madeira. Além disso, após o fechamento do dossel, ocorrem mudanças expressivas na intensidade e na qualidade da radiação que penetra no dossel, o que reflete em alterações na taxa de assimilação de carbono da porção basal da copa, dentre outros.

Com a aplicação dos diferentes tratamentos de desrama artificial verificou-se maior abertura entre as copas e menor sobreposição de copas com o aumento da intensidade de desrama artificial. A remoção de galhos até 0,5 m de altura, praticamente não alterou a estrutura do dossel (Figura 12b,c).

Ou seja, a remoção, aos 20 meses, foi insuficiente para comprometer o crescimento das plantas, uma vez que, após o fechamento do dossel, os galhos basais, por receberem menor quantidade de radiação podem entrar em senescência rapidamente. Além disso, como este clone apresenta galhos basais de maior diâmetro, estes representam drenos de fotoassimilados competindo, em crescimento, com o fuste da árvore. Segundo OLIVER e LARSON (1990), a remoção dos galhos basais, sombreados, tem sido sugerida para remover estes drenos e favorecer o crescimento do tronco.

Com a remoção dos galhos até 1,0 (Figura 12c, d) e 1,5 m de altura (Figura 12f), houve uma abertura acentuada do dossel e, praticamente, eliminou a sobreposição das copas, proporcionando maior penetração da radiação no interior do povoamento. Esta abertura do dossel pode alterar o

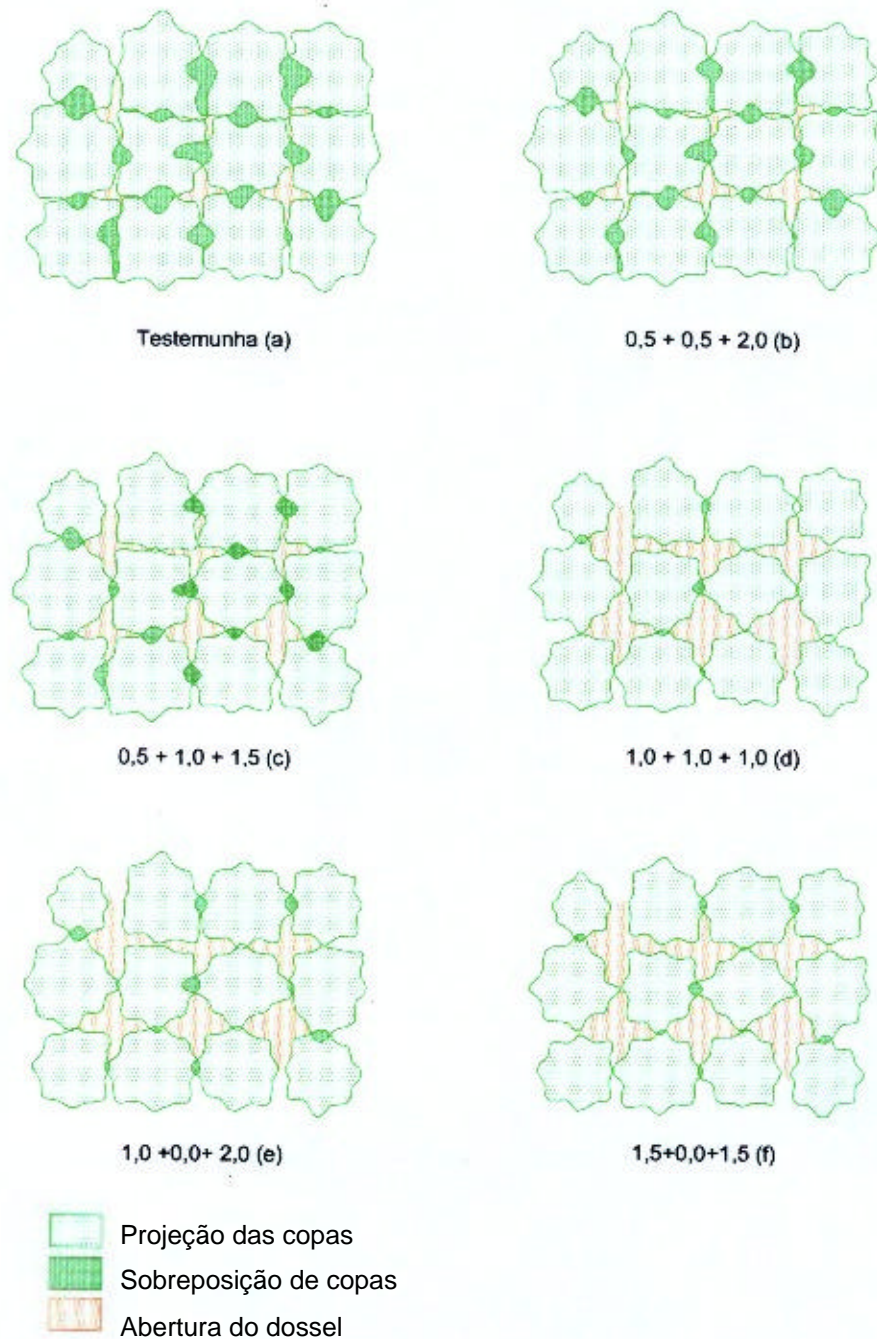


Figura 12 – Desenvolvimento do dossel de um povoamento do clone 24504 de *Eucalyptus grandis*, aos 20 meses de idade, após a primeira intervenção de desrama artificial, em Abaeté, MG.

ambiente florestal (O'CONNELL, 1997), devido variações na temperatura e umidade da camada superficial do solo, aumentando a evaporação do solo e, alterando, conseqüentemente, a taxa de decomposição da manta orgânica. Por outro lado, a desrama pode proporcionar uma redução no consumo de água pela planta, devido a redução na superfície de transpiração, o que é vantajoso, principalmente em períodos do ano em que as plantas são submetidas a déficit hídrico acentuado. BANDARA et al. (1999) observou que a desrama, em plantas de *Pinus radiata* reduziu a perda de água por transpiração, melhorando o seu status hídrico, com um impacto favorável sobre o crescimento de acículas.

Aos 28 meses, por ocasião da segunda intervenção, os povoamentos submetidos às maiores intensidades de desrama aos 20 meses, foram os que apresentaram os maiores desenvolvimentos do dossel (Figura 13e, f), enquanto, a testemunha o menor (Figura 13a). Isto indica que, após a desrama, as plantas desenvolveram e recuperaram suas copas. Existe um equilíbrio funcional entre a raiz e a parte aérea das plantas e, isto tende ser adaptativo, dependendo do material genético e das condições ambientais. Portanto, a desrama artificial da copa viva das plantas causa mudanças neste equilíbrio e, portanto, pode alterar a alocação de carbono, favorecendo o crescimento da copa remanescente, a fim de recriar esse equilíbrio funcional (REIS e KIMMINS, 1986; FREDERICKSEN et al., 1995; GÉNARD et al., 1998; BANDARA et al., 1999). Nos tratamentos em que foram removidos os galhos até 1,5 m, foi observada elevada sobreposição de copas, mostrando que, nesta época, já poderia ser estudada a possibilidade de aplicação de desbaste neste povoamento para liberação de espaço para o crescimento. A desrama artificial aumenta a temperatura no interior do povoamento, assim como a disponibilidade de luz no interior da copa, favorecendo a fixação de carbono e o crescimento das plantas e, portanto, a desrama, muitas vezes, deve ser seguida da aplicação de desbaste no povoamento (HARD, 1992; PULROLNIK, 2002).

Após a segunda intervenção, as plantas dos tratamentos que receberam desrama (Figura 14 b, c, d) apresentaram redução na sobreposição de copa e abertura no dossel, aumentando a transmissividade da radiação fotossinteticamente ativa no interior do povoamento.

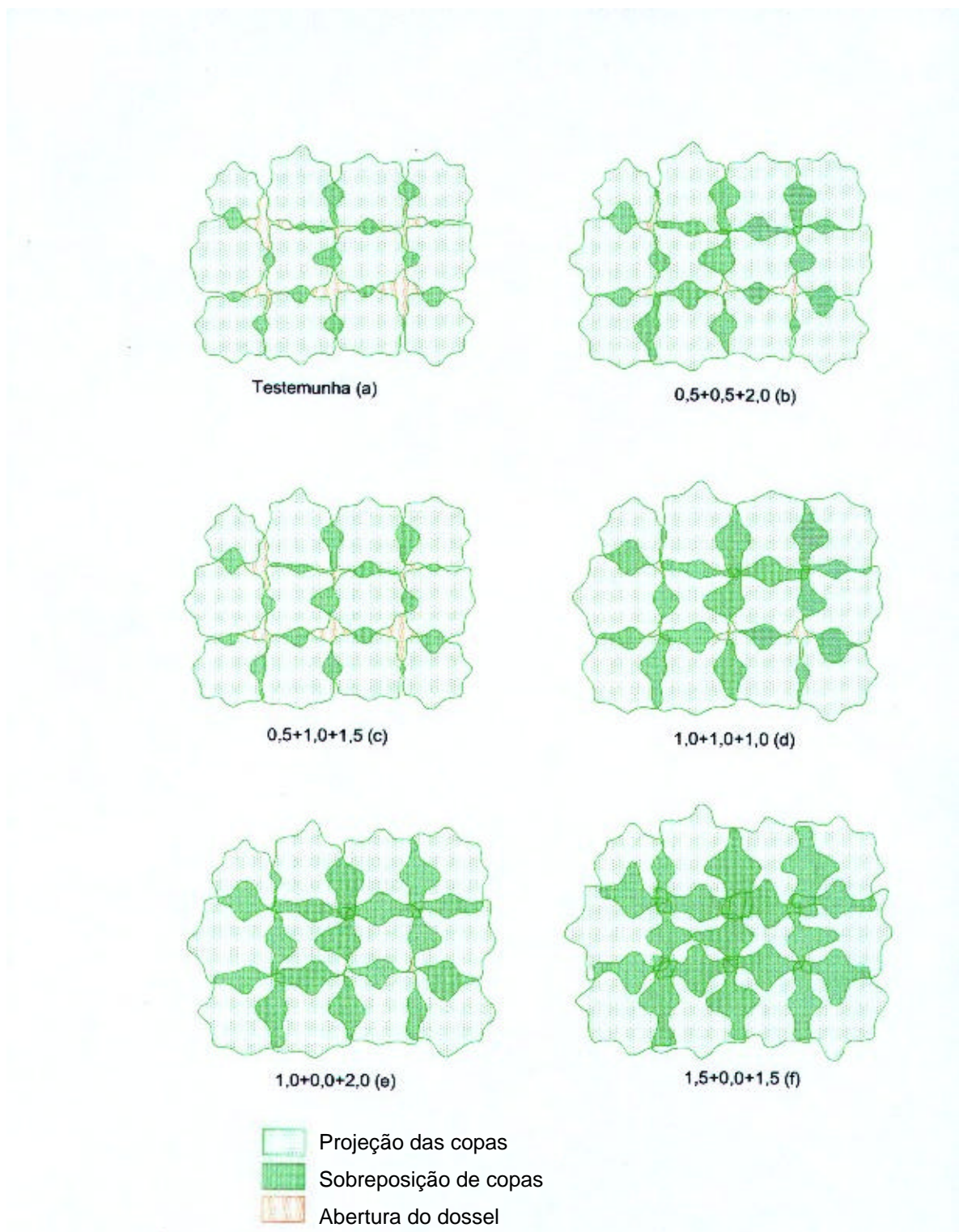


Figura 13 – Desenvolvimento do dossel de um povoamento do clone 24504 de *Eucalyptus grandis*, aos 28 meses de idade, antes da segunda intervenção de desrama artificial, em Abaeté, MG.

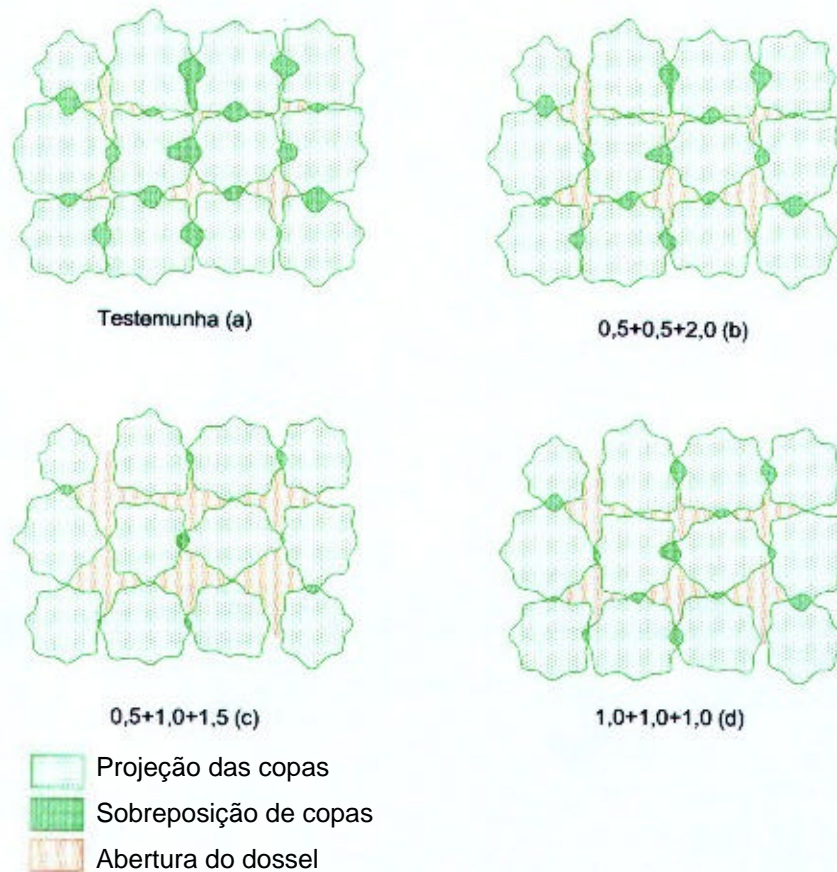


Figura 14 – Desenvolvimento do dossel de um povoamento do clone 24504 de *Eucalyptus grandis*, aos 28 meses de idade, após a segunda intervenção de desrama artificial, em Abaeté, MG.

Após a terceira intervenção (33 meses), quando as plantas foram desramadas até 3,0 m de altura, houve, também, abertura no dossel, exceto no tratamento 1,5+0,0+1,5 (Figura 15f) que, em razão de estar apresentando o maior desenvolvimento da copa desde a primeira intervenção, não apresentou um efeito expressivo na abertura do dossel. Na avaliação final, aos 40 meses de idade (Figura 16), todos os tratamentos apresentaram acentuada sobreposição de copa, com maior destaque para o tratamento 1,5+0,0+1,5.

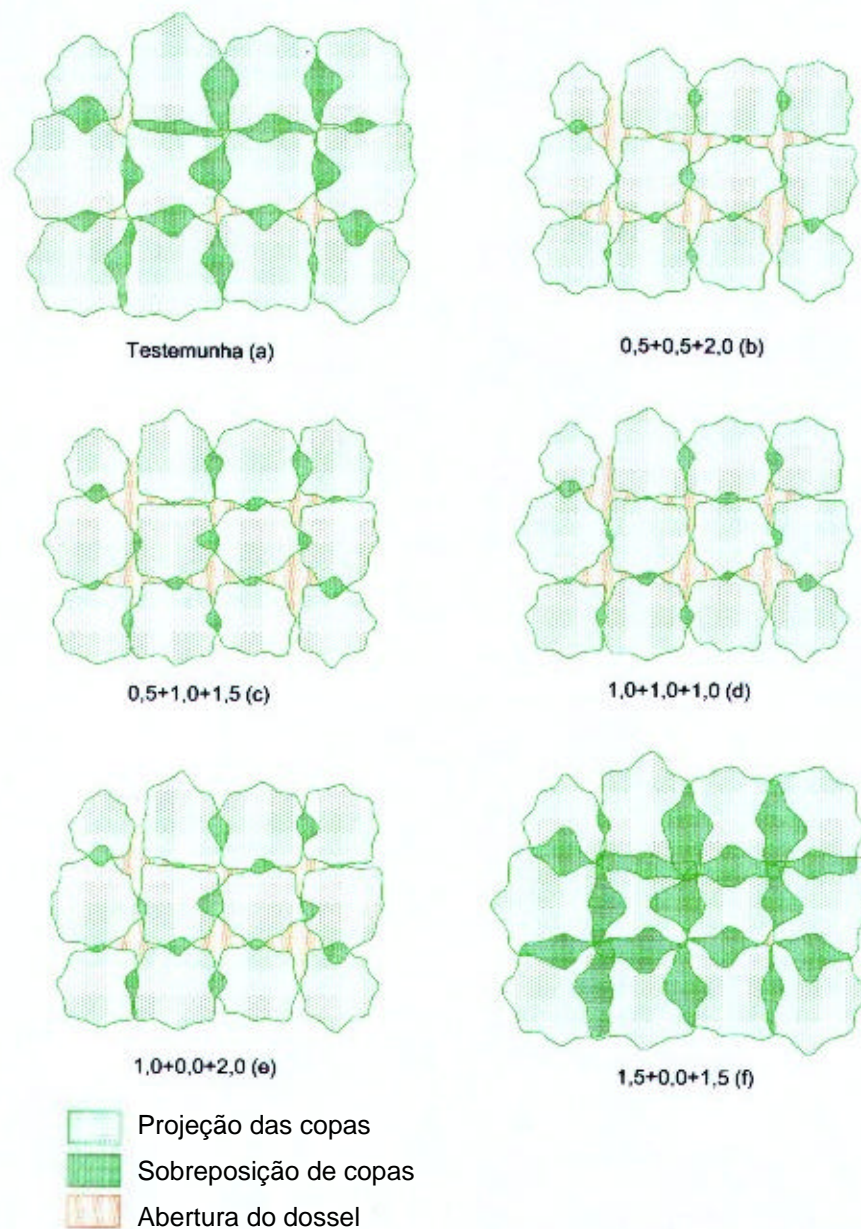


Figura 15 – Desenvolvimento do dossel de um povoamento do clone 24504 de *Eucalyptus grandis*, aos 33 meses de idade, após a terceira intervenção de desrama artificial, em Abaeté, MG.

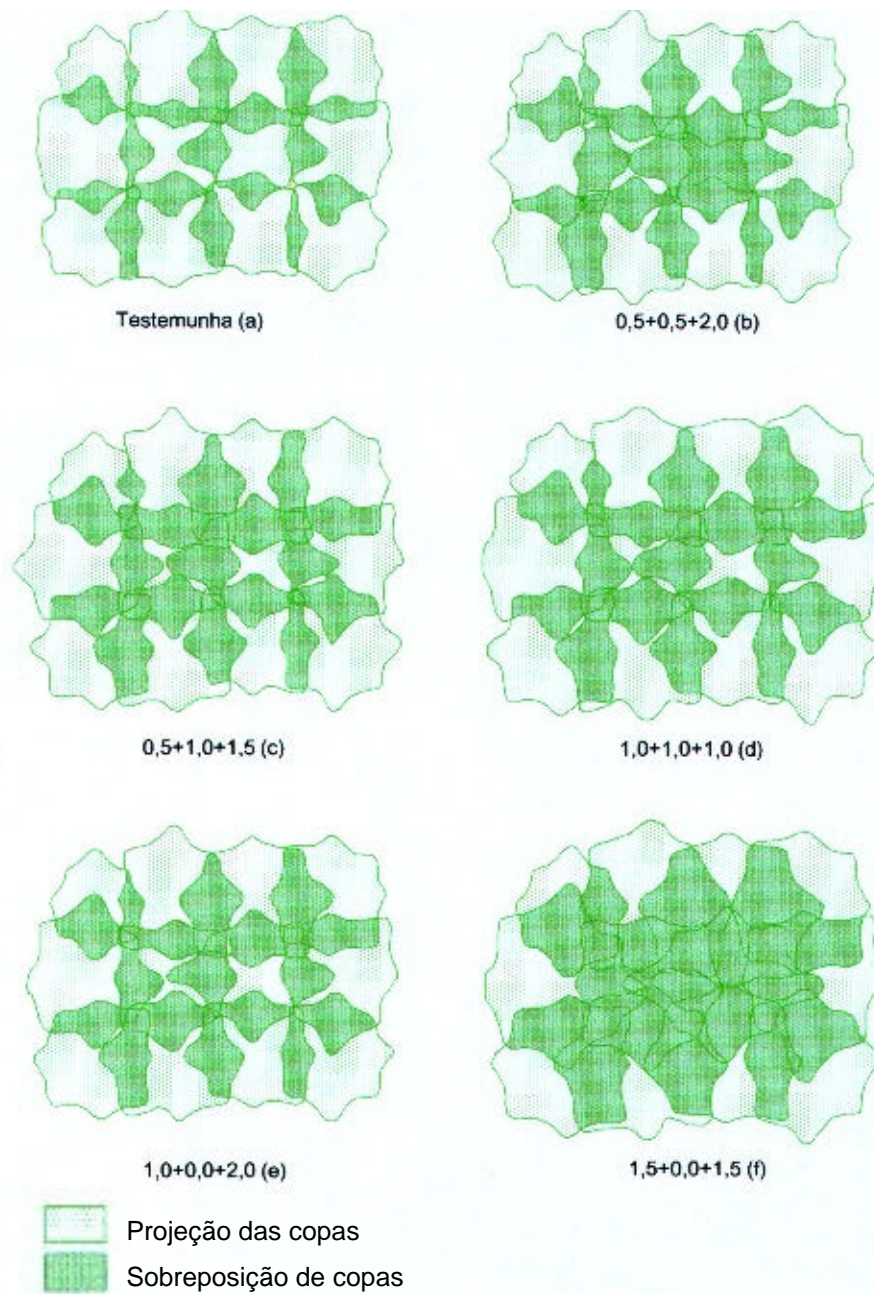


Figura 16 – Desenvolvimento do dossel de um povoamento do clone 24504 de *Eucalyptus grandis*, aos 40 meses de idade, em Abaeté, MG.

4.4 Caracterização do índice de área foliar (IAF)

4.4.1. Primeira época de desrama

Aos 16 meses de idade, antes da primeira intervenção, o IAF médio variou entre 0,96 e 1,77. Após a primeira intervenção houve redução no IAF em todos os tratamentos, que passaram a apresentar valores entre 0,27 e 1,04 para os tratamentos de maior e menor intensidade de desrama, respectivamente (Quadro 7). Os valores obtidos após a primeira intervenção representaram reduções no IAF, em média, de 43%, 58% e 81%, quando se removeram todos os galhos até 0,5 m, 1,0 m e 1,5 m de altura, respectivamente.

Quadro 7 – Índice de área foliar médio e desvio padrão, em diferentes idades, de plantas do clone 24504 de *Eucalyptus grandis*, submetidas à primeira intervenção de desrama artificial aos 16 meses de idade (primeira época de desrama), em Abaeté, MG

Idade (mês)	Altura de desrama (m)					
	Testemunha	0,5+0,5+2,0	0,5+1,0+1,5	1,0+1,0+1,0	1,0+0,0+2,0	1,5+0,0+1,5
16 ^{AD}	1,06±0,29	1,77±0,69	1,38±0,08	0,96±0,28	1,30±0,54	1,42±0,74
16 ^{DD}	1,06±0,29	1,04±0,36	0,76±0,17	0,46±0,26	0,47±0,26	0,27±0,15
18	2,04±0,20	1,94±0,66	2,17±0,43	1,37±0,18	1,03±0,29	1,26±0,11
20 ^{AD}	1,52±0,04	1,41±0,32	1,58±0,34	0,89±0,07	1,09±0,32	0,95±0,08
20 ^{DD}	1,52±0,04	1,26±0,32	0,71±0,12	0,63±0,07	1,09±0,32	0,95±0,08
23	1,50±0,16	1,24±0,48	0,71±0,12	0,64±0,09	1,10±0,34	1,10±0,16
28 ^{AD}	2,77±0,07	2,84±0,41	2,28±0,09	2,22±0,18	2,62±0,57	2,65±0,18
28 ^{DD}	2,77±0,07	1,84±0,22	1,64±0,16	1,82±0,15	1,71±0,47	1,81±0,15
33	1,84±0,14	1,54±0,21	1,35±0,13	1,52±0,09	1,41±0,28	1,44±0,17
40	2,94±0,18	2,85±0,28	2,63±0,15	2,64±0,01	2,74±0,45	2,88±0,21
45	1,98 a	2,05 a	1,85 a	2,08 a	1,81 a	1,99 a

Na última linha, médias seguidas pela mesma letra minúscula não diferem entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade; ^{AD} IAF antes da desrama; ^{DD} IAF depois da desrama.

Dois meses após a primeira intervenção, as plantas desramadas mostraram recuperação da copa e, conseqüentemente, do IAF. Nos tratamentos em que as árvores foram submetidas a menor intensidade de desrama, o IAF foi similar ao das plantas da testemunha, enquanto, nas dos tratamentos de maior intensidade, esses valores foram inferiores ao da testemunha. Analisando o percentual de crescimento do IAF, dos 16 aos 18 meses, a maior recuperação foi verificada para os tratamentos de maior intensidade de desrama. Para o tratamento 1,5+0,0+1,5 esse percentual foi de 367% enquanto nos tratamentos 0,5+0,5+2,0 e 1,0+1,0+1,0 foi de 87% e 198%, respectivamente. Conforme revisto por GÉNARD et al. (1998), vários autores têm observado retomada no crescimento após a desrama para reestabelecer o equilíbrio entre raiz/parte aérea o que, possivelmente, pode ser atribuído a desbalanço entre reguladores de crescimento em resposta à desrama. PINKARD e BEADLE (1998b) observaram mudanças na razão folha/madeira após aplicação de desrama. As plantas não desramadas mostraram declínio nesta razão, ao passo que as desramadas aumentaram em 35 e 75% quando submetidas a desrama de 50 e 70% da copa viva das plantas de *Eucalyptus nitens*, sugerindo crescimento da biomassa de folhas.

Aos 20 meses, todos os tratamentos mostraram redução no IAF (Quadro 7), provavelmente, devido à coincidência desta avaliação com um período de baixa disponibilidade hídrica (julho/2000). Após a segunda intervenção, houve redução do IAF, que aumentou com a intensidade de desrama. Embora nos tratamentos 0,5+1,0+1,5 e 1,0+1,0+1,0 os valores de IAF observados tenham sido semelhantes (0,71 e 0,63, respectivamente). Quando se analisa o percentual de redução nestes tratamentos verificou-se que no primeiro houve uma redução de 55,1%, enquanto no segundo foi de 29,2%. Esses resultados indicam que a altura de remoção dos galhos nas plantas também influenciou nesses resultados, principalmente devido aos galhos basais de maior diâmetro e extensão e, voltados para cima, detendo grande número de folhas até 1,50 m de altura do tronco. Assim, o tratamento 0,5+1,0+1,5 eliminou esses galhos grossos entre 0,5 e 1,5 m, reduzindo significativamente a área foliar da planta.

Entre 23 e 28 meses de idade, que corresponde ao período chuvoso do ano, verificou-se recuperação do IAF, conforme observado por PULROLNIK

(2002) em plantas clone de *Eucalyptus grandis* submetidas a diferentes intensidades de desrama.

Aos 28 meses de idade, 12 meses após a primeira intervenção, o IAF foi similar entre os tratamentos (2,22 a 2,77), indicando a rápida recuperação deste clone após a desrama. PINKARD e BEADLE (1998a) verificaram que, 13 meses após a desrama em *Eucalyptus nitens*, o desenvolvimento da copa das plantas desramadas se igualou ao das plantas não desramadas. Possivelmente, essa rápida capacidade de recuperação das planta possa explicar que, mesmo aquelas submetidas a maior intensidade de desrama na primeira intervenção, não tiveram seu crescimento afetado. Resposta semelhante foi, também, observada após a terceira intervenção.

Aos 40 meses de idade, ocasião em que o período chuvoso já havia se iniciado na região, as plantas de todos os tratamentos mostraram recuperação acentuada das suas áreas foliares, elevando os seus índices de área foliar que variou de 2,63 a 2,94.

Aos 45 meses de idade, vinte nove meses após a primeira intervenção, o IAF não diferiu significativamente, indicando que as plantas deste clone, após a aplicação da desrama, investiram na recuperação de sua área foliar.

PINKARD et al. (1999) estudando a influência de mudanças na área foliar sobre a recuperação do crescimento após a desrama em plantas de *Eucalyptus nitens*, aos três anos de idade, verificaram que, com a remoção de 50% da altura da copa viva das plantas, o IAF passou de 6 para 3,5, e, com a remoção de 70% da altura da copa viva, o IAF reduziu-se para 1,9. Observaram, também, que com a remoção de 50% da altura da copa viva, as plantas recuperaram seu crescimento em menos de quatro meses após a desrama e, com a retirada de 70%, as plantas não apresentaram essa recuperação. No presente estudo, a remoção mais elevada de copa viva foi de 36,6% da altura da copa viva da planta (Quadro 3 do Capítulo I), o que representou redução elevada em IAF (81%), porém, até os 45 meses de idade não houve comprometimento ao crescimento das plantas.

Os maiores valores de IAF foram obtidos quando as plantas estavam com 40 meses de idade. As plantas não desramadas apresentaram um IAF de 2,94 e, naquelas submetidas a desrama este valor variou de 2,63 a 2,85. PINKARD et al. (1999), em *Eucalyptus nitens*, aos três anos de idade,

encontraram um IAF igual a 6,0. DYE e OLBRICH (1993) observaram IAF de 4,5 em povoamento de *Eucalyptus grandis* na África. Estes autores encontraram valores mais elevados do que aqueles encontrados no presente estudo, porém, deve-se ressaltar que o IAF pode variar com o material genético, a qualidade do sítio, o manejo do povoamento, dentre outros.

Foi observada, ainda, variação no IAF com a estação do ano. As plantas apresentaram valores de IAF mais elevados durante os períodos chuvosos (28 e 40 meses de idade) enquanto, nos períodos secos foi observada redução devido à intensificação da abscisão foliar no período.

A aplicação dos tratamentos de desrama, aos 16 meses de idade, proporcionou uma redução acentuada no IAF, devido, principalmente, aos galhos basais da copa que apresentam grande desenvolvimento em diâmetro e extensão, serem voltados para cima, detendo grande quantidade de biomassa de folhas. Considerando a idade das plantas, esta remoção resultou em perda elevada de área foliar funcional, o que pode interferir no crescimento das plantas. Porém, estas plantas mostraram um elevado potencial de recuperação o que, provavelmente, auxiliou na manutenção do crescimento das mesmas. No entanto, são necessárias avaliações futuras para acompanhar o crescimento das plantas.

4.4.2. Segunda época de desrama

Aos 20 meses de idade, o IAF das plantas variou entre 1,52 e 1,97. Após a primeira intervenção, observou-se a mesma tendência verificada para a primeira época de desrama (Quadro 8). Ou seja, houve aumento da redução no IAF com a intensidade de desrama. Essas reduções foram, em média, de 6%, 32% e 53%, quando se removeram todos os galhos até 0,5 m, 1,0 m e 1,5 m de altura, respectivamente. Comparando estas reduções com aquelas obtidas quando instalou-se os mesmos tratamentos aos 16 meses de idade (primeira época de desrama) verifica-se que, aos 20 meses, estas foram menores, provavelmente, em razão da senescência foliar estar mais acentuada na base da copa.

Quadro 8 – Índice de área foliar médio e desvio padrão, em diferentes idades, de plantas do clone 24504 de *Eucalyptus grandis*, submetidas à primeira intervenção de desrama aos 20 meses de idade (segunda época de desrama), em Abaeté, MG

Idade (mês)	Altura de desrama (m)					
	Testemunha	0,5+0,5+2,0	0,5+1,0+1,5	1,0+1,0+1,0	1,0+0,0+2,0	1,5+0,0+1,5
20 ^{AD}	1,52±0,04	1,74±0,34	1,58±0,10	1,97±0,26	1,62±0,28	1,66±0,16
20 ^{DD}	1,52±0,04	1,61±0,26	1,51±0,12	1,27±0,25	1,16±0,30	0,78±0,17
23	1,50±0,16	1,47±0,24	1,46±0,06	1,19±0,13	1,17±0,27	0,86±0,14
28 ^{AD}	2,77±0,07	2,93±0,48	2,82±0,16	2,89±0,21	2,61±0,30	2,42±0,24
28 ^{DD}	2,77±0,07	2,55±0,38	2,19±0,05	1,35±0,02	2,61±0,30	2,42±0,24
33 ^{AD}	1,84±0,14	1,85±0,15	1,66±0,10	1,77±0,20	1,79±0,23	1,81±0,02
33 ^{DD}	1,84±0,14	1,52±0,15	1,35±0,02	1,58±0,20	1,27±0,17	1,50±0,04
40	2,94±0,18	3,00±0,22	2,88±0,22	2,75±0,15	2,58±0,53	3,14±0,13
45	1,98 a	2,06 a	2,00 a	2,03 a	1,99 a	2,08 a

Na última linha, médias seguidas pela mesma letra minúscula não diferem entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade; ^{AD} IAF antes da desrama; ^{DD} IAF depois da desrama.

Como a primeira intervenção foi realizada em período caracterizado por baixa disponibilidade hídrica no solo (julho/2000), quando as plantas tendem a paralisar temporariamente o seu crescimento, estas plantas, 3 meses após a primeira intervenção não mostraram uma pronta recuperação, porém, aos 28 meses de idade, durante a estação chuvosa, estas apresentaram acentuado aumento no IAF. Nesta idade, as plantas apresentaram IAF semelhantes entre os tratamentos, demonstrando que, em oito meses, as plantas recuperaram suas copas. Após a segunda intervenção, houve aumento na redução do IAF com o aumento da intensidade de desrama, porém, de menor magnitude do que aos 16 meses de idade, provavelmente, devido ao processo de senescência e abscisão foliar ter se intensificado na porção basal da copa.

Aos 33 meses de idade, o IAF das plantas desramadas se mostrou semelhante ao das plantas da testemunha, com valores variando de 1,77 a 1,85, exceto o tratamento 0,5+1,0+1,5, que apresentou um valor de 1,66. A terceira intervenção proporcionou uma redução semelhante entre os tratamentos, independente da intensidade de desrama aplicada nos diferentes

tratamentos (de 16,7% a 17,8%), exceto o tratamento 1,0+0,0+2,0 que teve uma redução mais acentuada (28,0%) e o 1,0+1,0+1,0 que apresentou uma redução menor do que os demais (11,7%).

Semelhante à primeira época de desrama, 25 meses após a primeira intervenção, aos 45 meses de idade, o IAF não diferiu estatisticamente entre os tratamentos. Deste modo pode-se inferir que os tratamentos de desrama aplicados não foram suficientemente drásticos de modo a afetar a recuperação da área foliar.

De modo geral, quando se compara a redução no IAF após cada intervenção, para aqueles tratamentos da primeira e segunda época, verifica-se que, aos vinte meses de idade, essas reduções são menos pronunciadas em razão do maior desenvolvimento das plantas e início da competição entre plantas, havendo aumento de sombreamento dentro da copa, podendo intensificar a abscisão foliar na base da copa.

Deste modo, como estas reduções foram menos pronunciadas para a segunda época, houve menor perda de área foliar funcional e, portanto, menor comprometimento para o crescimento das plantas.

4.4.3. Terceira época de desrama

Conforme observado para as épocas anteriores, após a primeira intervenção, a redução no IAF aumentou com a intensidade da desrama (Quadro 9). Essas reduções foram de 4,9%, 22,0% e 40,3% quando se removeu 1,0 m, 1,5 m e 3,0 m, respectivamente. A pequena redução verificada no IAF das plantas do tratamento 1,0+0,0+2,0 indica que, aos 28 meses, praticamente não havia folhas até 1,0 m de altura nas plantas e, portanto, nesta idade, para este clone poderia ser aplicada maior intensidade de desrama sem prejuízos ao crescimento das plantas.

Aos 33 meses de idade, foi verificada redução no IAF, em relação à última avaliação, nas plantas de todos os tratamentos. Estas respostas também ocorreram na primeira e na segunda época de desrama, ou seja, durante a estação seca do ano ocorreu redução no IAF das plantas. Essa redução, para os tratamentos 1,0+0,0+2,0 e 1,5+0,0+1,5, não diferiu daquela observada para a testemunha (em média, 32,7%) enquanto, no tratamento 3,0+0,0 essa foi de

Quadro 9 – Índice de área foliar médio e desvio padrão, em diferentes idades, de plantas do clone 24504 de *Eucalyptus grandis*, submetidas à primeira intervenção de desrama aos 28 meses de idade (terceira época de desrama), em Abaeté, MG

Idade (mês)	Altura de desrama (m)			
	Testemunha	1,0+0,0+2,0	1,5+0,0+1,5	3,0+0,0
28 ^{AD}	2,77 ± 0,07	2,63 ± 0,13	2,82 ± 0,46	2,93 ± 0,27
28 ^{DD}	2,77 ± 0,07	2,50 ± 0,17	2,20 ± 0,42	1,75 ± 0,14
33 ^{AD}	1,84 ± 0,14	1,74 ± 0,23	1,47 ± 0,08	1,44 ± 0,09
33 ^{DD}	1,84 ± 0,14	1,21 ± 0,14	1,14 ± 0,13	1,42 ± 0,11
40	2,94 ± 0,18	2,52 ± 0,23	2,46 ± 0,16	2,54 ± 0,15
45	1,98 a	1,78 a	1,82 a	1,89 a

Na última linha, médias seguidas pela mesma letra minúscula não diferem entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade; ^{AD} IAF antes da desrama; ^{DD} IAF depois da desrama.

17,7%. Provavelmente, porque nos tratamentos 1,0+0,0+2,0 e 1,5+0,0+1,5 a quantidade de área foliar funcional removida não foi suficientemente elevada para diferir da testemunha, enquanto, no tratamento 3,0+0,0 houve diferença em razão da maior área foliar removida, assim, as plantas recompensaram essa remoção recuperando a sua área foliar.

A segunda intervenção, aos 33 meses, proporcionou redução no IAF, conforme observado para a primeira e a segunda época, tendo sido maior para o tratamento de maior intensidade de desrama nesta intervenção (1,0+0,0+2,0).

Aos 45 meses, assim como verificado para as épocas anteriores, não foram observadas diferenças significativas entre tratamentos.

4.5. Caracterização da transmissividade da radiação fotossinteticamente ativa

4.5.1. Primeira época de desrama

A transmissividade da radiação fotossinteticamente ativa (RFA), antes da primeira intervenção, mostrou-se bastante homogênea, exceto para o tratamento 1,0+1,0+1,0 que apresentou transmissividade mais elevada (Quadro 10). Provavelmente, isto se deve ao menor desenvolvimento da copa das plantas neste tratamento (Quadro 7), uma vez que o IAF foi mais baixo, nesta idade. Após a primeira intervenção, ao contrário do ocorrido para o IAF, houve aumento na transmissividade da RFA, sendo que, este aumentou com a intensidade de desrama. O aumento foi, em média, de 24,2%, 108,2% e 203,4%, quando se removeram galhos até a altura de fuste limpo de 0,5 m, 1,0 m e 1,5 m, respectivamente. A interceptação da radiação está intimamente relacionada à superfície foliar da planta e à produtividade das plantas (BEADLE, 1997; LANDSBERG, 1997). BATTAGLIA et al. (1998) verificaram que o aumento no índice de área foliar (IAF) em plantas de *Eucalyptus nitens* resultou em aumento da interceptação da radiação fotossinteticamente ativa e, portanto, da produção de matéria seca.

A desrama promove, temporariamente, a redução no IAF e, conseqüentemente, o aumento na transmissividade da RFA, podendo alterar as condições ambientais no interior do povoamento florestal. JACKSON e WALLACE (1999) verificaram que a redução acentuada no índice de área foliar de plantas de *Grevillea robusta*, estabelecidas em espaçamento 3 x 4 m, provocou aumento na taxa de evaporação do solo devido ao aumento da radiação e da velocidade do vento no interior do dossel, após a aplicação da desrama artificial. Porém, com a retomada do crescimento da copa esta evaporação tendeu diminuir, em razão do sombreamento. Deve-se ressaltar que estes efeitos dependem da produção de biomassa de copa pela espécie arbórea, do espaçamento entre plantas e da distribuição dos resíduos da desrama sobre o solo.

Quadro 10 – Transmissividade da radiação fotossinteticamente ativa média (%) e desvio padrão, de povoamento do clone 24504 de *Eucalyptus grandis*, em diferentes idades, submetidas à primeira intervenção de desrama artificial aos 16 meses de idade (primeira época de desrama), em Abaeté, MG

Idade (mês)	Altura de desrama (m)					
	Testemunha	0,5+0,5+2,0	0,5+1,0+1,5	1,0+1,0+1,0	1,0+0,0+2,0	1,5+0,0+1,5
16 ^{AD}	28,3 ± 1,9	28,2 ± 7,0	25,0 ± 5,0	37,9 ± 7,5	26,7 ± 8,3	23,4 ± 3,2
16 ^{DD}	28,3 ± 1,9	36,2 ± 7,8	30,0 ± 3,9	67,9 ± 16,8	63,3 ± 10,9	71,0 ± 6,6
18	13,0 ± 1,1	23,8 ± 3,5	17,1 ± 3,2	40,7 ± 8,2	40,7 ± 8,2	38,3 ± 16,0
20 ^{AD}	29,8 ± 2,9	30,7 ± 9,5	24,5 ± 5,4	49,0 ± 8,0	41,1 ± 13,0	45,8 ± 4,8
20 ^{DD}	29,8 ± 2,9	34,5 ± 13,8	67,5 ± 12,4	67,4 ± 5,2	41,1 ± 13,0	45,8 ± 4,8
23	41,9 b	53,8 ab	53,6 ab	55,0 ab	50,4 ab	63,7 a

Na última linha, médias seguidas pela mesma letra minúscula não diferem entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade; ^{AD} Transmissividade da RFA antes da desrama ^{DD} Transmissividade da RFA depois da desrama.

Dois meses após a primeira intervenção foi observada uma redução na transmissividade da RFA (13,0% na testemunha e 38,3% no tratamento 1,5+0,0+1,5), em razão da retomada de desenvolvimento da copa das plantas desramadas. Como pode ser verificado no Quadro 7, nesta idade, as plantas de todos os tratamentos mostraram aumento expressivo no IAF, justificando essa redução na transmissividade.

Após a segunda intervenção, houve aumento na transmissividade da RFA, onde os maiores aumentos foram observados na plantas de tratamentos de maior intensidade de desrama. Resultados semelhantes foram, também, encontrados por PULRONIK (2002), após a aplicação de diferentes intensidades de desrama em plantas de *Eucalyptus grandis*, aos 28 e 33 meses de idade.

Aos 23 meses de idade, na testemunha houve a maior interceptação da radiação, enquanto, no tratamento 1,5+0,0+1,5, a menor, ou seja, 7 meses após a primeira intervenção, a maior transmissividade da RFA era ainda registrada nas plantas do tratamento de maior intensidade de desrama. A radiação solar está relacionada a processos físicos que alteram o microclima

(BACARIN, 1992; JONES, 1994). Portanto, a maior penetração da radiação no interior do dossel, pode proporcionar maiores flutuações de temperatura e umidade no solo, podendo, conseqüentemente, afetar a taxa de decomposição dos resíduos depositados sobre o solo. O'CONNELL (1997) verificou que, após a aplicação de desbaste, quando se removeu 45% da área basal do povoamento, o sub-bosque, ficou exposto a maiores flutuações de umidade e temperatura, o que para O'CONNELL (1990) afetou grandemente a decomposição da manta orgânica em povoamentos de eucalipto. Porém, este efeito diminuiu após o desbaste, com a retomada de crescimento das copas das árvores remanescentes. De modo semelhante, neste estudo é esperado que, com a retomada do desenvolvimento da copa das plantas, a transmissividade da RFA se aproxime à da testemunha.

4.5.2. Segunda época de desrama

A transmissividade da RFA, antes da primeira intervenção de desrama, foi semelhante entre os tratamentos (de 29,8 a 23,9%), exceto no tratamento 1,0+1,0+1,0 que apresentou uma menor transmissividade (19,5%), devido ao maior IAF, nesta ocasião, fazendo com que grande parte da radiação fosse interceptada. Conforme observado para a primeira época, após a desrama, houve aumento na transmissividade da RFA, sendo este maior para os tratamentos de maior intensidade de desrama.

Aos 23 meses de idade, assim como observado para a primeira época, foram encontradas diferenças significativas entre os tratamentos de desrama utilizados (Quadro 11), porém, ao contrário do que ocorreu na primeira época, a testemunha foi o tratamento que apresentou maior transmissividade enquanto, os tratamentos 0,5+1,0+1,5 e 1,0+1,0+1,0, as menores.

Quadro 11 – Transmissividade da radiação fotossinteticamente ativa média (%) e desvio padrão, de povoamento do clone 24504 de *Eucalyptus grandis*, em diferentes idades, submetidas à primeira intervenção de desrama artificial aos 20 meses de idade (segunda época de desrama), em Abaeté, MG

Idade (mês)	Altura de desrama (m)					
	Testemunha	0,5+0,5+2,0	0,5+1,0+1,5	1,0+1,0+1,0	1,0+0,0+2,0	1,5+0,0+1,5
20 ^{AD}	29,8 ± 2,9	23,9 ± 8,5	27,8 ± 4,1	19,5 ± 1,5	25,6 ± 7,2	29,2 ± 4,4
20 ^{DD}	29,8 ± 2,9	25,5 ± 7,9	30,9 ± 3,6	36,3 ± 8,2	39,0 ± 12,1	54,3 ± 3,8
23	41,9 a	27,3 ab	20,1 b	19,3 b	27,2 ab	34,4 ab

Na última linha, médias seguidas pela mesma letra minúscula não diferem entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade; ^{AD} Transmissividade da RFA antes da desrama; ^{DD} Transmissividade da RFA depois da desrama.

5. CONCLUSÕES

- O clone 24504 de *Eucalyptus grandis* apresenta galhos de elevado diâmetro e crescimento acentuadamente voltados para cima, localizados até aproximadamente 1,50 m de altura nas plantas. É aconselhável que a sua remoção ocorra em idades mais jovens, para evitar a formação de nós de maior dimensão na madeira. A remoção intensa de folhas nessas plantas pode não ter efeito detrimental elevado sobre o crescimento das plantas, porque estão sendo removidos galhos grossos que competem com o crescimento do tronco.
- Na primeira e na segunda épocas de desrama houve alteração expressiva na arquitetura de copa destas plantas com a aplicação da desrama artificial, principalmente no tratamento 1,5+0,0+1,5, para a primeira época de desrama, onde, na primeira intervenção, houve remoção intensa de copa, o que pode ter conseqüências negativas sobre o crescimento das plantas em idades mais avançadas.
- A análise da distribuição dos galhos na copa e do desenvolvimento do dossel mostrou que, para este clone, plantado neste sítio e espaçamento, a aplicação de desrama artificial deve se iniciar por volta dos 20 meses de idade, quando o dossel se encontra praticamente fechado, para evitar intensa formação de nós mortos na base da copa. E, na primeira intervenção, a desrama deve alcançar pelo menos 1,0 m de altura, onde foi detectada grande quantidade de galhos finos mortos.

- A projeção de copa e o índice de área foliar (IAF) reduziram-se acentuadamente após a aplicação da desrama, principalmente para a primeira e segunda épocas de desrama. A distribuição dos galhos na copa, o IAF e a projeção de copa indicaram que a aplicação de desrama a partir dos 28 meses de idade não é aconselhável devido já estar ocorrendo elevada abscisão foliar e morte de galhos até 3,0 m de altura, nesta idade.
- A avaliação do IAF e da projeção de copa, em uma seqüência de idade, indicaram que este clone apresenta rápida recuperação da copa após aplicação da desrama. A sobreposição de copa, por volta dos 28 meses de idade, indicou a necessidade de realização de desbaste no povoamento, principalmente, quando se aplicou a maior intensidade de desrama na primeira intervenção. Portanto, recomenda-se para o manejo do clone 24504 de *Eucalyptus grandis*, visando maximizar a produção de madeira para serraria, a adoção de desbaste florestal o mais cedo possível em conjunto com a aplicação de desrama artificial.

CAPÍTULO III

BIOMASSA E ACÚMULO DE MANTA ORGÂNICA EM POVOAMENTO DE CLONE DE *Eucalyptus grandis* [HILL ex MAIDEN] SUBMETIDO A DIFERENTES TRATAMENTOS DE DESRAMA ARTIFICIAL

1. INTRODUÇÃO

O conhecimento da produção de biomassa de copa de espécies florestais, assim como das alterações que podem ocorrer em razão do manejo aplicado ao povoamento têm grande importância, uma vez que a quantidade de folhas produzidas por uma planta, e seu arranjo nos galhos, tem grande influência na captura de luz pela planta e, conseqüentemente, no seu crescimento (TAKENAKA, 1994; PEARCY e YANG, 1996). Além disso, a quantidade de biomassa foliar pode interferir, dentre outros, sobre o uso de água pela planta (LANDSBERG, 1997).

Vários fatores afetam a produção de biomassa de copa, entre eles o material genético, a qualidade do sítio, as condições climáticas, a época do ano, a idade, o espaçamento, a adubação (REIS et al., 1985; BERNARDO, 1995; LELES, 1995; OLIVEIRA NETO, 1996; CONTRERAS MARQUEZ, 1997; LADEIRA, 1999; NEILSEN e GERRAND, 1999; SAIDELLES et al., 2001) e as práticas de manejo adotadas como o desbaste e a desrama artificial (PINKARD e BEADLE, 1998b; PINKARD 2002).

A desrama artificial envolve a remoção de ramos vivos e mortos até uma determinada altura da planta, alterando a biomassa da copa e, podendo afetar o crescimento da planta. E, semelhantemente ao que ocorre após o desbaste, a desrama também promove alterações no ambiente florestal (O'CONNELL, 1997). Dentre as alterações, destaca-se o aumento na deposição de resíduos orgânicos sobre o solo, que auxilia no seu recobrimento, reduzindo o processo erosivo, facilitando maior movimentação do vento e permeação da radiação através do dossel, promovendo, com isso, mudanças na temperatura e umidade da camada superficial do solo (JACKSON e WALLACE, 1999) e, conseqüentemente, alterando a atividade microbológica do solo e a ciclagem de nutrientes.

O presente estudo teve como objetivos: quantificar a biomassa de folhas e galhos removidos de plantas do clone 24504 de *Eucalyptus grandis* em função da intensidade, número de intervenções e época de realização da desrama; avaliar o acúmulo de manta orgânica ao longo do tempo quando submetidos a diferentes tratamentos de desrama artificial.

2. REVISÃO DE LITERATURA

A distribuição da biomassa foliar através da árvore e do dossel da floresta pode afetar a interceptação da luz (PEARCY e YANG, 1996) e, conseqüentemente, o crescimento das árvores (LANDSBERG, 1997). MOURELLE et al. (2001) analisaram as condições lumínicas em fragmentos de florestas de clima temperado e verificaram que a biomassa foliar correlaciona-se fortemente com a extinção de luz no fragmento a depender das copas e da distribuição e inclinação de galhos e folhas.

Segundo SCHUMACHER (1992), durante o desenvolvimento de um povoamento, uma grande parte de reserva produzida pela planta é canalizada para a produção de biomassa da copa. Após o fechamento do dossel a biomassa de folhas vivas, o índice de área foliar e a queda de manta orgânica tendem a estabilizar-se havendo mobilização dos recursos de crescimento para a produção de material lenhoso (MILLER, 1995).

A distribuição de fotoassimilados produzidos pela árvore entre os diferentes componentes da planta varia com o material genético, a idade e a qualidade do sítio, conforme verificado por REIS et al. (1985) e sofre, também, grande influência de fatores relacionados ao manejo do povoamento (LELES, 1995; OLIVEIRA NETO, 1996; CONTRERAS MARQUEZ, 1997 e LADEIRA, 1999).

Estudando o acúmulo de biomassa com a idade em plantas de *E. grandis*, crescendo em dois sítios de diferentes produtividades na região do

cerrado, REIS et al. (1985) verificaram que a biomassa foliar de *Eucalyptus grandis* aumentou até 38 meses no sítio de melhor qualidade e, até 32 meses no de pior qualidade, seguido de decréscimo em ambos os sítios, atribuído à diminuição da disponibilidade de nutrientes, após cessado o efeito da fertilização inicial. OLIVEIRA NETO (1996), estudando a produção e alocação de biomassa em plantas de *Eucalyptus camaldulensis*, aos 32 meses de idade, também no cerrado, observou aumento de produção de matéria seca de galhos e folhas, por árvore, com o aumento de espaçamento e com os níveis de adubação. LADEIRA (1999) verificou que a produção de biomassa de copa (folha+galho) em plantas de *Eucalyptus camaldulensis*, *Eucalyptus pellita* e *Eucalyptus urophylla* variou com a espécie e com o espaçamento onde, em espaçamentos mais amplos, obteve-se maior produção de matéria seca de copa. Segundo CONTRERAS MARQUEZ (1997), plantas de eucalipto em espaçamentos amplos produzem maior quantidade de galhos, copas mais densas e, às vezes, galhos grossos, enquanto, em espaçamentos menores, a competição por fatores de crescimento promove a desrama natural mais cedo. NEILSEN e GERRAND (1999) também registraram este fato em plantas de *Eucalyptus nitens*.

O conhecimento da produção e alocação de biomassa nas plantas tem grande importância no manejo do povoamento, visto que, cada porção de uma árvore apresenta diferentes concentrações de nutrientes em seus tecidos, sendo em geral maior nas folhas seguido pela casca, ramos e, por último, lenho (ATTIWILL, 1980; MILLER 1995). Além disso, a concentração de nutrientes nas plantas também pode variar com a espécie, idade, e época do ano (ATTIWILL e LEEPER, 1987; HELMISAARI, 1992; REIS e BARROS, 1990; MELO, 1993). Parte destes nutrientes presentes na biomassa pode retornar ao solo por meio da queda de resíduos, os quais, segundo Schumacher e Hoppe (1997) citado por SAIDELLES et al. (2001), à medida que vão sendo mineralizados, são novamente absorvidos pelas raízes.

A copa, apesar de reduzida biomassa, detém a maior parte dos nutrientes da planta, principalmente quanto ao nitrogênio e fósforo. Em povoamentos jovens, a concentração de nutrientes na copa está em torno de 50% dos nutrientes da parte aérea (REIS et al., 1987; REIS e BARROS, 1990; BARGALI et al., 1992; LODHIYAL et al., 1995). A alocação de nutrientes na

copa também varia com a espécie, conforme verificado por PEREIRA et al. (1984), em povoamentos com nove anos de idade, para *Eucalyptus saligna* e *Eucalyptus citriodora*, considerando-se quantidades de biomassa de copa similares.

O retorno de nutrientes através da manta orgânica se torna importante, principalmente em solos intemperizados, onde a biomassa vegetal é o principal reservatório de nutrientes. Segundo REIS e BARROS (1990), a produção anual de manta orgânica e o seu acúmulo no solo variam em razão de variações nas condições climáticas, qualidade do sítio, idade do povoamento, características das espécies, bem como da inclusão da existência de sub-bosque, e do grau de estabilidade da floresta. Segundo O'CONNELL e GROVE (1995), a produção de manta orgânica, em florestas de eucalipto, varia sazonalmente, com máximo de queda de folhas durante o verão. As folhas constituem a maior proporção da biomassa de resíduos no solo. Esta proporção cresce até certa idade e depois diminui devido o aumento na queda de galhos e casca.

Informações sobre a decomposição da manta orgânica fornecem indicações do retorno de nutrientes ao solo. A taxa de decomposição varia com os componentes da manta, espécie, qualidade do sítio dentre outros. As folhas apresentam elevada taxa de decomposição, sendo que, aquelas ainda verdes se decompõem mais rapidamente do que aquelas senescentes em razão da elevada concentração de nutrientes em folhas verdes, além de serem menos lignificadas (REIS e BARROS, 1990). A velocidade de mineralização dos nutrientes depende da relação C/N do resíduo e, deste modo, as folhas com relação C/N estreita são rapidamente mineralizadas seguidas pelos galhos finos e, por último, galhos grossos (NOVAIS et al., 1996). Estudando a ciclagem de nutrientes em plantações de eucalipto, BARGALI et al. (1992) verificaram que, da entrada total anual de nutrientes através da manta, as folhas representaram de 86,5 a 99,8%, enquanto o material lenhoso, incluindo galhos finos, casca e partes reprodutivas, de 0,2 a 13,5%.

Entre os fatores climáticos que afetam o processo de decomposição, a umidade e a temperatura parecem ser os mais importantes. Segundo O'CONNELL e GROVE (1995), variações climáticas sazonais influenciam as características de umidade e temperatura na camada de manta e, assim, os padrões e taxas de perda de peso dos seus componentes. Os compostos

solúveis da manta orgânica fresca são liberados com o início da estação chuvosa. Outros autores como ASHTON (1975), WOODS e RAISON (1983) e FERREIRA (1984) também observaram uma taxa de decomposição mais elevada na estação chuvosa. Para O'CONNELL e GROVE (1995), a atividade dos decompositores é igualmente afetada pela disponibilidade hídrica, em que o déficit hídrico restringe a atividade microbiana. Estes autores, estudando a atividade microbiana em duas diferentes florestas de eucalipto, na Austrália, encontraram padrões diferenciados de atividade microbiana devido, em parte, às diferenças na distribuição de chuvas entre as duas florestas e, também, devido aos efeitos do sombreamento do sub-bosque denso de uma das florestas que limitou a evaporação do solo contribuindo para a atividade microbiana.

Estudando o efeito de desrama em plantações de *Grevilea robusta* no Kênia, JACKSON e WALLACE (1999) verificaram que a redução do índice de área foliar provocou aumentos na taxa de evaporação do solo devido ao aumento da radiação e da velocidade do vento no interior do dossel, após a aplicação da desrama artificial. Porém, com a retomada do crescimento das copas, esta evaporação tende a diminuir em razão de um maior sombreamento. De modo semelhante, O'CONNELL (1997) verificou que a redução de 45% da área basal do povoamento e a retirada do sub-bosque expuseram o solo a maiores flutuações de umidade e temperatura, o que para O'Connell (1990) citado por este autor, influencia grandemente na taxa de decomposição da manta orgânica de eucalipto. Porém este efeito diminui com o tempo após o desbaste, com a retomada de crescimento das copas das árvores remanescentes.

Segundo O'CONNELL (1997), após o desbaste uma grande quantidade de resíduo é depositada sobre o solo florestal, representando uma importante fonte de nutrientes e, portanto, seu manejo é essencial para a manutenção, em longo prazo, do balanço de nutrientes destes ecossistemas. Em ecossistemas florestais não manejados, a manta orgânica depositada naturalmente sobre o solo florestal resulta, principalmente, da abscisão de tecidos senescentes, enquanto, a composição da manta orgânica em povoamentos submetidos a desbaste e a desrama artificial é constituída de resíduos verdes. Estes resíduos contêm maiores concentrações de nutrientes, especialmente N e P,

do que na manta orgânica natural, uma vez que a ciclagem bioquímica dos nutrientes, ou seja, a sua translocação de tecidos velhos para tecidos novos da planta, é interrompida quando há colheita parcial ou total da planta. De modo semelhante, a desrama artificial também pode proporcionar uma deposição de material orgânico com maior concentração de nutrientes, visto que parte dos ramos removidos pela desrama são ramos funcionais e, ainda não ocorreu a redistribuição de nutrientes destes para outras partes da planta.

Práticas de manejo como o desbaste e a desrama artificial podem, então, alterar o processo de ciclagem de nutrientes devido, principalmente, à adição de galhos e folhas verdes que são depositados no solo promovendo alterações no ambiente da floresta. Assim, o manejo adequado dos resíduos gerados por essas práticas silviculturais é de suma importância para a manutenção da fertilidade do solo com conseqüências diretas sobre a produtividade da floresta. Deste modo, torna-se importante o conhecimento do acúmulo de manta orgânica em povoamentos submetidos a desrama artificial a fim de subsidiar estudos posteriores sobre a taxa de decomposição deste tipo de material e a utilização, pelas plantas, dos nutrientes liberados por estes resíduos.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Localização e instalação do experimento

O presente experimento foi desenvolvido em um povoamento do clone 24504 de *Eucalyptus grandis*, estabelecido em novembro de 1998, no espaçamento 3 x 3 m, pela Companhia Agrícola e Florestal Santa Bárbara (CAF), no Município de Abaeté, MG. Esse estudo foi constituído de sete tratamentos, com três repetições, combinando diferentes intensidade de desrama (altura de remoção dos galhos a partir do solo), frequência (número de intervenções necessárias para atingir 3,0 m de altura livre de galhos na planta, no segundo ano) e, época de realização da primeira desrama (março/00, julho/00 e março/01), conforme detalhado, anteriormente, no Capítulo I.

3.2. Biomassa de resíduos da desrama (folhas e galhos)

Após cada intervenção de desrama, a biomassa de folhas e galhos removidos com a desrama foi coletada, separadamente, para cada uma das três primeiras árvores da primeira linha de cada parcela. Depois de obtido o peso fresco total das folhas e galhos, para cada árvore, foi retirada uma amostra composta, por parcela, de cada componente. Estas amostras foram pesadas para a obtenção do seu peso fresco e, encaminhadas ao Laboratório

de Ecologia e Fisiologia Florestal (LEF/UFV) onde foram colocadas para secar em uma estufa com ventilação forçada, à temperatura de 80°C, até peso constante.

Na primeira intervenção de desrama, para as três épocas, aos 16, 20 e 28 meses de idade, foram abatidas três árvores não desramadas apresentando altura média, nas quais foram coletados todas as folhas e galhos, separadamente, e realizado o mesmo procedimento acima para a obtenção do peso seco para a árvore total.

Com base nesses resultados, foi calculado o percentual de remoção de folhas e galhos para cada tratamento de desrama aplicado, na primeira intervenção, para cada época de desrama.

3.3. Amostragem da manta orgânica

A amostragem da manta orgânica produzida pelo eucalipto foi realizada em uma árvore por parcela, em área correspondente a um quarto da sua área útil, ou seja, área de 1,5 x 1,5 m, tendo a base da árvore como ponto inicial. Essas árvores foram escolhidas aleatoriamente nas parcelas desde que, nessas não tenham sido feitas coletas anteriores. Nessa avaliação, as folhas e os galhos foram coletados separadamente, antes de cada intervenção de desrama. Após coleta, foram determinados o peso fresco total no campo e o peso fresco de uma amostra por parcela. Essas amostras foram encaminhadas ao Laboratório de Ecologia e Fisiologia Florestal (LEF/UFV) para determinação do seu peso após secagem em uma estufa com ventilação forçada, à temperatura de 80°C, até peso constante.

Para a primeira época de desrama, as coletas foram realizadas aos 16, 20, 28, 33, 40 e 45 meses de idade; na segunda época, aos 20, 28, 33, 40 e 45 meses e, para a terceira época de desrama, a coleta foi realizada aos 45 meses de idade.

3.4. Análise de dados

Com o objetivo de comparar as idades de aplicação dos mesmos tratamentos de desrama (primeira e segunda época), a biomassa de copa

removida foi analisada segundo o esquema de parcela subdividida, tendo nas parcelas os tratamentos e nas subparcelas as idades de aplicação da desrama, no delineamento inteiramente casualizado, com três repetições onde, cada intervenção foi avaliada separadamente. Para a terceira época de desrama foi feita análise descritiva dos dados.

A análise da manta orgânica, para a primeira e a segunda épocas, seguiu o esquema de parcelas subdivididas, tendo nas parcelas os tratamentos e nas subparcelas as idades de avaliação, no delineamento inteiramente casualizado, com três repetições, e cada época de desrama foi avaliada separadamente. Os dados foram analisados por meio de análise de variância e, as médias foram comparadas utilizando-se o teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade. Independentemente de ser ou não significativa a interação, optou-se pelo desdobramento da mesma, devido o interesse em avaliar as tendências de acúmulo de manta orgânica ao longo do tempo. Para a terceira época de desrama, os resultados de manta orgânica foram analisados apenas, aos 45 meses de idade, por meio de análise de variância e, as médias foram comparadas por meio do teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Remoção de biomassa de copa em plantas de *E. grandis* submetidas a diferentes tratamentos de desrama

4.1.1. Primeira e segunda época de desrama

a) Primeira intervenção

Os valores médios de biomassa de copa removida na primeira intervenção mostraram que, tanto aos 16 quanto aos 20 meses de idade, estes valores aumentaram com a intensidade de desrama (Quadro 1).

A testemunha, aos 16 meses de idade, apresentava 1,957 t/ha e 1,710 t/ha de biomassa de folhas e galhos, respectivamente. FERREIRA (1984) em povoamentos de *Eucalyptus grandis*, na região de Bom Despacho, MG, para a mesma idade, encontrou 1,742 t/ha e 3,794 t/ha de folhas e de galhos, respectivamente. Comparando-se esses resultados, embora a biomassa de folhas tenha sido semelhante, a biomassa de galhos foi mais elevada em Bom Despacho. Deve-se ressaltar que naquele estudo as plantas apresentavam maior altura do que as plantas deste estudo.

Aos 16 meses, as maiores remoções de matéria seca de folhas foram observadas para os tratamentos 1,0+0,0+2,0 e 1,5+0,0+1,5, quando foram removidos 1,0 m e 1,5 m de altura da copa a partir do nível do solo, correspondendo a 57% e 80% da biomassa total de folhas. Os menores valores

Quadro 1 – Valores médios de biomassa de desrama (t/ha), de plantas do clone 24504 de *Eucalyptus grandis*, na primeira intervenção, para a primeira (16 meses) e a segunda (20 meses) época de desrama, em Abaeté, MG

Altura de desrama (m)	Idade (mês)					
	16			20		
	Folhas					
Testemunha	1,957 ¹			2,507		
0,5+0,5+2,0	0,444 (23%) ²	c	A	0,144 (6%)	b	A
0,5+1,0+1,5	0,480 (25%)	c	A	0,189 (8%)	b	A
1,0+1,0+1,0	0,806 (41%)	bc	B	0,957 (38%)	a	A
1,0+0,0+2,0	1,124 (57%)	ab	A	0,858 (34%)	a	A
1,5+0,0+1,5	1,556 (80%)	a	A	1,227 (49%)	a	A
	Galhos					
Testemunha	1,710			2,447		
0,5+0,5+2,0	0,516 (30%)	b	A	0,302 (12%)	c	A
0,5+1,0+1,5	0,481 (28%)	b	A	0,432 (18%)	bc	A
1,0+1,0+1,0	0,621 (36%)	b	B	1,271 (52%)	a	A
1,0+0,0+2,0	0,984 (58%)	ab	A	1,103 (45%)	ab	A
1,5+0,0+1,5	1,371 (80%)	a	A	1,556 (64%)	a	A

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna e, maiúscula na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade; ¹ Refere-se ao valor da biomassa total de folhas e galhos na planta não desramada. ² Números entre parênteses referem-se a percentagem de biomassa de folhas e galhos removida na primeira intervenção de desrama em relação a biomassa total da testemunha.

foram observados para os tratamentos onde se removeu apenas 0,5 m de altura de copa (em média, 24%). Na maioria dos estudos envolvendo aplicação de desrama artificial tem sido demonstrado que a remoção não deve ultrapassar 50% da altura de copa viva (SCHNEIDER et.al., 1999; PINKARD e BEADLE, 1998a; PIRES, 2000), para não comprometer o crescimento das plantas. Neste estudo, a desrama até 1,5 m de altura, aos 16 meses de idade, representou 35% da altura de copa viva removida (Quadro 3 do Capítulo I), porém, a remoção de matéria seca de folhas e, também, de galhos por planta foi elevada (80%). PINKARD e BEADLE (1998a), removendo 50% e 70% da copa viva de plantas de *Eucalyptus nitens*, com três anos de idade, verificaram que estas representaram uma remoção de 55% e 88% de área foliar total, respectivamente, ou seja, proporção de área foliar inferior ao observado no presente estudo. Do mesmo modo, PIRES (2000) verificou que a remoção de 25, 50 e 75% da copa viva de plantas de *Eucalyptus grandis*, aos 11 meses de idade, representou 43, 81 e 98% da sua área foliar total. ALMEIDA (2003), estudando a distribuição de biomassa de copa em três clones de eucalipto verificou que esta varia com o material genético. Entre os 14 e 16 meses de idade estes clones apresentavam, até 1,5 m de altura nas plantas, 7,8; 8,6 e 18,6% da área foliar total e 20,2; 16,8 e 27,4% de matéria seca de galhos, portanto a remoção de um mesmo percentual de copa viva ou, de mesma altura nas plantas pode representar diferentes proporções de matéria seca de copa removida, em razão do material genético utilizado e da qualidade do sítio. Embora, neste estudo, com a desrama até 1,5 m de altura tenha sido removido elevada biomassa de folhas e galhos, até os 45 meses de idade não houve comprometimento no crescimento das plantas, conforme verificado no Capítulo I.

Comparando a quantidade de matéria seca de folhas removidas, aos 16 e 20 meses de idade, quando se aplicaram os mesmos tratamentos, observou-se diferença significativa apenas para o tratamento 1,0+1,0+1,0. No entanto, houve tendência de redução na quantidade de matéria seca de folhas aos 20 meses. Nesta idade removeu-se de 6 a 49% da biomassa total de folhas das plantas, o que é considerado baixo em relação ao observado para a primeira época (Quadro 1). LADEIRA (1999) observou redução na proporção de biomassa alocada nos galhos e folhas das plantas de *Eucalyptus camaldulensis*, *E. pellita* e *E. urophylla*, com a idade e com a redução do

espaçamento. Do mesmo modo, ALMEIDA (2003) observou redução em biomassa de copa em função da idade. Ou seja, a dinâmica de copa é altamente modificada em função da competição entre as plantas e da penetração de radiação através do dossel.

As maiores diferenças em relação à primeira época foram observadas para a remoção de apenas 0,5 m na primeira intervenção, em que a remoção de folhas foi muito baixa, em razão da senescência e abscisão foliar intensa até esta altura. Provavelmente, devido à baixa incidência de radiação que alcança os galhos basais, influenciando em processos fisiológicos como a síntese de carboidratos e de hormônios, limitando o desenvolvimento de lançamentos e, freqüentemente, induzindo a morte de ramos (KOZLOWSKI, 1971).

Houve uma ligeira redução na remoção de biomassa de galhos removida aos 20 meses de idade, para os tratamentos de menor intensidade de desrama. Provavelmente isto se deveu a desrama natural de galhos finos. Nos demais tratamentos houve aumento na matéria seca de galhos.

Com base nestes resultados observou-se que, na aplicação dos tratamentos de desrama, aos 20 meses de idade, para este clone, na primeira intervenção de desrama deve ser realizada pelo menos até 1,0 m de altura em razão da redução na quantidade de biomassa de folhas no estrato inferior da copa (até 0,5 m) e, a fim de evitar o maior desenvolvimento do diâmetro dos galhos da base da copa, que comprometem a qualidade da madeira e a operacionalização de desrama.

b) Segunda intervenção

Aos 20 meses de idade, a maior remoção de matéria seca de copa (folhas e galhos) ocorreu no tratamento 0,5+1,0+1,5 (Quadro 2). Neste tratamento a remoção foi 3,5 vezes mais elevada do que no 0,5+0,5+2,0, em razão de naquele tratamento a desrama ter sido realizada até a altura em que se encontra grande quantidade de galhos grossos (diâmetro acima de 2,0 cm). No tratamento 1,0+1,0+1,0, a remoção de copa foi intermediária, embora, em ambos tenha sido removido 1,0 m de comprimento de copa. Porém, no 0,5+1,0+1,5, a remoção ocorreu a partir de 0,5 m de altura da árvore enquanto, no 1,0+1,0+1,0 a partir de 1,0 m.

Quadro 2 – Valores médios de biomassa de desrama (t/ha), de plantas do clone 24504 de *Eucalyptus grandis*, na segunda intervenção, para a primeira (20 meses de idade) e segunda (28 meses de idade) época de desrama, em Abaeté, MG

Altura de desrama (m)	Idade (mês)					
	20			28		
	Folhas					
0,5+0,5+2,0	0,407	b	A	0,119	a	A
0,5+1,0+1,5	1,434	a	A	0,295	a	B
1,0+1,0+1,0	0,792	b	A	0,242	a	B
	Galhos					
0,5+0,5+2,0	0,511	b	A	1,050	a	A
0,5+1,0+1,5	1,803	a	A	1,830	a	A
1,0+1,0+1,0	0,750	ab	B	1,883	a	A

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

A biomassa de copa (folhas e galhos) removida, aos 20 e 28 meses de idade, diferiu significativamente ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey. A quantidade de biomassa de folhas removida aos 20 meses de idade, nas plantas dos tratamentos 0,5+1,0+1,5 e 1,0+1,0+1,0 foi superior àquela obtida aos 28 meses. No tratamento 0,5+1,0+1,5, aos 20 meses, foi removido 1,43 t/ha de matéria seca de folhas, enquanto, aos 28 meses, este valor foi de 0,29 t/ha. Quanto a biomassa de galhos, apenas para o tratamento 1,0+1,0+1,0 houve diferença significativa entre os 20 e 28 meses de idade, quando, aos 28 meses de idade, a quantidade removida foi significativamente superior (1,88 t/ha) àquela obtida aos 20 meses (0,75 t/ha).

c) Terceira intervenção

Aos 33 meses de idade, a remoção de biomassa de folhas no tratamento 1,0+0,0+2,0, foi superior ao do tratamento 1,5+0,0+1,5. A remoção de matéria seca de galhos, no tratamento 1,0+0,0+2,0, também foi superior aos dos tratamentos onde a altura de copa removida foi de 1,0 e 1,5 m (Quadro 3).

Quadro 3 – Valores médios de biomassa de desrama (t/ha), de plantas do clone 24504 de *Eucalyptus grandis*, na terceira intervenção, para a primeira (28 meses de idade) e segunda (33 meses de idade) época de desrama, em Abaeté, MG

Altura de desrama (m)	Idade (mês)			
	28		33	
	Folhas			
0,5+0,5+2,0	0,388	a A	0,230	ab A
0,5+1,0+1,5	0,404	a A	0,136	ab A
1,0+1,0+1,0	0,211	a A	0,179	ab A
1,0+0,0+2,0	0,310	a A	0,577	a A
1,5+0,0+1,5	0,339	a A	0,047	b A
	Galhos			
1,5+0,0+1,5	0,339	a A	0,047	b A
0,5+0,5+2,0	1,257	a A	0,928	ab A
0,5+1,0+1,5	1,180	a A	0,467	b A
1,0+1,0+1,0	0,504	a A	0,595	b A
1,0+0,0+2,0	1,467	a A	2,101	a A
1,5+0,0+1,5	1,103	a A	0,447	b A

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

A remoção de biomassa de folhas, na terceira intervenção, foi reduzida em razão de naquela ocasião já ter ocorrido fechamento de dossel e ter iniciado a senescência foliar, sendo que grande parte das folhas removidas já se encontrava amarelecida. A biomassa de galhos ainda permanecia elevada nesta intervenção, em razão da baixa desrama natural até esta idade, uma vez que a grande parte dos galhos da base eram grossos. Porém, devido à ocorrência de galhos mortos ter se acentuado entre 28 e 33 meses, até 3,0 m de altura, conforme verificado no Capítulo 2, recomenda-se que a terceira intervenção seja realizada antes dos 33 meses de idade para se evitar a ocorrência de nós mortos na madeira produzida.

4.2.1. Terceira época de desrama

Os valores médios de matéria seca removida na primeira intervenção mostraram tendência de aumentar com a intensidade de desrama (Quadro 4). Porém, os desvios padrão verificados para cada tratamento mostram uma grande heterogeneidade dentro dos tratamentos, não sendo possível confirmar esta tendência.

Quadro 4 – Valores médios e desvio padrão de biomassa de desrama (t/ha), de plantas do clone 24504 de *Eucalyptus grandis*, aos 28 e 33 meses de idade, para a terceira época de desrama, em Abaeté, MG

Altura de desrama (m)	Idade (mês)	
	28	33
	Folhas	
Testemunha	4,530 ± 0,630 ¹	
1,0+2,0	0,482 ± 0,488 (10%) ²	0,225 ± 0,689
1,5+1,5	0,814 ± 0,465 (18%)	0,209 ± 0,403
3,0+0,0	1,641 ± 1,246 (36%)	-----
	Galhos	
Testemunha	7,400 ± 1,870	
1,0+2,0	0,999 ± 0,427 (14%)	1,123 ± 0,499
1,5+1,5	1,798 ± 0,541 (24%)	1,060 ± 0,455
3,0+0,0	2,583 ± 1,353 (34%)	-----

¹ Refere-se ao valor da biomassa total de folhas e de galhos na planta não desramada.² Números entre parênteses referem-se a percentagem de biomassa de folhas e galhos removida na primeira intervenção de desrama em relação a biomassa total na testemunha.

Na segunda intervenção, aos 33 meses de idade, a quantidade de matéria seca de folhas removida foi semelhante entre os tratamentos. Isto se deve, em parte, à queda natural de folhas ter se intensificado de 28 para 33 meses, devido ao sombreamento na base da copa destas plantas e, também, porque a segunda intervenção ocorreu em um período do ano caracterizado pela baixa ocorrência de precipitação pluviométrica, o que leva à abscisão foliar, como um mecanismo de controle de uso de água (LANDSBERG, 1997).

Quanto à matéria seca de galhos, os valores médios obtidos mostraram-se semelhantes entre os tratamentos. No tratamento 1,0+0,0+2,0, quando se removeu 2,0 m de altura de copa nas plantas, a quantidade de matéria seca de galhos removida foi, em média, de 1,123 t/ha, enquanto no 1,5+0,0+1,5 este valor foi de 1,060 t/ha, o que pode ser explicado, em parte, pela intensificação da desrama natural dos galhos finos.

4.2. Acúmulo de manta orgânica em povoamento de clone de *E. grandis* submetido a diferentes tratamentos de desrama

4.2.1. Primeira época de desrama

Quanto ao acúmulo de folhas no solo, somente foram detectadas diferenças significativas entre os tratamentos, aos 45 meses de idade, onde os valores verificados nos tratamentos 1,0+0,0+2,0 e testemunha (6,07 t/ha) foram superiores àqueles dos tratamentos 0,5+0,5+2,0 e 1,5+0,0+1,5 (4,00 t/ha) (Quadro 5). O resultado, para a testemunha, provavelmente, se deve ao fato de que a manta que se forma pela queda natural de folhas se constitui, principalmente, de material senescente que se decompõe mais lentamente do que as folhas verdes (REIS e BARROS, 1990; O'CONNELL, 1997). FERREIRA (1984), em povoamentos de *Eucalyptus grandis*, estabelecidos em dois sítios de diferentes produtividades, encontrou, aos 43 meses de idade 4,62 t/ha de folhas e 3,66 t/ha de galhos na manta orgânica em Carbonita, MG (sítio de pior qualidade) e, aos 51 meses de idade, em Bom Despacho, MG (sítio de melhor qualidade), 9,16 t/ha e 7,87t/ha de folhas e galhos, respectivamente. Nesse estudo foi encontrado um acúmulo de folhas intermediário entre esses dois locais. Porém, o acúmulo de galhos foi bastante inferior. No entanto, deve-se destacar que naquele estudo o espaçamento de plantio foi mais reduzido e, portanto, a desrama natural se intensificou em idades mais jovens.

Nas demais avaliações, a testemunha apresentou os maiores acúmulos. Isto porque, conforme discutido, as folhas senescentes, na manta da testemunha, se decompõem mais lentamente do que as folhas verdes, acrescidas à manta orgânica com a aplicação de desrama nos demais tratamentos. A abscisão foliar na testemunha se iniciou com maior expressão

Quadro 5 – Valores médios de acúmulo de manta orgânica (folhas e galhos), em t/ha, aos 16, 20, 28, 33, 40 e 45 meses de idade, em povoamento do clone 24504 de *Eucalyptus grandis* submetido à primeira intervenção de desrama aos 16 meses de idade (primeira época de desrama), em Abaeté, MG

Altura de desrama (m)	Idade (mês)					
	16 março/2000	20 julho/2000	28 março/2001	33 agosto/2001	40 março/2002	45 agosto/2002
Folhas						
Testemunha	0,13 a C	1,07 a C	1,43 a BC	1,39 a BC	2,91 a B	6,07 a A
0,5+0,5+2,0	0,13 a C	1,05 a BC	0,65 a BC	1,11 a BC	1,78 a B	4,00 b A
0,5+1,0+1,5	0,16 a B	0,76 a B	0,85 a B	1,02 a B	1,66 a B	5,48 ab A
1,0+1,0+1,0	0,08 a B	0,87 a B	0,96 a B	1,22 a B	1,64 aB	4,59 ab A
1,0+0,0+2,0	0,07 a B	1,17 a B	0,80 a B	1,20 a B	1,41 aB	6,07 a A
1,5+0,0+1,5	0,09 a C	1,40 a BC	0,66 a BC	0,95 a BC	1,74 aB	4,00 b A
Galhos						
Testemunha	0,07 a A	0,07 b A	0,09 b A	0,43 b A	0,25 a B	1,04 a A
0,5+0,5+2,0	0,06 a C	0,26 b BC	0,70 ab ABC	1,71 a A	1,24 a ABC	1,33 a AB
0,5+1,0+1,5	0,03 a B	0,08 b B	1,70 a A	1,75 a A	1,16 a AB	1,78 a A
1,0+1,0+1,0	0,03 a B	0,60 ab B	1,01 ab AB	1,91 a A	0,59 a B	0,89 a AB
1,0+0,0+2,0	0,03 a A	0,57 ab A	0,85 ab A	0,84 ab A	0,95 a A	1,04 a A
1,5+0,0+1,5	0,03 a B	1,57 a A	0,29 b B	0,85 ab AB	0,53 a AB	1,04 a AB

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

entre 20 e 28 meses de idade, como pode ser verificado pelo acúmulo de folhas no solo que passou de 0,08 t/ha para 1,43 t/ha neste período e se intensificou aos 40 meses (2,9 t/ha) e, novamente, aos 45 meses (6,07 t/ha).

De modo geral, para os tratamentos desramados, houve um aumento no acúmulo de folhas no solo ao longo do tempo, diferindo significativamente dos 16 para os 45 meses de idade (Quadro 5).

Aos 20 meses de idade, os tratamentos 1,0+0,0+2,0 e 1,5+0,0+1,5 não foram desramados e, portanto, aos 28 meses, houve uma redução na quantidade de manta orgânica presente no solo para estes tratamentos, o que foi verificado também, no tratamento 0,5+0,5+2,0 que, por ocasião da segunda desrama (20 meses), apresentava pouca biomassa foliar entre 0,5 e 1,0 m e, portanto, pouco contribuiu para a deposição de material sobre o solo. Em parte,

isto ocorreu por esta avaliação ter coincidido com o final de um período chuvoso (março de 2001), quando a decomposição do material orgânico é mais acelerada, conforme verificado por WOODS e RAISON (1983), PEREIRA (1984) e O'CONNELL e GROVE (1995) e, pelo fato que, com a desrama, a manta orgânica produzida é constituída, principalmente, por folhas verdes que se decompõem mais rapidamente. Além disso, o acúmulo desse material sobre o solo deve diminuir a variação da temperatura na camada superficial do solo, favorecendo a manutenção da umidade e, conseqüentemente, a atividade dos microrganismos decompositores da matéria orgânica, conforme discutido por (LADEIRA, 1999).

O acúmulo de galhos na manta orgânica diferiu significativamente entre os tratamentos dos 20 aos 33 meses de idade (Quadro 5).

De modo geral, dos 20 aos 45 meses de idade, a testemunha apresentou os menores valores de galhos, pois mesmo após sua morte permanecem presos às plantas por um período maior de tempo, que varia com a espécie e o ambiente. Segundo EVANS (1992), para *Eucalyptus grandis*, os galhos podem permanecer presos à planta por dois ou três anos após a sua morte. Além disso, fatores ecológicos, como luminosidade e disponibilidade hídrica, afetam, através do controle fisiológico, a velocidade com que a desrama natural ocorre (ADDICOTT, 1991). Segundo PINKARD e BEADLE (1998a) alterações significativas no regime de luminosidade ocorrem com o fechamento do dossel levando à abscisão foliar e, posteriormente, à desrama natural dos ramos basais das plantas.

Aos 20 e 28 meses observou-se que o acúmulo de manta orgânica aumentou com a intensidade de desrama. Os tratamentos 0,5+1,0+1,5 e 1,0+1,0+1,0 receberam, na segunda intervenção, a mesma intensidade de desrama, no entanto, no primeiro, esta ocorreu de 0,5 até 1,5 m de altura enquanto, no segundo, ocorreu de 1,0 até 2,0 m. Como este clone se caracteriza por apresentar uma maior ocorrência de galhos de maior diâmetro e comprimento até 1,5 m de altura, o tratamento 0,5+1,0+1,5 foi o que apresentou o maior acúmulo de manta orgânica de galhos aos 28 meses. Estes resultados concordam com aqueles obtidos para a biomassa de galhos (Quadro 1).

Aos 45 meses de idade, vinte nove meses após a última intervenção, os tratamentos não diferiram quanto ao acúmulo de galhos na manta orgânica, demonstrando que houve uma intensificação da desrama natural dos galhos mais finos em todos os tratamentos, principalmente, em função das alterações na luminosidade que penetra no interior da copa. E, também, porque os galhos se decompõem mais lentamente que as folhas (REIS e BARROS, 1990; NOVAIS et al., 1996; O'CONNELL, 1997).

Com exceção à testemunha e ao tratamento 1,0+0,0+2,0, que desde a instalação do experimento vinha apresentando menor desenvolvimento de copa, todos os demais tratamentos mostraram diferenças significativas no acúmulo de manta orgânica (galhos) ao longo do tempo. No tratamento 1,5+0,0+1,5 o maior acúmulo foi verificado aos 20 meses, pois aos 16 meses este foi submetido a desrama até 1,5 m de altura, ou seja, logo na primeira intervenção foram removidos todos os galhos de maior diâmetro e comprimento, presentes nestas plantas. De modo geral, nos demais tratamentos os maiores acúmulos foram observados aos 33 meses, após a terceira intervenção.

4.2.2. Segunda época de desrama

Analisando o Quadro 6, pode-se observar que diferenças significativas no acúmulo de manta orgânica entre os tratamentos foram detectadas a partir dos 33 meses de idade, ou seja, após a segunda intervenção.

Aos 33 meses, somente os tratamentos 0,5+1,0+1,5 e 1,0+0,0+2,0 mostraram acúmulo significativamente superior à testemunha sendo que, aos 45 meses, os menores valores foram observados para os tratamentos que receberam apenas duas intervenções de desrama.

De modo geral, observou-se que, de 28 para 33 meses e de 40 para 45 meses de idade, houve um aumento acentuado no acúmulo de manta orgânica de folhas para todos os tratamentos, exceto para a testemunha, de 28 para 33 meses. Isto demonstra que, durante os períodos secos do ano, ocorre uma acentuada queda natural de folhas, o que pode ser confirmado pelos resultados obtidos aos 33 meses para os tratamentos 1,0+0,0+2,0 e 1,5+0,0+1,5 que, mesmo não tendo sido desramados aos 28 meses, mostraram resultados

Quadro 6 – Valores médios de acúmulo de manta orgânica (folhas e galhos), em t/ha, aos 20, 28, 33, 40 e 45 meses de idade, em povoamento do clone 24504 de *Eucalyptus grandis* submetido à primeira intervenção de desrama aos 20 meses de idade (segunda época de desrama), em Abaeté, MG

Altura de desrama (m)	Idade (mês)				
	20	28	33	40	45
	julho/2000	março/2000	agosto/2001	março/2002	agosto/2002
	Folhas				
Testemunha	1,07 a C	1,43 a BC	1,39 b BC	2,91 a B	6,07 ab A
0,5+0,5+2,0	0,89 a B	0,86 a B	2,53 ab B	1,38 a B	6,37 ab A
0,5+1,0+1,5	0,86 a C	1,55 a C	3,60 a B	1,25 a C	7,85 a A
1,0+1,0+1,0	0,80 a C	1,26 a BC	2,73 ab B	1,63 a BC	6,07 ab A
1,0+0,0+2,0	0,83 a C	0,93 a C	3,53 a B	1,41 a C	5,78 b A
1,5+0,0+1,5	0,83 a C	1,38 a BC	2,94 ab B	1,36 a BC	5,93 b A
	Galhos				
Testemunha	0,07 a A	0,09 a A	0,43 b A	0,25 b A	1,04 b A
0,5+0,5+2,0	0,01 a B	0,25 a B	0,46 b B	0,87 ab B	1,93 ab A
0,5+1,0+1,5	0,04 a C	0,19 a C	2,28 a A	0,92 ab BC	1,63 ab AB
1,0+1,0+1,0	0,04 a C	0,53 a BC	1,93 a A	0,63 ab BC	1,33 b AB
1,0+0,0+2,0	0,02 a B	0,90 a B	0,65 b B	0,95 ab B	2,52 a A
1,5+0,0+1,5	0,08 a B	0,76 a AB	1,36 ab A	1,44 a A	1,19 b A

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

semelhantes àqueles que foram desramados. Aos 40 meses de idade, sete meses após a terceira intervenção, com exceção da testemunha, todos os tratamentos mostraram redução acentuada na quantidade de folhas na manta orgânica. Dois fatores explicam este resultado, sendo a coincidência com o período chuvoso, da última desrama para esta avaliação, que contribui para uma decomposição mais rápida e, o fato de que este material proveniente da desrama depositado sobre o solo por ser, predominantemente, composto por folhas mais novas, são rapidamente decompostas.

Quanto ao acúmulo de galhos na manta orgânica observou-se, aos 28, 33 e 40 meses de idade, nas avaliações seguintes às três intervenções, uma tendência de aumento no acúmulo deste material sobre o solo com o aumento da intensidade de desrama e a influência da altura de desrama no resultado obtido, semelhante ao ocorrido para a primeira época de desrama. O efeito da desrama sobre o acúmulo de galhos é maior do que para folhas porque a abscisão do galho é naturalmente mais demorada do que para a folha.

Aos 45 meses de idade, a testemunha (1,04 t/ha) juntamente com os tratamentos 1,5+0,0+1,5 (1,19 t/ha) e o 1,0+1,0+1,0 (1,33 t/ha) foram aqueles com menor quantidade de manta orgânica de galhos acumulada no solo. Isto porque grande parte dos galhos presentes nas plantas até 3,0 m de altura, principalmente os galhos de maior diâmetro, foram removidos logo na primeira intervenção (aos 20 meses), quando estavam com menor desenvolvimento e, por estarem a mais tempo depositados sobre o solo, se encontravam em estágio mais avançado de decomposição. Entretanto, o tratamento 1,0+0,0+2,0, que recebeu a mesma intensidade de desrama que o tratamento 1,0+1,0+1,0, aos 20 meses, apresentou o maior acúmulo (2,52 t/ha). Isto pode ser explicado pelo número de intervenções feitas para se alcançar 3,0 m de altura desramada. No tratamento 1,0+0,0+2,0 esta remoção ocorreu em duas intervenções (aos 20 e 33 meses de idade) enquanto, no 1,0+1,0+1,0 estas foram mais distribuídas ao longo do tempo, aos 20, 28 e 33 meses de idade, portanto, neste tratamento, este material teve mais tempo para se decompor do que no 1,0+0,0+2,0.

4.2.3. Terceira época de desrama

Embora não tenha sido detectada diferença significativa entre os tratamentos da terceira época de desrama (Quadro 7), 12 meses após a última intervenção, observou-se que o tratamento 1,0+2,0 tendeu a apresentar maior acúmulo de folhas (7,56 t/ha) porque a maior proporção da copa (2,0 m) foi removida na última intervenção (33 meses de idade) enquanto, no tratamento 3,0+0,0, que apresentou o menor acúmulo, todos os galhos até 3,0 m de altura foram removidos na primeira intervenção (28 meses de idade). Portanto, os resíduos da desrama no tratamento 3,0+0,0, estavam a mais tempo depositados sobre o solo sob a ação dos agentes decompositores.

Quadro 7 – Valores médios de manta orgânica (folhas e galhos), em t/ha, aos 45 meses de idade, em povoamento do clone 24504 de *Eucalyptus grandis* submetido à primeira intervenção de desrama aos 28 meses de idade (terceira época de desrama), em Abaeté, MG

Tratamento	Manta Orgânica	
	Folhas	Galhos
Testemunha	6,07 a	1,04 a
1,0+2,0	7,56 a	1,33 a
1,5+1,5	6,52 a	1,04 a
3,0+0,0	5,93 a	1,19 a

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

Comportamento similar foi observado para o acúmulo de galhos na manta orgânica sendo o maior valor obtido para o tratamento 1,0+2,0 (1,33 t/ha).

5. CONCLUSÕES

- A intensidade e a idade de aplicação da desrama influenciaram na quantidade de biomassa de copa removida, em cada intervenção, para o clone 24504 de *Eucalyptus grandis*. A maior remoção de biomassa de folhas, durante a primeira intervenção, ocorreu para os tratamentos da primeira época, enquanto a biomassa de galhos tendeu a aumentar com a idade da planta. Para este clone, a remoção de galhos até 1,5 m de altura, aos 16 meses de idade, não é recomendada devido à intensa remoção de biomassa foliar (80% do total), o que pode afetar o crescimento das plantas em idades mais avançadas. Recomenda-se, para este clone, aplicar a primeira intervenção de desrama, aproximadamente, aos 20 meses de idade, alcançando-se, na primeira intervenção, de 1,0 a 1,5 m de altura nas plantas, em razão de, nesta idade, a remoção de folhas ter sido inferior a 50% da biomassa foliar total.
- Para a terceira época de desrama, a aplicação de nenhum tratamento resultou em redução acentuada de biomassa foliar, porém, o início das intervenções de desrama aos 28 meses de idade, para este clone, não é aconselhada em razão do maior desenvolvimento dos galhos basais da copa, podendo prejudicar a qualidade da madeira produzida.
- Com a desrama artificial, ocorre deposição de folhas e galhos verdes sobre o solo, protegendo-o da incidência de radiação solar direta após abertura do dossel pela remoção de galhos. Nas avaliações subseqüentes à aplicação

de desrama nas diferentes intervenções, observou-se não haver variações significativas na biomassa de folhas em quase todas as avaliações. Ou seja, este efeito de proteção ao solo é temporário em razão da rápida decomposição das folhas verdes.

CAPÍTULO IV

AVALIAÇÃO DO “STATUS” HÍDRICO DE PLANTAS DE CLONE DE *Eucalyptus grandis* [HILL ex MAIDEN] SUBMETIDAS A DIFERENTES TRATAMENTOS DE DESRAMA ARTIFICIAL

1. INTRODUÇÃO

No Brasil, na última década, os povoamentos de eucalipto têm sido, também, manejados com o objetivo de fornecer madeira de qualidade destinada, principalmente, à fabricação de móveis. Para isto, foram demandados estudos que identificassem desde o material genético até as técnicas silviculturais mais adequadas para este fim. Dentre aquelas adotadas visando o manejo para a produção de madeira para a serraria, a desrama artificial é uma das mais importantes. Esta prática envolve a remoção de galhos vivos e mortos até uma altura pré-determinada do fuste, a fim de reduzir o tamanho do cerne nodoso e restringir o desenvolvimento de nós mortos, dentre outros (PINKARD e BEADLE, 1998a).

A desrama artificial promove redução da área foliar da planta, o que pode limitar a fixação de carbono pela copa da planta (PINKARD e BEADLE, 1998b), afetando, conseqüentemente, o crescimento da planta (PIRES, 2000).

O entendimento das relações hídricas da planta pode auxiliar na definição da intensidade de desrama a ser aplicada às plantas, sem reduzir

drasticamente o seu crescimento. PIRES (2000), em seu estudo sobre desrama artificial em plantas de *Eucalyptus grandis*, ressaltou a importância do conhecimento do “status” hídrico das plantas para subsidiar a tomada de decisões quanto à intensidade de desrama a ser aplicada em povoamentos de eucalipto. Este autor ressaltou, também, que a remoção parcial de galhos vivos da porção basal da copa pode favorecer a sobrevivência da planta em regiões com déficit hídrico acentuado, em razão de reduzir a superfície transpiracional da planta. JACKSON et al. (2000) estudaram a desrama de árvores como modo de controlar o uso de água em sistemas agroflorestais no Quênia e demonstraram que a desrama moderada da copa de *Grevillea robusta*, consorciada com milho, reduziu a competição por luz entre plantas, porém, houve pouca limitação na demanda de água pelo componente arbóreo. No entanto, a desrama severa, nesta espécie arbórea, diminuiu a exigência hídrica das plantas possibilitando a recarga de água no solo.

Faz-se necessário, assim, estudar o efeito de diferentes intensidades de desrama sobre os recursos de crescimento das plantas (água, luz e nutrientes). Deste modo, o objetivo do presente estudo foi avaliar a influência de diferentes intensidades de desrama artificial da copa de plantas do clone 24504, de *Eucalyptus grandis*, sobre o “status” hídrico das plantas, na região de cerrado.

2. REVISÃO DE LITERATURA

As relações hídricas das espécies arbóreas são importantes para o seu crescimento uma vez que interferem nos processos bioquímicos envolvidos na síntese de carboidratos e sua transformação em novos tecidos. Nestas relações é importante a manutenção de um teor de água suficientemente elevado, que permita o funcionamento normal dos processos fisiológicos e do crescimento (KRAMER e KOZLOWSKI, 1972).

A água é um componente essencial para o crescimento e desenvolvimento das plantas e, conseqüentemente, para a produção de biomassa, uma vez que possibilita a ocorrência de inúmeras reações bioquímicas essenciais, facilita a absorção de nutrientes minerais do solo e, também, é importante para a manutenção da temperatura da planta. A água representa cerca de 80–95% da massa dos tecidos em crescimento e a redução d seu teor pode resultar em reduções na taxa de crescimento das plantas (TAIZ e ZEIGER, 1991; LARCHER, 1995).

Segundo HINCKLEY et al (1991) e TAIZ e ZEIGER (1991), de todos os recursos de crescimento da planta, a água é, ao mesmo tempo, o mais abundante e o mais limitante à produtividade vegetal. Para BOYER (1982) e KRAMER (1986), a deficiência hídrica pode afetar profundamente a produtividade tanto de plantações florestais quanto de culturas agrícolas.

A transferência da água no sistema solo-planta-atmosfera envolve diferentes mecanismos de transporte sendo que este fluxo de água possibilita a absorção dos nutrientes do solo (HINCKLEY et al, 1991).

Visto que a água é utilizada na maioria dos processos fisiológicos relacionados ao crescimento das plantas, a produtividade das culturas é fortemente influenciada pelo status hídrico da planta em diferentes fases de seu desenvolvimento. As plantas, quando experimentam deficiência hídrica, podem responder, dependendo da espécie e da severidade do estresse hídrico, com a inibição da divisão celular e da síntese de proteínas, acúmulo de solutos celulares, fechamento dos estômatos e redução da taxa de fotossíntese (TAIZ e ZEIGER, 1991; LARCHER, 1995; MULLET e WHITSITT, 1996) afetando, assim, o seu crescimento.

A transpiração através dos estômatos é um mecanismo da planta através do qual ocorre a perda de vapor d'água para a atmosfera na mesma via em que ocorre a entrada e a assimilação de dióxido de carbono. Este processo de troca de vapor d'água entre a folha e o ar depende da velocidade do vento, da forma e do arranjo das folhas no dossel, dentre outros (LANDSBERG, 1997). A transpiração, de acordo com BEADLE (1997), depende da demanda evaporativa do ar, do controle de perda de água pelos estômatos e da extensão da superfície evaporativa das plantas, que pode ser medida através do índice de área foliar. Segundo KRAMER e KOZLOWSKI (1972), sob radiação e temperatura elevadas, a transpiração pode exceder à absorção de água do solo, promovendo um decréscimo do "status" hídrico da planta de maneira cíclica. Ou seja, à noite, quando ocorre redução da demanda evaporativa do ar, a planta eleva seu "status" hídrico, reduzindo o descompasso entre a perda de água pela transpiração e sua absorção pelas raízes. Porém, se a perda de água for excessiva durante o dia, de modo que a planta não se recupere durante a noite, ocorrerá desidratação e conseqüentemente comprometimento e, às vezes, morte de tecidos ou da planta.

A planta perde água para a atmosfera através dos estômatos, bem como através das lenticelas, da epiderme ou cutícula da folha. A perda de água pela cutícula ocorre principalmente quando os estômatos das plantas encontram-se total ou parcialmente fechados (KRAMER e KOZLOWSKI, 1972). Alternância

na condutância estomática é um importante mecanismo na regulação da perda de água pela planta e na captura de dióxido de carbono (TAIZ e ZEIGER, 1991).

A abertura e o fechamento dos estômatos e, conseqüentemente, a transpiração, são regulados, principalmente, pela radiação, temperatura do ar e da folha, umidade do ar, vento e teor de água nas folhas. O potencial hídrico foliar tem um importante papel no controle dos estômatos, uma vez que, sob déficit hídrico, estes se fecham, independentemente das condições de luz, CO₂ ou temperatura (REICHARDT, 1985). Em espécies de eucalipto, a condutância estomática é regulada tanto pelo potencial hídrico foliar quanto pelo déficit de pressão de vapor atmosférico (KALLARACKAL e SOMEN, 1997). A condutância estomática e a perda de água pela transpiração podem, também, serem afetados pela estrutura e a orientação da folha, a área da folha, a relação raiz/parte aérea e o ajuste osmótico da folha, dentre outros. Assim, a transpiração varia com a espécie, a idade da planta e da folha e, possivelmente, a altura e a posição em que a folha se insere na copa da planta (KRAMER e KOZLOWSKI, 1972; FERRI, 1985; GOMES, 1994; PIRES, 2000). PIRES (2000), em seu estudo sobre desrama artificial em plantas de *Eucalyptus grandis*, dividiu a copa viva das plantas em estratos proporcionais em relação à altura de inserção dos galhos vivos (estrato superior, mediano superior, mediano inferior e inferior) e, verificou que 43% da área foliar total da planta se encontra no estrato inferior e, 38% no estrato mediano inferior, ou seja, 81% da área foliar total da planta se encontra da metade da copa para baixo, indicando que a transpiração das plantas deste material genético é maior na base da copa e, portanto, a desrama da porção inferior da copa, reduz a perda de água pela planta.

A redução da transpiração pode ter, como conseqüência, aumentos na temperatura da copa resultante de alterações no balanço térmico da planta. As variações sazonais da temperatura de copa podem estar relacionadas, também, com variações na resistência estomática (O'TOLLE et al., 1977; GONÇALVES, 1992).

O crescimento das plantas e a sua produtividade estão intimamente relacionados ao uso de água pelas plantas. Porém, este uso de água pode variar com a hora do dia e a estação do ano, em razão de variações nos

elementos do clima, com o material genético e com a adoção de práticas silviculturais, como a desrama artificial (PEREIRA et al., 1986; REIS e REIS, 1993; GOMES, 1994; BANDARA et al., 1999; JACKSON, 2000; CHAVES, 2001). Essa variação nas respostas estomáticas pode se acentuar em razão de irregularidade da distribuição das chuvas (GONÇALVES, 1992). CHAVES (2001), avaliando o crescimento e relações hídricas de clones de eucalipto sob diferentes regimes hídricos, observou que em dois dos clones avaliados, o déficit hídrico causou redução no potencial hídrico foliar, promovendo redução no crescimento, principalmente, em razão da abscisão foliar. Entretanto, outros dois clones foram menos sensíveis ao déficit hídrico, em razão de apresentarem menor taxa transpiratória e menor consumo de água. Em um povoamento maduro de clone de um híbrido de *Eucalyptus grandis*, MIELKE et al. (2000) determinaram que o potencial hídrico no ante manhã e as trocas gasosas da planta estavam associadas a mudanças sazonais na precipitação e no conteúdo de água das camadas superiores do solo.

Sob deficiência hídrica, a magnitude da redução do potencial hídrico da planta vai depender dos seus mecanismos de prevenção à desidratação. Estes mecanismos variam em função da espécie e procedência dos materiais genéticos (GONÇALVES, 1992). Sob condições ambientais similares, diferenças entre espécies, quanto ao uso de água e produtividade, dependem principalmente da sua capacidade de assimilação e alocação de carbono dentro da planta. O dossel do povoamento também influencia na quantidade de luz interceptada pelas folhas, interferindo na capacidade fotossintética das folhas e no comportamento dos estômatos (PEREIRA et al., 1986). Algumas espécies de eucalipto podem fechar os estômatos antes de haver danos à planta por desidratação, enquanto outras permitem atingir valores de potencial hídrico muito mais baixos (SINCLAIR, 1980; BLAKE e SUITER FILHO, 1988).

A deficiência hídrica pode afetar o crescimento em altura e diâmetro devido a uma redução na expansão celular e disponibilidade de carboidratos e de reguladores de crescimento (OLIVA et al., 1989). DABRAL e RATURI (1985) observaram paralisação parcial do crescimento em diâmetro de *Eucalyptus maculata* e *Eucalyptus pilularis* em período de acentuado déficit hídrico no solo. KALLARACKAL e SOMEN (1997) também observaram redução no crescimento em diâmetro de plantas de *Eucalyptus tereticornis* em

período seco. Do mesmo modo, GOMES (1994) verificou que plantas de *Eucalyptus camaldulensis* apresentaram redução no crescimento, principalmente em diâmetro, durante o período de menor disponibilidade hídrica, mas, no entanto, apresentaram maior capacidade de recuperação de seu crescimento em diâmetro com a chegada das chuvas.

O entendimento das relações hídricas das plantas pode auxiliar na tomada de decisões sobre a intensidade de aplicação de desrama artificial. Segundo SMITH et al. (1999), a desrama pode reduzir a demanda de água pelas plantas e, portanto, a quantidade de água extraída do solo. BANDARA et al. (1999) avaliaram a influência da desrama sobre o potencial hídrico de plantas de *Pinus radiata* estabelecido em região seca e verificaram que o potencial hídrico no ante manhã foi mais elevado em plantas que foram desramadas. Conforme revisto por PINKARD et al. (1998), mudanças na taxa fotossintética, após desfolhamento parcial, têm sido atribuídas às mudanças na condutância estomática, possivelmente devido a uma melhoria no “status” hídrico das plantas. Esses autores verificaram que houve um aumento na taxa fotossintética das plantas de *Eucalyptus nitens* após a aplicação de diferentes intensidades de desrama artificial e, isto se deveu, dentre outros fatores, ao aumento na condutância estomática. A magnitude do aumento de fixação de carbono aumentou com a severidade da desrama. JACKSON et al. (2000) estudaram a aplicação de desrama como meio de controle de uso de água em plantas de *Grevillea robusta* usadas em sistemas agroflorestais. Os autores observaram que, além de reduzir a competição por luz entre as plantas do sistema, a desrama proporcionou a manutenção do status hídrico do solo. PIRES (2000), estudando a intensidade de desrama em plantas de *Eucalyptus grandis*, aos 11 meses, verificou que com a remoção de 25% da altura da copa viva, há uma redução de 43% da área foliar das plantas, o que correspondeu a uma redução de 40% da perda de água por transpiração. Segundo este autor, a eliminação parcial dos galhos da porção inferior da copa viva de eucalipto pode constituir-se numa maneira eficiente de reduzir a perda de água pela planta, podendo, inclusive, favorecer a sobrevivência das plantas em regiões de déficit hídrico acentuado, com baixo comprometimento da fixação de carbono, principalmente se as folhas removidas apresentarem indícios de entrar no processo de senescência. Para SCHULZE et al. (1987) e OLIVER e

LARSON (1990), uma desrama moderada da porção inferior da copa das plantas, não compromete significativamente a fixação de carbono, uma vez que estes galhos já se encontram parcialmente sombreados, com folhas em senescência e com reduzida capacidade de fixação de carbono.

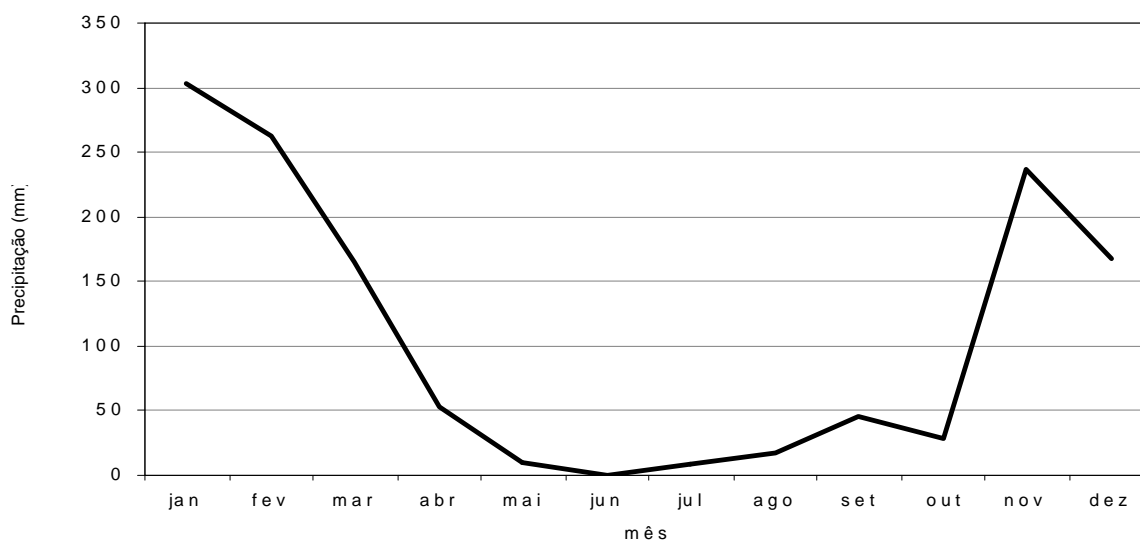
Um fator que pode comprometer a fixação de carbono das plantas e, portanto, seu crescimento é a densidade de plantio. Segundo WILL et al. (2001), a capacidade fotossintética, em função da área foliar, pode reduzir-se quando a densidade de plantio aumenta devido à diminuição na disponibilidade hídrica e, ou, de nutrientes ou, ainda, devido aos baixos níveis de luz que penetram no dossel. Deste modo, a desrama artificial pode ser considerada uma ferramenta importante para reduzir a competição por água, nutriente e luz entre indivíduos e, também, dentro da planta.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Localização e instalação do experimento

O presente estudo foi desenvolvido em um povoamento do clone 24504 de *Eucalyptus grandis*, estabelecido em novembro de 1998, no espaçamento 3 x 3 m, pela Companhia Agrícola e Florestal Santa Bárbara (CAF), no município de Abaeté, MG. O clima da região é subtropical úmido com temperatura média anual de 22,3°C, onde a temperatura média do mês mais frio é de 19,0°C e, a do mês mais quente de 23,8°C. A precipitação média anual é de 1380,3 mm. A região apresenta um valor médio de déficit hídrico de 168,4 mm anuais e, uma evapotranspiração potencial anual de 1077,8 mm (MOREIRA, 1997). O relevo varia de plano a suavemente ondulado e a altitude média do local do experimento é 798 m. Na Figura 1 são mostrados os valores médios de precipitação mensal, para o ano de 2000, quando foi realizada a avaliação do “status” hídrico das plantas.

Por ocasião da avaliação das relações hídricas em plantas de *Eucalyptus grandis* submetidas a desrama artificial, haviam sido instalados, aos dezesseis meses de idade, seis tratamentos de desrama, com três repetições, constando diferentes intensidades de desrama (altura de remoção dos galhos a partir do solo) que, posteriormente, receberam combinações diferentes de frequência (número de intervenções para alcançar 3,0 m de altura livre de galhos) e intensidade de desrama em cada intervenção, conforme detalhado, anteriormente, no Capítulo I.



Fonte: CAF Santa Bárbara Ltda

Figura 1 – Precipitação média mensal, no ano em que foi realizado este estudo, para a região de Bom Despacho, MG, que dista, aproximadamente, 86 Km da área de estudo.

3.2. Relações hídricas

Para a determinação das relações hídricas das plantas do clone 24504 de *Eucalyptus grandis*, submetidas a diferentes intensidades de desrama artificial, foram utilizados alguns tratamentos referentes à primeira época de desrama, cuja descrição se encontra no Capítulo I. Esta avaliação ocorreu dois meses após a primeira intervenção nas plantas, ou seja, aos 18 meses de idade (maio/2000).

Este estudo foi conduzido nas duas primeiras plantas de uma parcela de cada um dos seguintes tratamentos: testemunha; 0,5+1,0+1,5; 1,0+0,0+2,0 e, 1,5+0,0+1,5, que haviam sido desramadas, respectivamente até 0,5, 1,0 e 1,5 m de altura a partir do nível do solo, aos dezesseis meses de idade. Na Figura 2 são mostrados os tratamentos utilizados para este estudo e suas respectivas intensidades de desrama por ocasião desta avaliação.

As plantas estudadas foram divididas em estratos de altura correspondentes a 0-0,5 m, 0,5-1,0 m, 1,0-1,5 m, 1,5-2,0 m e acima de 2,0 metros. Os valores de potencial hídrico, condutância estomática, transpiração e temperatura foliar foram obtidos para cada um destes estratos da planta.

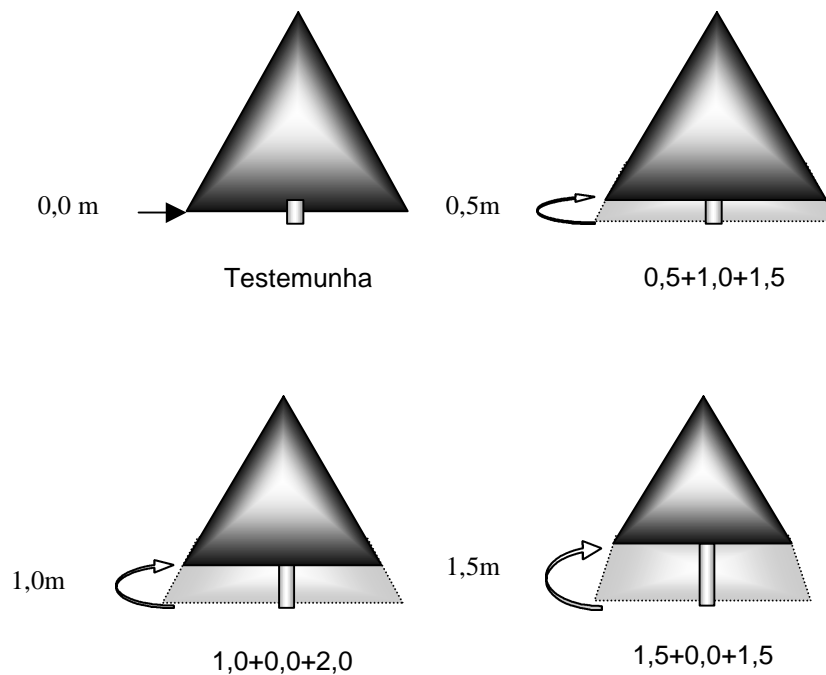


Figura 2 – Croqui dos tratamentos de desrama, para a primeira época de desrama, aplicados às plantas do clone 24504 de *Eucalyptus grandis*, em Abaeté, MG.

A condutância estomática, a transpiração e a temperatura foliar foram obtidas com um porômetro de estado estacionário, modelo LI-6400, da LI-COR, utilizando-se uma folha totalmente expandida e exposta, por estrato. As leituras foram tomadas em três horários ao longo do dia, às 9:00, 12:50 e 16:30 horas.

Entre 6:00 e 7:00 horas e nos mesmos horários em que se obteve os outros parâmetros, foi determinado o potencial hídrico, utilizando-se uma bomba de pressão de Scholander (SCHOLANDER et al., 1965). Para estas leituras, foi utilizada uma folha totalmente expandida e exposta, por estrato.

A partir dos valores de transpiração foliar por estrato, para cada tratamento, foi calculada a transpiração foliar média por tratamento, em cada horário de avaliação (9:00, 12:50 e 16:30 horas). Com base nestes resultados e no índice de área foliar (IAF) das plantas, obtido para cada tratamento, foi estimada da taxa de transpiração total por tratamento.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Relações hídricas

4.1.1. Potencial hídrico

De modo geral, o potencial hídrico das plantas, em todos os tratamentos, foi mais baixo entre 9:00 e 13:00 h (-1,2 a -2,2 MPa) (Figura 3), provavelmente em razão da elevação da temperatura da folha e do ar, aumentando a demanda evaporativa. Segundo KRAMER e KOZLOWSKI (1972) isto pode acontecer porque a quantidade de água perdida por transpiração é maior do que a quantidade de água absorvida pela planta, neste período do dia.

No final da tarde, às 17:00h, observou-se recuperação do potencial hídrico das plantas (-0,6 a -0,9 MPa) praticamente ao nível dos valores observados no ante-manhã (6:50 h). O potencial hídrico de ante manhã variou de -0,4 a -0,5 MPa indicando que, durante à noite, houve recuperação do “status” hídrico das plantas. Resultados semelhantes foram encontrados por MIELKE et al (1999), para um mesmo período do ano, em plantações de *Eucalyptus grandis*, no Estado do Espírito Santo. Embora esta avaliação tenha sido realizada durante um período de baixa pluviosidade (Figura 1), provavelmente, ainda havia água armazenada no solo suficiente, garantindo a recuperação do potencial hídrico das plantas.

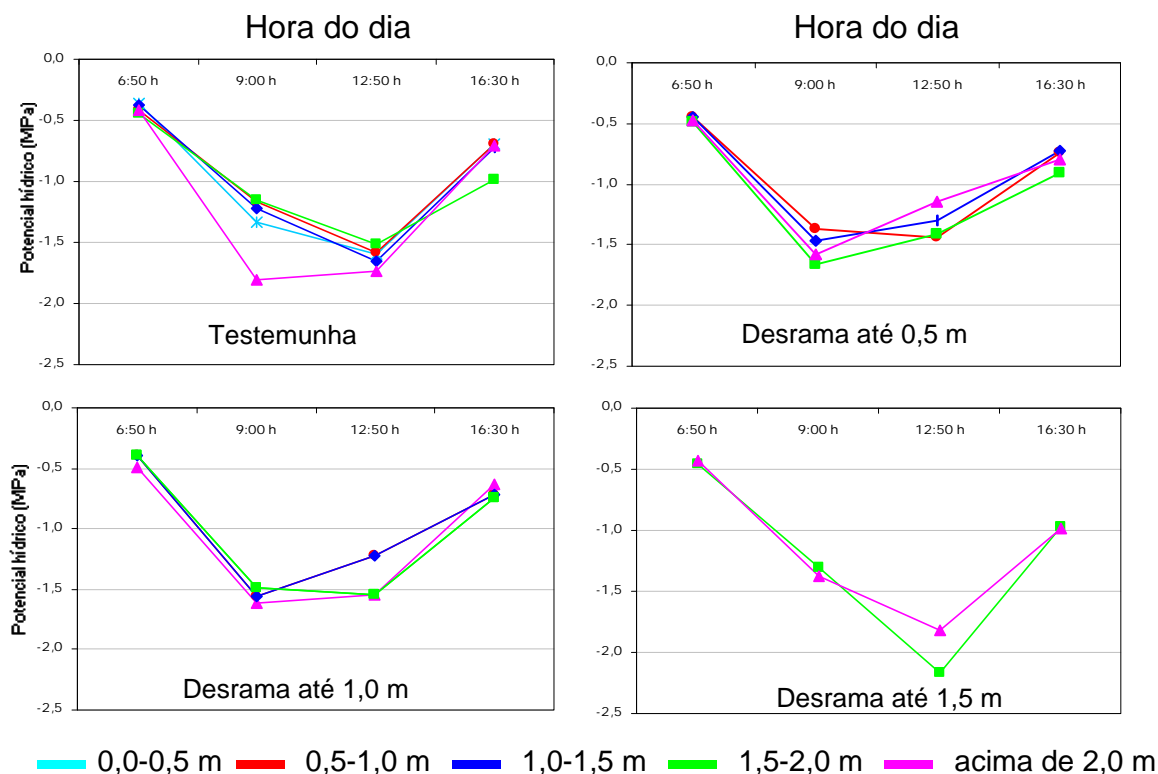


Figura 3 – Potencial hídrico, aos 18 meses de idade, em diferentes estratos da copa de plantas do clone 24504 de *Eucalyptus grandis*, submetidas a primeira intervenção de desrama artificial aos 16 meses de idade, em Abaeté, MG

As plantas com desrama até à altura de 1,5 m apresentaram, em geral, menores valores de potencial hídrico ao meio do dia (-2,0 MPa), provavelmente devido as suas menores áreas foliares, com os estômatos permanecendo mais abertos durante o período da manhã, favorecendo a perda de água (Figura 4). Além disso, por terem recebido a maior intensidade de desrama, a copa das plantas se encontrava mais exposta à radiação e, o espaço entre as plantas era maior deixando-as mais expostas à ação do vento, o que aumenta a perda de água por evaporação. Segundo GOMES (1994), no meio do dia ocorre a maior demanda evaporativa, em razão, principalmente, da maior temperatura do ar. Esse mesmo autor, avaliando a influência do espaçamento sobre o potencial hídrico de três espécies de eucalipto verificou que, em espaçamentos mais amplos, houve uma tendência de maior redução no potencial hídrico no meio do dia, o que se atribuiu, em parte, à maior exposição do solo sob as

copas. Assim, a desrama até 1,5 m de altura, expõem mais o solo à radiação e ao vento, porém, deve-se ressaltar que a biomassa de galhos e folhas removidas na desrama é depositada próxima à árvore auxiliando na proteção do solo quanto às variações de temperatura e umidade.

Observou-se, ainda, tendência dos estratos superiores da copa apresentarem valores mais negativos de potencial hídrico do que os inferiores, provavelmente devido à maior exposição desta porção da copa à incidência de radiação solar e ao vento, o que pode aumentar a taxa de transpiração da planta (KOZLOWSKI, 1971). Porém, estes valores baixos de potencial hídrico podem, também, ser devido à perda de água por evaporação, mais elevada ao meio do dia. Conforme pode ser observado no Capítulo 3, grande quantidade de biomassa de folhas e galhos foi depositada no solo nos tratamentos de maior intensidade de desrama, proporcionando um maior acúmulo de manta orgânica nestes tratamentos, o que, provavelmente, favoreceu a diminuição da perda de água por evaporação do solo. Porém, neste tratamento, a decomposição da manta orgânica parece ter sido mais elevada o que reduz o efeito positivo da cobertura morta e, portanto, poderia haver redução no crescimento dessas plantas em avaliações futuras, uma vez que houve maior abertura no dossel, expondo esse solo à radiação e ao vento e, conseqüentemente, aumentando a evaporação no solo. JACKSON e WALLACE (1999) verificaram que a redução do índice de área foliar, após a aplicação da desrama artificial, em plantações de *Grevilea robusta*, no Quênia, intensificou a taxa de evaporação do solo devido o aumento da radiação e da velocidade do vento no interior do dossel. Porém, com a retomada do crescimento das copas, esta evaporação tendeu diminuir em razão de um maior sombreamento. Conforme observado neste estudo, as plantas submetidas ao tratamento de maior intensidade de desrama, aos 16 meses, mostrou rápida recuperação da copa (Capítulo 2). Aos 28 meses, o dossel já se encontrava fechado e, até os 45 meses de idade, o crescimento dessas plantas não foi prejudicado.

O potencial hídrico, no estrato superior, foi mais negativo pela manhã em todos os tratamentos, exceto naquele com maior intensidade de desrama, que teve os valores mais negativos no meio do dia. Na testemunha, o potencial hídrico foliar foi de $-1,8$ MPa acima de 2,0 m da altura na copa, enquanto, no

tratamento 1,5+0,0+1,5 foi de $-1,4$ MPa. Como esta avaliação foi feita em uma época de baixa precipitação pluviométrica (Figura 1), as plantas com maior área foliar já mostravam no início do dia, necessidade de controlar a perda de água. No tratamento com menor área foliar (1,5+0,0+1,5) isto só se verificou ao meio do dia. Estes resultados concordam com os valores de condutância estomática (Figura 4), onde se pode observar que, às 9:00h, a condutância foi mais baixa para a testemunha e o tratamento de menor intensidade de desrama, mostrando já no início da manhã o controle da abertura dos estômatos. Segundo SHULZE et al. (1987), o decréscimo de potencial hídrico está associado à redução na taxa fotossintética, promovendo perda de turgescência foliar e comprometimento da vitalidade de células. Desta forma, PIRES (2000) propõe a redução da superfície de transpiração da planta por meio de desrama artificial como uma alternativa, para aumentar a resistência da planta a períodos de seca.

4.1.2. Condutância estomática

A condutância estomática das plantas, ao longo do dia, apresentou variação similar entre os tratamentos, com altos valores no início da manhã (105 a 356 $\text{mmol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$), reduzindo no decorrer do dia (21 a 116 $\text{mmol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$ às 17:00h) (Figura 4). Decréscimos no potencial hídrico durante o dia podem promover o fechamento dos estômatos reduzindo a perda de água. GOMES (1994), avaliando a condutância estomática de três espécies de eucalipto, após um período de seca pronunciado, verificou comportamento similar, com valores mais elevados no início do dia vindo a reduzir-se no decorrer do dia. Às 13:00h, o autor encontrou valores de condutância estomática entre 14 e 62 $\text{mmol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$, enquanto no presente estudo estes valores, para a testemunha e as plantas que receberam desrama até $0,5\text{m}$ de altura, variaram de $62,2$ a $142,0$ $\text{mmol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$.

Porém, segundo GOMES (1994) os valores de condutância estomática ao longo do dia variaram entre as espécies e com o espaçamento. Do mesmo modo a aplicação de diferentes intensidades de desrama podem promover um controle estomático diferenciado nas plantas. Para as plantas da testemunha e aquelas desramadas até $0,5$ m de altura, foram observados os menores

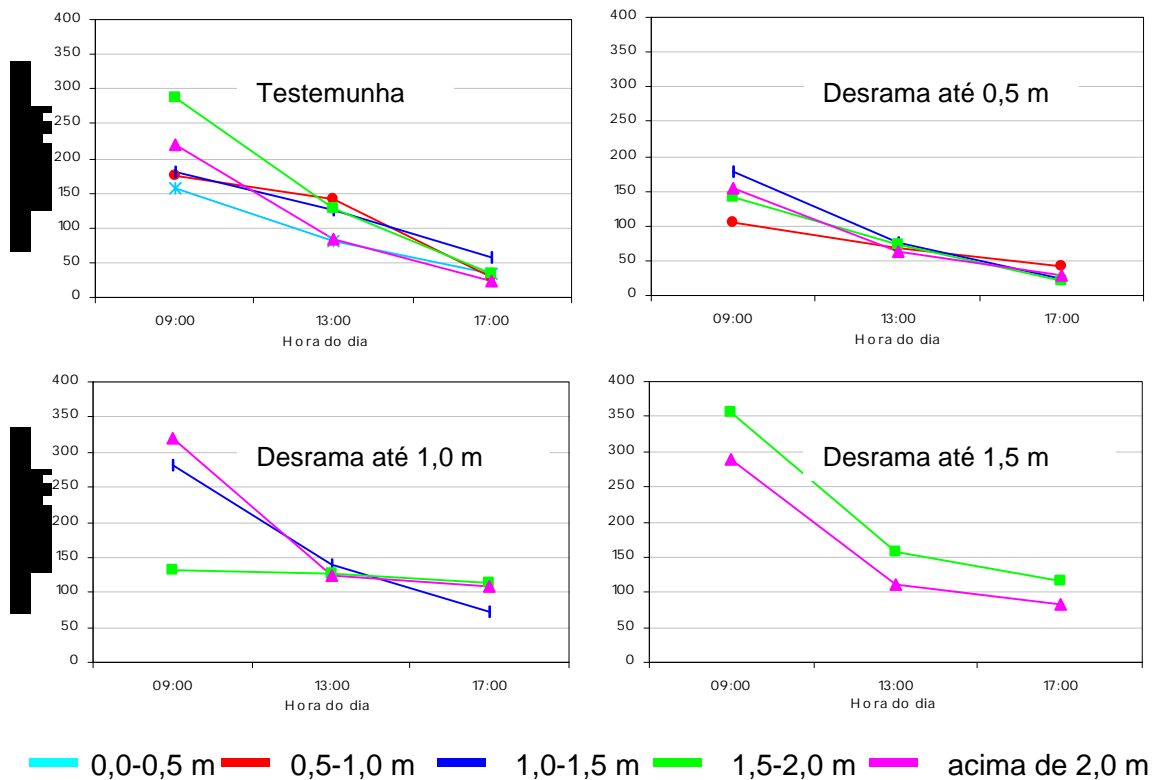


Figura 4 – Condutância estomática, aos 18 meses de idade, em diferentes estratos da copa de plantas do clone 24504 de *Eucalyptus grandis*, submetidas a primeira intervenção de desrama artificial aos 16 meses de idade, em Abaeté, MG.

valores de condutância durante o dia, enquanto, naquelas desramadas até 1,0 e 1,5 m de altura apresentaram valores mais altos de condutância estomática, concordando com o que foi observado por PINKARD et al (1998) que verificaram aumento na condutância estomática aumentou com a intensidade de desrama. Segundo esses autores, é possível, ainda que, nas folhas emitidas após uma remoção parcial de área foliar apresente uma maior densidade de estômatos. Aos 16 meses, quando as plantas foram desramadas, houve redução de 25%, 58% e 78% em área foliar quando foram desramadas até 0,5m, 1,0m e 1,5m de altura, respectivamente. E, aos 18 meses, quando foi realizada essa avaliação, o IAF médio das plantas que receberam desrama de 1,0 e 1,5m foi 46% menor do que o IAF das plantas dos demais tratamentos. Como as plantas que receberam maior intensidade de desrama apresentam área foliar mais reduzida, ou seja, menor superfície de transpiração, pode ter

havido uma redução na competição entre plantas pela água disponível no solo. De acordo com PIRES (2000), quando se realiza a desrama artificial, reduz-se, não só a competição entre indivíduos, mas também, a competição dentro da planta, favorecendo uma distribuição mais adequada de água, luz e nutrientes entre os galhos remanescentes. Essa distribuição de assimilados favoreceria drenos que podem ser explorados comercialmente, como a madeira do tronco.

Nas plantas da testemunha e naquelas com a menor intensidade de desrama, os estratos inferiores da copa (0,0-0,5 m e 0,5-1,0 m) mostraram os menores valores de condutância estomática, às 9:00h, o que está de acordo com os resultados encontrados por PIRES (2000), em plantas de *E. grandis* aos 24 meses de idade. A redução na condutância estomática deve estar associada a uma menor taxa de assimilação de carbono, o que pode limitar o crescimento das plantas (KRAMER e KOZLOWSKI, 1972; OLIVA, 1989) e, por isso, para PIRES (2000), as folhas do estrato inferior da copa pouco contribuem para a fixação de carbono, uma vez que os estômatos permanecem parcialmente fechados nas folhas que devam estar entrando em processo de senescência, por serem mais velhas e estarem parcialmente sombreadas.

4.1.3. Transpiração foliar

A transpiração mostrou comportamento similar à condutância estomática (Figura 5) para os tratamentos com desrama de 0,5 e 1,0 m, ou seja, plantas com estômatos mais abertos apresentam taxa de transpiração mais elevada. As plantas da testemunha e as que foram desramadas até à altura de 1,5 m apresentaram elevação na transpiração às 13:00 h. Esta resposta indica que a perda de água deverá estar ocorrendo através dos estômatos e, também, através da cutícula da folha ou das lenticelas distribuídas ao longo de toda a planta.

De modo geral, as plantas desramadas até 1,0 e 1,5 m tiveram uma transpiração foliar mais alta do que as plantas dos demais tratamentos, o que está coerente com os resultados de condutância estomática verificados para estes tratamentos, onde, embora tenha havido um decréscimo expressivo da transpiração no início da manhã para o meio do dia, estes valores ainda se mostravam ligeiramente mais altos do que para os demais tratamentos, o que

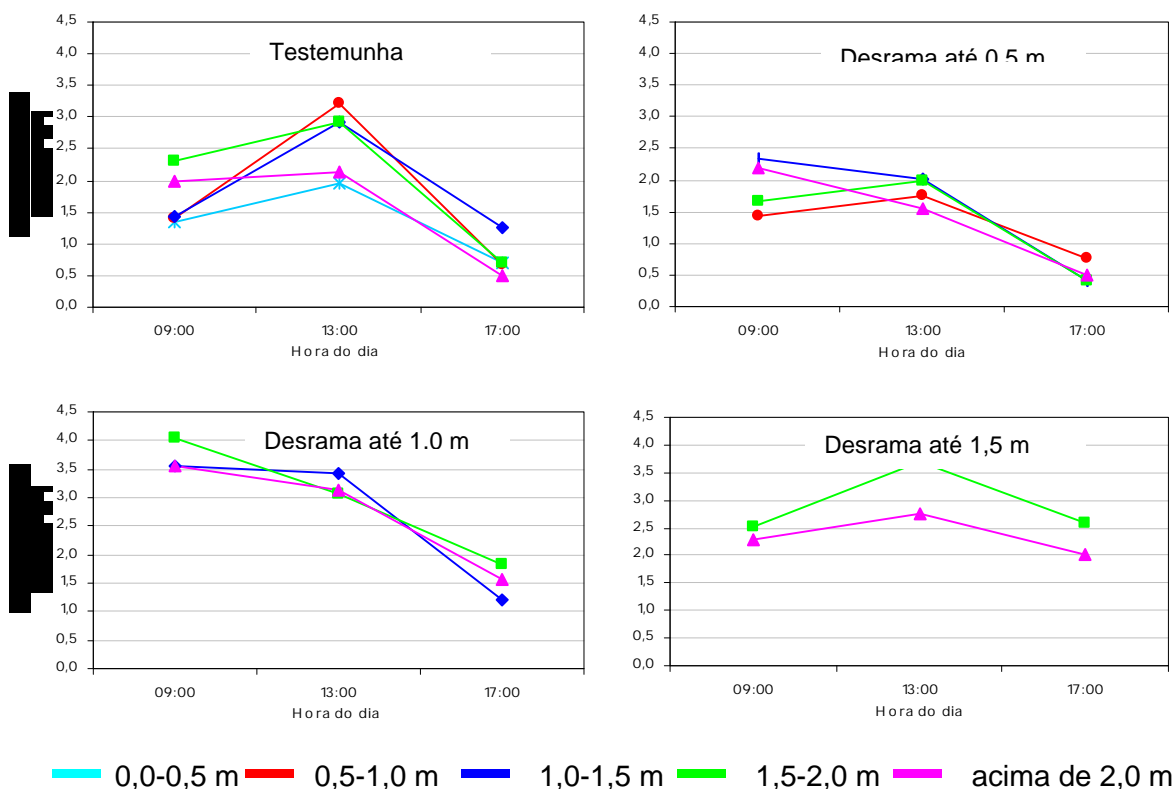


Figura 5 – Transpiração foliar, aos 18 meses de idade, em diferentes estratos da copa de plantas do clone 24504 de *Eucalyptus grandis*, submetidas a primeira intervenção de desrama artificial aos 16 meses de idade, em Abaeté, MG.

refletiu no valor mais negativo de potencial hídrico no meio do dia (-2,0 MPa) (Figura 5). Além disso, a possível perda de água através da cutícula, também, pode influenciar neste resultado. Segundo KRAMER e KOZLOWSKI (1972), as plantas que transpiram rapidamente perdem, com frequência, bastante água, de modo que as folhas murcham-se a meio do dia. Isso implica em paralisação temporária do crescimento, o que não tem maiores conseqüências se, antes de anoitecer, os tecidos recuperarem a turgescência. Segundo MULLET e WHITSITT (1996), o crescimento é muito sensível ao “status” hídrico e, uma pequena mudança no potencial hídrico do solo ou uma mudança na taxa de perda de água pela superfície foliar pode levar a uma inibição do crescimento. GOMES (1994) observou em seu estudo que, de modo geral, a taxa de transpiração foi mais elevada em espaçamentos mais amplos, provavelmente, porque quando a densidade populacional é mais baixa, nos estágios iniciais de

desenvolvimento, a competição por água é reduzida, não havendo limitação em relação à disponibilidade hídrica. Como neste estudo a avaliação foi feita aos 18 meses de idade e, a desrama até 1,0m e 1,5 m reduziu substancialmente o IAF dessas plantas que, por ocasião da avaliação mostravam um IAF, aproximadamente, 46% mais baixo do que os dos demais tratamentos, reduziu-se a competição por água dentro e entre plantas.

A transpiração foliar nas plantas da testemunha foi menor no estrato inferior da copa ao longo do dia, concordando com os valores de condutância estomática neste estrato. Como menor quantidade de radiação alcança a porção basal da copa e, ainda, estão menos susceptíveis à ação do vento, a taxa de transpiração tende a ser menor. Porém, no estrato superior da copa, a partir do meio dia, a taxa de transpiração foliar reduziu acompanhando o valor encontrado para o estrato inferior, regulando perda de água para a atmosfera.

Fazendo-se uma estimativa da taxa de transpiração por planta, utilizando-se os valores médios de IAF obtidos para cada tratamento, notou-se que o tratamento 1,5+0,0+1,5 que, embora tenha recebido a maior intensidade de desrama, apenas no período da manhã mostrou uma menor transpiração por planta. No período da tarde, esses valores foram elevados, mostrando-se pouco eficiente no controle de perda de água para a atmosfera (Quadro 1). Este resultado pode indicar, ainda, que as plantas que receberam maior intensidade de desrama, por terem suas copas mais expostas à radiação e ao vento, podem estar perdendo água através dos estômatos e da cutícula da folha. PIRES (2000), em seu estudo sobre desrama artificial em plantas de *Eucalyptus grandis*, verificou que 81% da área foliar total da planta se encontra da metade da copa para baixo, indicando que a transpiração da copa das plantas deste material genético é maior na base da copa e, portanto, a desrama da porção inferior da copa, reduz a perda de água pela planta. No entanto, deve-se salientar que a distribuição dos galhos e de sua área foliar ao longo da copa das plantas varia com o material genético, conforme observado por ALMEIDA (2003), sendo assim, a aplicação de uma determinada intensidade de desrama pode proporcionar efeitos diferenciados quanto ao uso de água pela planta em razão do material genético utilizado.

Quadro 1 – Transpiração média a nível foliar e por planta, aos 18 meses de idade, de plantas do clone 24504 de *Eucalyptus grandis* submetidas à primeira intervenção aos 16 meses de idade (primeira época de desrama), em Abaeté, MG

Altura de desrama (m)	Hora do dia	Transpiração foliar ¹ (mmol.m ⁻² .s ⁻¹)	IAF ² (m ² folha/m ² terreno)	Transpiração por planta ³ (mmol.m ⁻² .s ⁻¹)
Testemunha	9:00	1,68	2,04	3,43
0,5+1,0+1,5		1,91	2,17	4,14
1,0+0,0+2,0		3,71	1,03	3,82
1,5+0,0+1,5		2,40	1,26	3,02
Testemunha	12:50	2,63	2,04	5,37
0,5+1,0+1,5		1,83	2,17	3,97
1,0+0,0+2,0		3,21	1,03	3,31
1,5+0,0+1,5		3,23	1,26	4,07
Testemunha	16:40	0,77	2,04	1,57
0,5+1,0+1,5		0,53	2,17	1,15
1,0+0,0+2,0		1,53	1,03	1,58
1,5+0,0+1,5		2,29	1,26	2,89

¹ Média obtida a partir dos valores de transpiração por estrato; ² IAF obtido, aos 18 meses, à 0,5m de altura das plantas desramadas; ³ Estimativa obtida a partir do valor de IAF da cada tratamento.

4.1.4. Temperatura foliar

A temperatura foliar das plantas mostrou um comportamento similar ao longo do dia para todos os tratamentos, com os maiores valores de temperatura observados ao meio do dia, variando de 26,4 C (testemunha) a 30,2°C (1,0+0,0+2,0) (Figura 6).

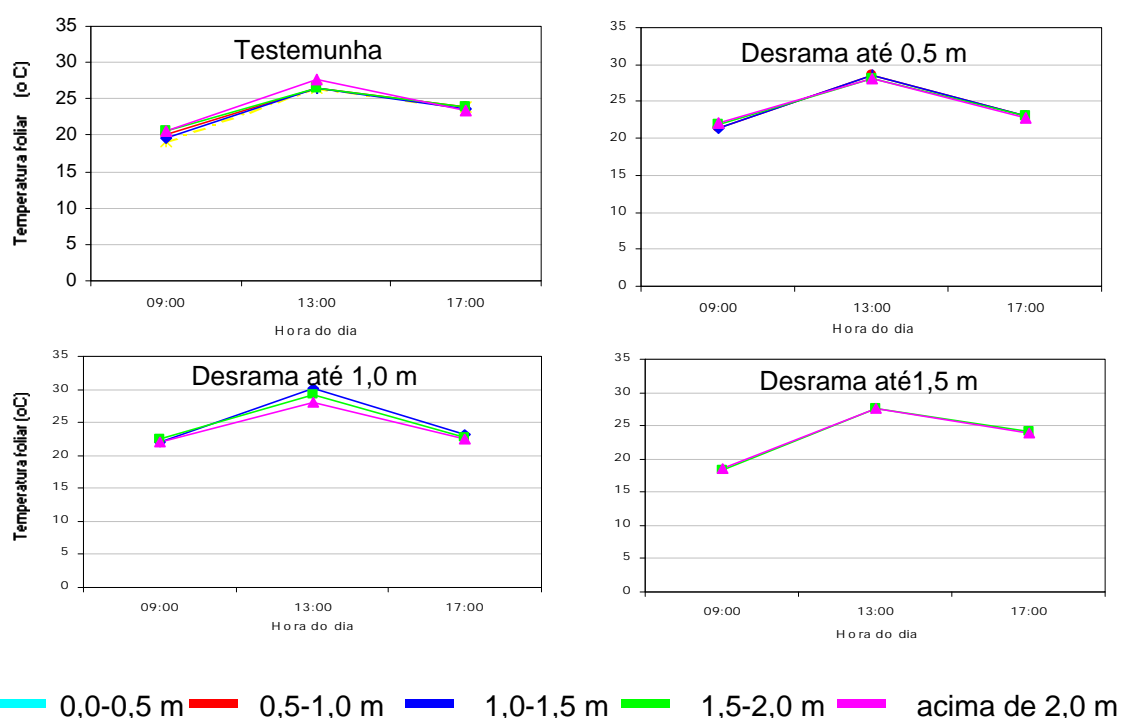


Figura 6 – Temperatura foliar, aos 18 meses de idade, em diferentes estratos da copa de plantas do clone 24504 de *Eucalyptus grandis*, submetidas a primeira intervenção de desrama artificial aos 16 meses de idade, em Abaeté, MG.

Ao longo do dia, não se observou diferença expressiva quanto à temperatura foliar nos diferentes estratos das plantas. Por exemplo, no período da manhã, para as plantas não desramadas, que apresentaram a maior diferença entre estrato, a temperatura variou de 19,2°C, no estrato inferior, a 20,6°C, no superior.

Pela manhã, as maiores temperaturas foram observadas para as plantas do tratamento 1,0+0,0+2,0 e as menores para o 1,5+0,0+1,5, em média 22,2 e 18,4°C, respectivamente. A temperatura da copa pode ser influenciada por fatores como radiação solar, temperatura do ar, umidade relativa, transpiração foliar e condutância estomática (OLIVA et al., 1984). Para o mesmo período, a condutância estomática no tratamento 1,0+0,0+2,0 variou dentro da copa entre 132,3 e 319,5 mmol.m⁻².s⁻¹ e, no 1,5+0,0+1,5 ficou entre 289,5 e 356,5 mmol.m⁻².s⁻¹, ou seja, a transpiração foliar foi elevada neste último tratamento, o que manteve a temperatura foliar mais baixa.

No final do dia, houve uma redução na temperatura foliar em todos os tratamentos, ficando entre 22,5 e 24°C.

5. CONCLUSÕES

- As plantas do clone 24504 de *Eucalyptus grandis*, submetidas a maior intensidade de desrama (1,5 m), na primeira intervenção da primeira época, apresentaram os menores valores de potencial hídrico ao meio do dia em razão da transpiração média por unidade foliar ter sido mais elevada. Com a remoção intensa de área foliar, a copa apresentou maior permeabilidade à radiação solar. Assim, apesar de reduzida área foliar, as plantas desramadas apresentaram transpiração, por planta, similar ao da testemunha.
- A depender das condições edafoclimáticas, principalmente, quanto à distribuição de chuvas e à capacidade de armazenamento de água do solo, a aplicação de uma desrama mais severa poderá aumentar em demasia a exposição da copa destas plantas à ação da radiação solar e do vento, levando a excessiva perda de água com conseqüências para o crescimento das mesmas. A desrama artificial moderada pode favorecer uma distribuição mais adequada de água e nutrientes na planta, podendo favorecer o crescimento do tronco.

CAPÍTULO V

TEMPO REQUERIDO PARA OPERAÇÃO DE DESRAMA ARTIFICIAL EM POVOAMENTO DO CLONE 24504 DE *Eucalyptus grandis* [HILL ex MAIDEN] NA REGIÃO DE CERRADO, MG

1. INTRODUÇÃO

O Brasil possui mais de 6,29 milhões de hectares reflorestados, sendo 1,86 milhões com *Pinus*, 3,23 milhões com *Eucalyptus* e 1,2 milhões com outras espécies (ACERBI Jr., 1999). No país, Minas Gerais lidera o plantio de florestas do gênero *Eucalyptus* sendo que, tem crescido a utilização dessa madeira, principalmente, para serraria e fabricação de móveis. VALE et al. (2002) destaca o fato do *Eucalyptus* adaptar-se a diferentes condições ambientais, apresentar rápido crescimento, além de contar com programa de melhoramento genético avançado possibilitando a utilização de sua madeira para finalidades mais nobres. No entanto, um dos problemas normalmente associados ao uso madeira de reflorestamento, para a fabricação de móveis, é a possibilidade de ocorrência de defeitos como os nós, que podem comprometer suas propriedades físicas e mecânicas (SCHILLING et al., 1998). A desrama artificial é uma técnica de grande importância no manejo de povoamentos visando a produção de madeira de qualidade, possibilitando a produção de madeira de qualidade, isenta de nós.

Segundo FINGER et al. (2001), a extensão da camada de madeira limpa está diretamente relacionada ao tamanho do cerne nodoso e pode ser influenciada pelo diâmetro da árvore no início da operação, pela frequência e pela intensidade de desrama artificial. Porém, a aplicação precoce da desrama pode implicar em intensidades menores de desrama e intervenções mais frequentes para se atingir o comprimento tronco desramado desejado. Considerando que a desrama artificial é dispendiosa e que seus benefícios são alcançados a longo prazo, a sua aplicação deve ser criteriosa.

Vários fatores influenciam no custo da operação de desrama artificial, como o diâmetro, número, morte e persistência dos galhos basais da copa e a sua distribuição ao longo da copa, em razão de sua possível interferência sobre o tempo requerido para a operação de desrama (TUFUOR e LIBBY, 1973; KLOMP e HONG, 1985; EVANS, 1992). Plantas oriundas de um mesmo material genético podem diferir quanto à produção de galhos (tamanho e número de galhos produzidos por árvore) em razão de diferenças no estágio de maturação dos propágulos utilizados para formação de povoamentos clonais (GREENWOOD e HUTCHISON, 1993). As plantas propagadas vegetativamente, de matrizes maduras, comparadas àquelas oriundas de sementes, tendem a desenvolver menor número de ramos primários, sendo estes de menor diâmetro e, com ângulo de inserção mais obtuso (TUFUOR e LIBBY, 1973; BOLSTAD e LIBBY, 1982; KLOMP e HONG, 1985; ARNOLD e GLEED, 1985). Estas características podem reduzir o tempo de desrama. TUFUOR e LIBBY (1973), aplicando desrama artificial em plantas de *Pinus radiata* até 1,50 m de altura, verificaram que o tempo de desrama foi significativamente menor para as plantas propagadas vegetativamente (1,50 minuto/árvore) que para aquelas de origem seminal (2,52 minutos/árvore).

A altura de desrama e o número de árvores a serem desramadas por hectare também têm grande relevância no seu custo (EVANS, 1992). Em espaçamentos amplos, os galhos são, em geral, de maior diâmetro aumentando o tempo e o custo da desrama.

Embora de custo elevado, SPELTZ e DISSMANN (1980) e EVANS (1992), têm destacado a importância da desrama artificial no manejo de povoamentos de *Eucalyptus* e *Pinus*, a fim de obter madeira serrada de

qualidade, sendo o seu custo compensado pelo valor obtido no produto final. É importante, porém, o conhecimento sobre as variações no tempo de desrama com a intensidade e o número de intervenções e a idade da planta em que a desrama é realizada.

O objetivo deste estudo foi avaliar o tempo requerido para a aplicação de desrama em povoamento clonal de *Eucalyptus grandis* (Hill ex Maiden), variando-se a intensidade e o número de intervenções para se alcançar três metros de fuste livre de ramos nas plantas.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Localização e instalação do experimento

O presente experimento foi desenvolvido em povoamento do clone 24504 de *Eucalyptus grandis*, estabelecido em novembro de 1998, no espaçamento 3 x 3 m, na Companhia Agrícola e Florestal Santa Bárbara (CAF), em Abaeté, MG. Esse estudo constituiu-se de sete tratamentos, com três repetições, combinando diferentes intensidades de desrama (altura de remoção dos galhos a partir do solo), frequência (número de intervenções necessárias para atingir 3,0 m de fuste livre de galhos na planta, no segundo ano) e, época de realização da primeira desrama (março/00, julho/00 e março/01), conforme detalhado no Capítulo I.

2.2. Tempo de desrama

Foi acompanhado o tempo gasto para realizar a desrama das plantas nas três épocas de aplicação de desrama, em cada intervenção, aos 16, 20 e 28 meses, para a primeira época de desrama; aos 20, 28 e 33 meses para a segunda época e, aos 28 e 33 meses de idade, para a terceira época de desrama. Considerando a dificuldade de se manter o mesmo operador realizando toda a desrama e conhecendo a grande variação de desempenho entre operadores, o tempo foi cronometrado ao longo de toda linha do talhão

que continha, em média, 103 plantas estabelecidas em espaçamento 3,0 x 3,0 m. E, para as três repetições, de cada tratamento, a operação de desrama foi cronometrada em quatro linhas, tendo um operador em cada linha. O tempo gasto com a operação de desrama incluiu parada para atendimento a eventuais necessidades pessoais básicas e para a troca de ferramenta quando ocorria a quebra da mesma ou necessidade de afiação. A equipe era constituída por 20 a 30 operadores para a realização da desrama, além da equipe de apoio como motorista e supervisores de equipe.

Após a desrama, procedeu-se à contagem do número de plantas desramadas por linha de plantio e, a seguir, foi calculado o tempo de desrama por planta, para cada intervenção de desrama. O tempo total de desrama, para se alcançar três metros de tora limpa por planta, foi obtido pelo somatório do tempo gasto em cada intervenção, para cada tratamento de desrama.

2.3. Análise de dados

O tempo de desrama, em cada intervenção, foi analisado por meio de estatística descritiva e, o tempo para desramar até três metros de altura nas plantas foi analisado, separadamente, para as três épocas de desrama, por meio de análise de variância e comparação de médias utilizando-se o teste de Tukey.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. Primeira época de desrama

Avaliando o tempo médio gasto para desramar uma árvore de *Eucalyptus grandis* (clone 24504), até três metros de tora limpa, variando a intensidade e a frequência de aplicação de desrama, foi possível observar que, embora não tenha sido verificada diferença estatística entre tratamentos, a diferença dos tempos observada pode influenciar bastante os custos da operação (Quadro 1). Por exemplo, o tempo médio gasto para atingir três metros de tora limpa para o tratamento 1,0+1,0+1,0 foi de 266 s/planta, enquanto, para o tratamento 1,5+0,0+1,5, este tempo foi de 208 s/planta. Assim, para o tratamento 1,0+1,0+1,0 foram gastos 58 s (cerca de um minuto) a mais, por planta, para se alcançar três metros de tora limpa. Considerando que existem 1.111 plantas/ha no povoamento, gastam-se 64.438 segundos a mais para desramar um hectare submetido ao tratamento 1,0+1,0+1,0, comparado ao tratamento 1,5+0,0+1,5. Ou seja, cerca de 17:54 h a mais, o que, em áreas amplas, pode afetar substancialmente o custo final da operação.

Os resultados indicam, ainda, ligeira tendência daqueles tratamentos de menor número de intervenções (1,0+0,0+2,0 e 1,5+0,0+1,5) resultarem em menor tempo de desrama (Quadro 1).

Quadro 1 – Valores médios e desvio padrão de tempo gasto para desramar cada planta (s/planta) do clone 24504 de *Eucalyptus grandis*, em cada intervenção de desrama, aos 16, 20 e 28 meses de idade até completar três metros de altura, para os tratamentos da primeira época de desrama, em Abaeté, MG

Altura de desrama (m)	Idade (mês) da intervenção de desrama			Total*
	16	20	28	
0,5+0,5+2,0	89,3 ± 44,7	45,3 ± 12,1	117,6 ± 64,5	252,0 a
0,5+1,0+1,5	65,4 ± 12,4	72,3 ± 18,4	109,8 ± 57,8	247,7 a
1,0+1,0+1,0	131,1 ± 51,4	74,3 ± 20,3	60,5 ± 6,5	266,0 a
1,0+0,0+2,0	115,6 ± 14,9	-----	119,2 ± 12,8	235,0 a
1,5+0,0+1,5	112,9 ± 34,0	-----	94,9 ± 49,2	208,0 a

* Tempo gasto para desramar até três metros de altura. Médias seguidas pela mesma letra minúscula, na última coluna, não diferem entre si, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

De modo geral, para cada intervenção, o tempo médio de desrama, por planta, tendeu aumentar com a intensidade de desrama. Por exemplo, na segunda intervenção (20 meses de idade), o menor tempo foi verificado no tratamento 0,5+0,5+2,0 (45,3 s/planta), onde foram removidos todos os galhos presentes em uma seção de 0,5 m de altura das árvores e, o maior tempo foi verificado para os tratamentos onde foram removidos os galhos em 1,0 m de altura nas plantas (0,5+1,0+1,5 e 1,0+1,0+1,0). Aos 28 meses de idade (terceira intervenção), o menor tempo foi verificado para o tratamento 1,0+1,0+1,0, onde foram removidos galhos em 1,0 m de altura das plantas e o maior para os tratamentos 0,5+0,5+2,0 e 1,0+0,0+2,0, onde foram removidos galhos em uma seção de 2,0 m de altura das plantas (Quadro 1).

Quando foram aplicadas três intervenções de desrama (0,5+0,5+2,0; 0,5+1,0+1,5 e 1,0+1,0+1,0), o tempo médio gasto para desramar até 3,0 m de altura foi de 255,2 s/planta, enquanto, com duas intervenções (1,0+0,0+2,0 e 1,5+0,0+1,5), a média foi de 221,5 s/planta. Ou seja, com duas intervenções gastam-se 10:24 horas/ha a menos para atingir 3,0 m de tora limpa do que utilizando-se três intervenções. Baseando-se nestes resultados de tempo de desrama e considerando que, até a idade de 45 meses, ainda não foi observada diferença significativa no crescimento em altura e diâmetro das

plantas, recomenda-se o uso de apenas duas intervenções para se obter a altura de 3,0 m de tora limpa. Porém, há ainda necessidade de, no futuro, avaliar a influência destes tratamentos sobre a qualidade da madeira e, realizar uma análise econômica da aplicação destes tratamentos de desrama no povoamento.

3.2. Segunda época de desrama

O tempo gasto para desramar as plantas submetidas à segunda época de desrama não diferiu significativamente entre os tratamentos aplicados, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade (Quadro 2).

Quadro 2 – Valores médios e desvio padrão para o tempo gasto para desramar cada planta (s/planta) do clone 24504 de *Eucalyptus grandis*, em cada intervenção de desrama artificial, aos 20, 28 e 33 meses de idade até completar três metros de altura, para os tratamentos da segunda época de desrama, em Abaeté, MG

Altura de desrama (m)	Idade (mês) da intervenção de desrama			
	20	28	33	Total*
0,5+0,5+2,0	40,9 ± 10,6	68,1 ± 13,6	69,9 ± 16,6	179,0 a
0,5+1,0+1,5	42,8 ± 6,3	119,9 ± 39,5	43,1 ± 5,6	205,7 a
1,0+1,0+1,0	81,4 ± 1,3	100,9 ± 26,3	37,8 ± 4,4	219,7 a
1,0+0,0+2,0	82,9 ± 15,8	-----	74,0 ± 8,2	157,0 a
1,5+0,0+1,5	97,7 ± 13,3	-----	51,6 ± 1,2	149,3 a

* Tempo gasto para desramar até três metros de altura. Médias seguidas pela mesma letra minúscula, na última coluna, não diferem entre si, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

Embora não tenham sido detectadas diferenças significativas pelo teste de médias, assim como observado para a primeira época, o menor tempo de desrama foi verificado no tratamento 1,5+0,0+1,5 (149,3 s/planta) e o maior no 1,0+1,0+1,0 (219,7 s/planta), o que representa um tempo 47% maior para se alcançar os mesmos 3,0 m livre de galhos. As plantas submetidas aos tratamentos com maior número de intervenções para se alcançar os três

metros de tora limpa mostraram tempos maiores do que aqueles com menor número de intervenções, conforme observado para a primeira época de desrama.

Os tempos médios de desrama em cada intervenção aumentaram com a intensidade de desrama, semelhante ao ocorrido para a primeira época. Enquanto no tratamento 0,5+0,5+2,0, aos vinte meses, gastou-se 40,9 s/planta para desramar até 0,5 m de altura, no tratamento 1,5+0,0+1,5 foram gastos 97,7 s/planta (Quadro 2).

A altura em que ocorreu a desrama nas plantas também parece ter influenciado os resultados alcançados no tempo da operação da desrama artificial. No tratamento 0,5+1,0+1,5, aos 28 meses de idade, foram removidos todos os galhos presentes de 0,5 até 1,5 m de altura nas plantas, ou seja, 1,0 m de desrama, gastando-se, em média, 120 s/planta. No tratamento 1,0+1,0+1,0 a mesma intensidade de desrama foi aplicada em cada intervenção, porém, esta ocorreu de 1,0 até 2,0 m de altura nas plantas, levando, em média, 101 s/planta. Este resultado pode ser explicado pela arquitetura de copa do clone 24504 de *Eucalyptus grandis*, que concentra galhos de maior diâmetro na base da copa, especialmente, entre 0,5 e 1,5 m de altura. Sendo assim, no tratamento 1,0+1,0+1,0, parte destes galhos mais grossos havia sido removido na primeira intervenção (20 meses de idade) o que facilitou a remoção dos galhos, resultando numa operação mais rápida aos 28 meses de idade.

Quando foram aplicadas três intervenções de desrama, o tempo médio gasto para desramar até 3,0 m de altura foi de 201,5 s/planta e, com duas intervenções a média foi de 153,2 s/planta. Deste modo, quando se aplicam duas intervenções para se alcançar 3,0 m de tora limpa economizam-se 14:54 horas/ha. Vale salientar que, no presente estudo, todas as árvores do povoamento receberam desrama até três metros de altura. Para a segunda época de desrama, observou-se diferença ainda maior do que aquela para a primeira época. Assim, considerando questões operacionais, a aplicação de desrama artificial em duas intervenções mostrou-se uma alternativa economicamente mais viável, do que a utilização de três intervenções.

3.3. Terceira época de desrama

O tempo médio gasto para desramar até três metros da altura não diferiu significativamente, ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey, entre os tratamentos para a terceira época de desrama (Quadro 3). Porém, houve tendência de se despendar menor tempo para desrama das plantas do tratamento 1,0+2,0 (179,7 s/planta) e o maior para o 1,5+1,5 (217,3 s/planta). Conforme discutido para as épocas anteriores, em cada intervenção, verificou-se tendência do tempo médio de desrama aumentar com a intensidade da operação (Quadro 3).

Quadro 3 – Valores médios e desvio padrão para o tempo gasto para desramar cada planta (s/planta) do clone 24504 de *Eucalyptus grandis*, em cada intervenção de desrama artificial, aos 28 e 33 meses de idade, para os tratamentos da terceira época de desrama, em Abaeté, MG

Altura de desrama (m)	Idade (mês) da intervenção de desrama		
	28	33	Total*
1,0+2,0	112,6 ± 29,4	67,0 ± 5,9	179,7 a
1,5+1,5	162,8 ± 19,0	54,4 ± 4,5	217,3 a
3,0+0,0	214,0 ± 42,9	-----	214,0 a

* Tempo gasto para desramar até três metros de altura. Médias seguidas pela mesma letra minúscula, na última coluna, não diferem entre si, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

Quando se comparam os tratamentos comuns às três épocas de desrama (1,0+0,0+2,0 e 1,5+0,0+1,5) pode-se observar que a terceira época parece não ser a mais indicada para a aplicação destes tratamentos, neste clone. No tratamento 1,5+0,0+1,5, na terceira época, o tempo de desrama foi de 217 s/planta enquanto, na segunda época, este foi de 149 s/planta, ou seja, o tempo necessário para se desramar uma planta até três metros de altura, na terceira época, foi 46% maior do que na segunda. Deste modo, pode-se constatar que a idade de 28 meses não parece ser a mais indicada para iniciar

a desrama neste clone, uma vez que a presença de galhos grossos na porção basal da copa da planta dificulta a sua remoção tornando a operação mais onerosa. Além disso, a permanência de galhos grossos por mais tempo na árvore irá causar ferimentos grandes por ocasião de desrama artificial o que, conseqüentemente, demandará mais tempo para haver a cicatrização, podendo, assim, afetar a qualidade da madeira (PULROLNIK, 2003). Para o mesmo tratamento, na primeira época de desrama, foram gastos 208 s/planta, o que representou um tempo 39% maior do que para a segunda época. Observou-se que, de modo geral, os tempos de desrama, em cada intervenção, foram menores para aqueles da segunda época, mesmo as plantas estando maiores e, portanto, com os galhos da porção basal da copa mais grossos e lignificados. Um fator que pode ter influenciado o tempo de desrama, aos 16 meses de idade, está relacionado com o desenvolvimento do fuste dessas plantas. Nesta idade, o diâmetro médio foi de 3,09 cm, portanto, durante a operação de remoção dos galhos, principalmente daqueles de menor diâmetro, as árvores se curvavam durante a operação, dificultando a operação.

A manutenção de uma equipe permanente de desrama mostrou-se conveniente, em razão das diferenças observadas nos tempos gastos em cada idade para a aplicação dos mesmos tratamentos, pois, em cada intervenção, contava-se com equipes diferentes, o que pode ter interferido no tempo gasto para efetuar a desrama. Portanto, o planejamento adequado da desrama artificial, assim como investimento em treinamento de uma equipe permanente de desrama, pode tornar mais rápida a operação reduzindo os seus custos.

Para escolher o melhor tratamento e época de início da desrama deve-se considerar, ainda, a melhoria na qualidade da madeira e a influência da desrama sobre o crescimento das plantas, sendo que, para este experimento, até o momento, não foram detectadas influências significativas sobre o crescimento das mesmas. É possível recomendar o uso de apenas duas intervenções para obter 3,0 m de tora limpa, seguida da análise da qualidade da madeira.

4. CONCLUSÕES

- O número de intervenções necessárias para se desramar as plantas do clone 24504 de *Eucalyptus grandis*, até três metros de altura, influenciou no tempo de desrama. Para a primeira e segunda épocas de desrama, no tratamento 1,0+0,0+2,0 e 1,5+0,0+1,5, houve tendência de se dispender menos tempo em relação aos tratamentos com maior número de intervenções.
- O início das intervenções de desrama, aos 16 meses de idade, para este clone, com 3,09 cm de diâmetro e 3,81 m de altura requerem tempo mais elevado para a operação em razão da maior flexibilidade do tronco. Quando iniciada tardiamente, aos 28 meses de idade, o tempo requerido para desrama foi mais elevado em razão do aumento do diâmetro dos galhos na base da copa.
- Com base no presente estudo sobre o tempo requerido para realizar a desrama, recomenda-se que esta operação seja iniciada aproximadamente aos 20 meses de idade e, para atingir 3,0 m de tora limpa na base do tronco, recomenda-se a utilização de apenas duas intervenções de desrama.

CONCLUSÕES GERAIS

- Até a idade de 45 meses, a aplicação de desrama não comprometeu o crescimento das plantas do clone 24504 de *Eucalyptus grandis*, possivelmente em razão da remoção da copa viva não ter sido suficientemente drástica a ponto de prejudicar o seu crescimento e, ou, devido à capacidade de recuperação de copa das plantas após cada intervenção, como observado pela expansão das copas e a recuperação do índice de área foliar do povoamento. Ainda, ressalta-se que os galhos grossos removidos até a altura de 3,0 m constituem-se em forte dreno de assimilados, competindo com o tronco. Assim, a sua remoção, mesmo que acompanhada de elevada remoção de área foliar, pode estar trazendo benefícios à planta, por reduzir os drenos que competem com o crescimento do tronco.
- Com base nos resultados de distribuição dos galhos vivos e mortos, da biomassa de copa removida e do tempo de desrama, recomenda-se, para esse clone, nas condições desse estudo, a utilização de duas intervenções de desrama para se alcançar três metros de tora limpa, sendo a primeira, aproximadamente, aos 20 meses de idade, removendo-se até 1,0 ou 1,5 m de altura e, a segunda aproximadamente aos 28 meses de idade, completando 3 m de fuste limpo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ACERBI JR., F.W.; SCOLFORO, J.R.S.; OLIVEIRA, A.D. de; MAESTRI, R. Simulação e avaliação econômica de regimes de desbaste para *Pinus taeda* para obtenção de múltiplos produtos da madeira. **Revista Cerne**, v. 5, p. 81-102, 1999.

ADDICOTT, F.T. Abscission: shedding of parts. In: RAGHAVENDRA, A.S. (Ed.). **Physiology of trees**. [S.l.]: John Wiley e Sons, 1991. p. 273-300.

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

ARNOLD, R.; GLEED, J.A. Raising and managing radiata pine cuttings for production forests. **Australian Forestry**, v. 48, p. 199-206, 1985.

ASHTON, D.H. Studies of litter in *Eucalyptus regnans* forests. **Australian Journal of Botany**, v. 23, p. 413-433, 1975.

ATTIWILL, P.M. Nutrient cycling in a *Eucalyptus obliqua* (L'Herit.) forest: IV nutrient uptake and nutrient return. **Australian Journal of Botany**, v. 28, p. 199-222, 1980.

ATTIWILL, P.M.; LEEPER, G.M. **Forest soils and nutrient cycles**. Victoria: Melbourne University, 1987. 202 p.

BACARIN, M.A. **Crescimento e partição de assimilados em sorgo sacarino, *Sorghum bicolor* (L.) Moench, cultivado em terrenos com diferentes exposições e declividades**. Viçosa, MG: UFV, Impr. Univ., 1992. 112 f. Dissertação (Mestrado em Fisiologia Vegetal) – Universidade federal de Viçosa, Viçosa.

BANDARA, G.D.; WHITEHEAD, D.; MEAD, D.J.; MOOT, D.J. Effects of pruning and understorey vegetation on crown development, biomass increment and above-ground carbon partitioning in *Pinus radiata* trees growing at a dryland agroforestry site. **Forest Ecology and Management**, v. 124, p. 241-254, 1999.

BARGALI, S.S.; SINGH, R.P.; SINGH, S.P. Structure and function of an age series of eucalypt plantations in Central Himalaya: II Nutrient dynamics. **Annals of Botany**, v. 69, p. 413-421, 1992.

BARTHELEMY, D.; EDELIN, C.; HALLE, F. Canopy architecture. In: RAGHAVENDRA, A.S. (Ed.). **Physiology of trees**. New York: [s.n.], 1991. p. 1-20.

BATTAGLIA, M.; CHERRY, M.L.; BEADLE, C.L.; SANDS, P.J.; HINGSTON, A. Prediction of leaf area index in eucalypt plantations: effects of water stress and temperature. **Tree Physiology**, v. 18, p. 521-528, 1998.

BEADLE, C.L. Dynamics of leaf and canopy development. In: NAMBIAR, K.S.; BROWN, A.G. (Eds.). **Management of nutrients and water in tropical plantation forest**. Canberra: [s.n.], 1997. p. 169-245.

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

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.

BLAKE, T.J.; SUITER FILHO, W. Drought tolerance, growth partitioning and vigour in *Eucalyptus* sp. seedling and rooted cuttings. **Tree Physiology**, v. 4, p. 315-342, 1988.

BOLSTAD, P.V.; LIBBY, W.J. Comparisons of radiata pine cuttings of hedge and tree-form origin after seven growing seasons. **Silvae Genetica**, v. 31, p. 9-13, 1982.

BOYER, J.S. Plant productivity and environment. **Science**, v. 218, n. 4571, p. 443-448, 1982.

BREDENKAMP, B.V.; MALAN, F.S.; CONRADIE, W.E. Some effects of pruning on growth and timber quality of *Eucalyptus grandis* in Zululand. **South African Forestry Journal**, n. 114, p. 29-34, 1980.

BROWN, C.L. Growth and form. In: ZIMMERMANN, M.H.; BROWN, C.L. **Trees structure and function**. New York: Springer-Verlag, 1977. p. 125-167.

BURGER, L.M.; RICHTER, H.G. **Anatomia da madeira**. São Paulo: Nobel, 1991. 154 p.

CHAVES, J.H. **Crescimento, fotossíntese e relações hídricas de clones de eucalipto sob diferentes regimes hídricos**. Viçosa, MG: UFV, Impr. Univ., 2001. 106 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

CLINE, M.G. Dominance apical. **The Botanical Review**, v. 57, p. 318-358, 1991.

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

DABRAL, B.G.; RATURI, A.S. Water consumption by *Eucalyptus*. **The Indian Forestry**, v. 111, p. 1053-1070, 1985.

DANIEL, T.W.; HELMS, J.A.; BACKER, F.S. **Principios de silvicultura**. México: MacGraw-Hill, 1982. 492 p.

DEL MENEZZI, C.H.S.; NAHUZ, M.A.R. Comportamento de *Eucalyptus grandis* no desdobro. **Revista Árvore**, v. 22, p. 563-571, 1998.

DROPPELMANNA, K.J.; BERLINER, P.R. Biometric relationships and growth of pruned and non-pruned *Acacia saligna* under runoff irrigation in northern Kenya. **Forest Ecology and Management**, v. 126, p. 537-546, 2000.

DYE, P.J.; OLBRICH, B.W. Estimating transpiration from 6-year-old *Eucalyptus grandis* trees: development of a canopy conductance model and comparison with independent sap flux measurements. **Plant Cell and Environment**, v. 16, p. 45-53, 1993.

ENDO, M.; MESA, G.V. Results of a pruning trial with *Pinus patula* in Colombia. **IPEF**, v. 2, p. 45-49, 1992.

EVANS, J. **Plantation forestry in the tropics**. 2. ed. New York: Oxford Science Publications, 1992. 403 p.

FERREIRA, M.G.M. **An analysis of the productivity of *Eucalyptus grandis* plantations in the "Cerrado" region in Brazil: a nutrient cycling approach**. Vancouver, BC: The University of British Columbia, 1984. 230 p.

FERRI, M.G. Transpiração nos principais ecossistemas brasileiros e em espécies cultivadas no Brasil. In: FERRI, M.G. (Coord.). **Fisiologia vegetal**. São Paulo: EPU, 1985. p. 25-74.

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. **Revista Cerne**, v. 7, p. 53-64, 2001.

FONSECA, J.S. da; MARTINS, G. de A. **Curso de estatística**. 6. ed. São Paulo: Atlas S.A., 1996. 320 p.

FRAMPTON L.J.; FOSTER, G.S. Field testing vegetative propagules. p.110-134. 1993. In: AHUJA, M.R.; LIBBY, W.J. (Eds.). **Clonal forestry: genetics and biotechnology**. Germany: Springer-Verlag, 1993. 277 p.

FREDERICKSEN, T.S.; HEDDEN, R.L.; WILLIAMS, S.A. Susceptibility of loblolly pine to bark beetle attack following simulated wind stress. **Forest Ecology and Management**, v. 76, p. 95-107, 1995.

GÉNARD, M.; PAGES, L.; KERVELLA, J. A carbon balance model of peach tree growth and development for studying the pruning response. **Tree Physiology**, v. 18, p. 351-362, 1998.

GERRAND, A.M.; MEDHURST, J.L.; NEILSEN, W.A. Research results for thinning and pruning eucalypt plantations for sawlog production in Tasmania. In: ———. **Forestry Tasmania**. Hobart: [s.n.], 1997. p. 209.

GOMES, R.T. **Efeito do espaçamento no crescimento e nas relações hídricas de *Eucalyptus* spp. na região do cerrado de Minas Gerais**. Viçosa, MG: UFV, Impr. Univ., 1994. 85 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

GONÇALVES, M.R. **Crescimento, acúmulo de nutrientes e temperatura de copa em cinco espécies de *Eucalyptus* spp. sob dois regimes hídricos**. Viçosa, MG: UFV, Impr. Univ., 1992. 84 f. Dissertação (Mestrado em Fisiologia Vegetal) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

GREENWOOD, M.S. Phase change in loblolly pine: shoot development as a function of age. **Physiology Plantarum**, v. 61, p. 518-522, 1984.

GREENWOOD, M.S.; HUTCHISON, K.W. Maturation as a developmental process. In: AHUJA, M.R.; LIBBY, W.J. (Eds.). **Clonal forestry: genetics and biotechnology**. Germany: Springer-Verlag, 1993. p. 14-33.

HARD, J. Success of spruce beetle attacks in pruned and unpruned boles of Lutz spruce in south-central Alaska. **Forest Ecology and Management**, v. 47, p. 51-70, 1992.

HARRIS, R.W. **Arboriculture: integrated management of landscape trees, shrubs, and vines**. 2. ed. New Jersey: Prentice-Hall, 1992. 674 p.

HATTA, H.; HONDA, H.; FISHER, J.B. Branching principles governing the architecture of *Cornus kousa* (Cornaceae). **Annals of Botany**, n. 84, p. 183-193, 1999.

HAWLEY, R.C.; SMITH, D.M. **Silvicultura práctica**. Barcelona: Ediciones Omega, 1972. 543 p.

HELMISAARI, H.S. Nutrient retranslocation within the foliage of *Pinus sylvestris*. **Tree Physiology**, v. 10, p. 45-58, 1992.

HELMS, J.A. Apparent photosynthesis of Douglas-fir in relation to silvicultural treatment. **Forest Science**, v. 10, p. 432-442, 1964.

HILBERT, D.W.; MESSIER, C. Physical simulation of trees to study the effects of forest light environment, branch type and branch spacing on light interception and transmission. **Functional Ecology**, v. 10, p. 777-783, 1996.

HINCKLEY, T.M.; RICHTER, H.; SCHULTE, P.J. Water relations. In: RAGHAVENDRA, A.S. (Ed.). **Physiology of trees**. New York: John Wiley & Sons, 1991. p. 137-162.

JACKSON, N.A.; WALLACE, J.S. Soil evaporation measurements in an agroforestry in Kenya. **Agricultural and Forest Meteorology**, v. 94, p. 203-215, 1999.

JACKSON, N.A.; WALLACE, J.S.; ONG, C.K. Tree pruning as a means of controlling water use in agroforestry system in Kenya. **Forest Ecology and Management**, v. 126, p. 133-148, 2000.

JONES, H.G. **Plants and microclimate: a quantitative approach to environmental plant physiology**. 2. ed. Cambridge: Cambridge University Press, 1994. 428 p.

KALLARACKAL, J.; SOMEN, C.K. Water use by *Eucalyptus tereticornis* stands of differing density in southern India. **Tree Physiology**, v. 17, p. 195-203, 1997.

KERR, G. The effect of heavy or "free growth" thinning on oak (*Quercus petraeae* e *Q. robur*). **Forestry**, v. 69, p. 303-317, 1996.

KLOMP, B.K.; HONG, S.O. Performance of *Pinus radiata* seedlings and cuttings to age 15 years. **New Zealand Journal of Forestry Science**, v. 15, p. 281-297, 1985.

KOZLOWSKI, T.T. **Growth and development of trees**. New York: Academic Press, 1971. 443 p.

KOZLOWSKI, T.T.; KRAMER, P.J.; PALLARDY, S.G. **The physiological ecology of wood plants**. San Diego: Academic Press, 1991. 657 p.

KRAMER, P.J. The role of physiology in forestry. **Tree Physiology**, v. 2, p. 1-16, 1986.

KRAMER, P.J.; KOZLOWSKI, T.T. **Fisiologia das árvores**. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 1972. 745 p.

LADEIRA, B.C. **Crescimento, produção de biomassa e eficiência nutricional de *Eucalyptus* spp., sob três espaçamentos, em uma seqüência de idades**. Viçosa, MG: UFV, Impr. Univ., 1999. 132 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

LAMPRECHT, H. **Silvicultura nos trópicos: ecossistemas florestais e respectivas espécies arbóreas-possibilidades e método de aproveitamento sustentado**. Eschborn: GTZ, 1990. 343 p.

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

LANGE, P.W.; RONDE, C.; BREDENKAMP, B.V. The effects of different intensities of pruning on the growth of *Pinus radiata* in South Africa. **South African Forestry Journal**, v. 143, p. 30-36, 1987.

LARCHER, W. **Ecofisiologia vegetal**. 4. ed. São Paulo: EPU, 1986. 319 p.

LARCHER, W. **Physiological plant ecology**. 3. ed. Berlin: Springer, 1995. 506 p.

LEITE, H. G. **Ajuste de um modelo de estimação de freqüência e produção por classe de diâmetro, para povoamento de *Eucalyptus salygna* Smith**. Viçosa, MG: UFV, Impr. Univ., 1990. 81 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

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

LODHIYAL, L.S.; SINGH, R.P.; SINGH, S.P. Structure and function of an age series of poplar plantations in Central Himalaya: II. nutrient dynamics. **Annals of Botany**, v. 76, p. 201-210, 1995.

LUCKHOFF, H.A. Pruning of *Eucalyptus grandis*. **Forest South African**, v. 8, p. 75-85, 1967.

MAJID, N.M.; PAUDYAL, B.K. Pruning trial for *Acacia mangium* Willd. plantation in Peninsular Malaysia. **Forest Ecology and Management**, v. 47, p. 285-293, 1992.

MARTINS, V.A.; GOUVEIA, F.N.; MARTINEZ, S. Secagem convencional de madeira de eucalipto – Parte I: *Eucalyptus cloeziana* F. Muell, *E. grandis* Hill ex Maiden e *E. pilularis* Sm. **Brasil Florestal**, n. 70, p. 42-47, 2001.

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

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

MENEZZI, C.H.S.; NAHUZ, M.A.R.; SOUZA, M.R. Aspectos tecnológicos da produção de madeira serrada de *Eucalyptus cloeziana* F. Muell. **Brasil Florestal**, n. 70, p. 75-82, 2001.

MIELKE, M.S.; OLIVA, M.A.; BARROS, N.F. de; MARTINEZ, C.A.; ALMEIDA, A.C. de. Leaf gas exchange in a clonal eucalypt plantation as related to soil moisture, leaf water potential and microclimate variables. **Trees: structure and function**, v.14, p. 263-270, 2000.

MIELKE, M.S.; OLIVA, M.A.; BARROS, N.F. de; PENCHEL, R.M.; MARTINEZ, C.A.; ALMEIDA, A.C. de. Stomatal control of transpiration in the canopy of a clonal *Eucalyptus grandis* plantation. **Trees: structure and function**, v. 13, p. 152-160, 1999.

MILLER, H. G. The influence of stand development on nutrient demand , growth and allocation. **Plant and Soil**, v. 168/169, p. 225-232, 1995.

MONTAGNA, R.G.; FERNANDES, P.S.; ROCHA, F.T.; COUTO, H.T.Z. Influência da poda de galhos sobre o crescimento e a densidade básica da madeira de *Pinus elliottii*. **Revista Florestal**, v. 2, p. 157-169, 1990.

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

MONTAGU, K. D.; KEARNEY, D. E.; SMITH, R. G. B. The biology and silviculture of pruning planted eucalypts for clear wood production – a review. **Forest Ecology and Management**, v. 179, p. 1-18, 2003.

MOREIRA, I.P.S. **Classificação ecológica do território brasileiro situado entre 16 e 24° latitude sul e 48 e 39° 51' longitude oeste**. Viçosa, MG: UFV, Impr. Univ., 1997. 156 f. Tese (Doutorado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

MOURELLE, C.; KELLMAN, M.; KWON, L. Light occlusion at forest edges: an analysis of tree architectural characteristics. **Forest Ecology and Management**, v. 154, p. 177-192, 2001.

MULLET, J.E.; WHITSITT, M.S. Plant cellular responses to water deficit. **Plant Growth Regulation**, v. 20, p. 119-124, 1996.

NAHUZ, M.A.R.; MIRANDA, M.J.A.; FRANCO, N. Inovações na área de utilização da madeira de eucalipto: a fabricação de móveis. In: WORKSHOP, SOBRE TÉCNICAS DE ABATE, PROCESSAMENTO E UTILIZAÇÃO DA MADEIRA DE EUCALIPTO, 1999, Viçosa. **Anais...** Viçosa, MG: SIF, 1999. p. 28-30.

NEILSEN, W.A.; GERRAND, A.M. Growth and branching habit of *Eucalyptus nitens* at different spacings and the effect on final crop selection. **Forest Ecology and Management**, v. 123, p. 217-229, 1999.

NOVAIS, R.F.; BARROS, N.F.; COSTA, L.M. Aspectos nutricionais e ambientais do eucalipto. **Silvicultura**, n. 68, p. 10-17, 1996.

O'CONNELL, A.M. Microbial decomposition (respiration) of litter in eucalypt forests of south-western Australia: an empirical model based on laboratory incubations. **Soil Biology and Biochemistry**, v. 22, p. 153-160, 1990.

O'CONNELL, A.M. Decomposition of slash residues in thinned regrowth eucalypt forest in Western Australia. **Journal of Applied Ecology**, v. 34, p. 111-122. 1997.

O'CONNELL, A.M.; GROVE, T.S. Biomass production, nutrient uptake and nutrient cycling in the jarrah (*Eucalyptus marginata*) and karri (*Eucalyptus diversicolor*) forests of south-western Australia. In: ATTIWILL, P.M.; ADAMS, M.A. (Eds.). **Nutrition of Eucalypts**. Melbourne: CSIRO, 1995. p. 155-190.

OLIVA, M. A.; LOPES, N. F.; FAÇANHA, J.G.V. Avaliação da resistência à seca de *Eucalyptus* spp., mediante termometria a infravermelho. **Revista Árvore**, v. 8, n. 2, p. 112-122, 1984.

OLIVA, M.A.; LOPES, N.F.; GOMES, M.M.S. Seca de ponteiros em *Eucalyptus camaldulensis* em relação a estresse hídrico e nutrição mineral. **Revista Árvore**, v. 13, p. 19-33, 1989.

OLIVEIRA, J.T.S. Problemas e oportunidades com a utilização da madeira de eucalipto. In: WORKSHOP SOBRE TÉCNICAS DE ABATE, PROCESSAMENTO E UTILIZAÇÃO DA MADEIRA DE EUCALIPTO, 1999, Viçosa. **Anais...** Viçosa, MG: SIF, 1999. p. 47-50.

OLIVEIRA NETO, S.N. **Biomassa, nutrientes e relações hídricas em *Eucalyptus camaldulensis* Dehn. em resposta à adubação e ao espaçamento**. Viçosa, MG: UFV, Impr. Univ., 1996. 131 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

OLIVER, C.D.; LARSON, B.C. **Forest stand dynamics**. New York: McGraw-Hill, Inc., 1990. 467 p.

O'TOOLE, J.C.; LOZBUN, J.; WALLACE, D.H. Photosynthetic response to water stress in *Phaseolus vulgaris*. **Plant Physiology**, v. 40, p. 111-114, 1977.

PEARCY, R.W.; YANG, W. A three-dimensional crown architecture model for assessment of light capture and carbon gain by understory plants. **Oecologia**, v. 8, p. 1-12, 1996.

PEREIRA, A.R.; ANDRADE, D.C.; LEAL, P.G.L.; TEIXEIRA, N.C.S. Produção de biomassa e remoção de nutrientes em povoamentos de *Eucalyptus citriodora* e *Eucalyptus saligna* cultivados na região de cerrado de Minas Gerais. **Floresta**, v. 15, p. 8-16, 1984.

PEREIRA, J.S.; TENHUNEN, J.D.; LANGE, O.L. et al. Seasonal and diurnal patterns in leaf gas exchange of *Eucalyptus globulus* trees growing in Portugal. **Canadian Journal Forest Research**, v. 16, p. 177-184, 1986.

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.; BATTAGLIA, M.; BEADLE, C.L.; SANS, P.J. Modelling the effect of physiological responses to green pruning on net biomass production of *Eucalyptus nitens* (Deane and Maiden) Maiden. **Tree Physiology**, v. 19, p.1-12, 1999.

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

PINKARD, E.A.; BEADLE, C.L. Regulation of photosynthesis in *Eucalyptus nitens* (Deane and Maiden) Maiden following green pruning. **Trees: structure and function**, v. 12, p. 366-376, 1998b.

PINKARD, E.A.; BEADLE, C.L.; DAVIDSON, N.J.; BATTAGLIA, M. Photosynthetic responses of *Eucalyptus nitens* (Deane and Maiden) Maiden to green pruning. **Trees: structure and function**, v. 12, p. 119-129, 1998.

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

PONCE, R.H. Eucalipto como madeira serrada: desafios e perspectivas. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE UTILIZAÇÃO DA MADEIRA DE EUCALIPTO PARA SERRARIA, 1995, São Paulo. **Anais...** Piracicaba, SP: IPEF/IPT, 1995. p. 51-60.

PONCE, R.M. Produção de madeira de qualidade para processamento mecânico. **Silvicultura**, v. 10, p. 89-100, 1976.

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

REICHARDT, K. A água: absorção e translocação. In: FERRI, M.G. (Coord.). **Fisiologia vegetal**. São Paulo: EPU, 1985. p. 3-24.

REIS, G.G.; REIS, M.G.F. Competição por luz, água e nutrientes em povoamentos florestais. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DA PESQUISA FLORESTAL, 1., 1993, Belo Horizonte. **Anais...** Viçosa, MG: SIF, 1993. p.161-172.

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

REIS, M.G.F.; BARROS, N.F.; KIMMINS, J.P. Acúmulo de nutrientes em uma seqüência de idades de *Eucalyptus grandis* W. Hill (ex Maiden) plantado no cerrado, em duas áreas com diferentes produtividades, em Minas Gerais. **Revista Árvore**, v. 11, n. 1, p. 1-15, 1987.

REIS, M.G.F.; KIMMINS, J.P. Importância do sistema radicular no crescimento inicial de brotos de *Eucalyptus* spp. **Revista Árvore**, v. 10, n. 2, p. 196-201, 1986.

REIS, M.G.F.; KIMMINS, J.P.; REZENDE, G.C. et al. Acúmulo de biomassa em uma seqüência de idade de *Eucalyptus grandis* plantado no cerrado em duas áreas com diferentes produtividades. **Revista Árvore**, v. 9, p. 149-162, 1985.

SAIDELLES, F. L. F.; KÖNIG, F. G.; SCHUMACHER, M. V. Avaliação da biomassa e dos nutrientes em espécies florestais de rápido crescimento – revisão de literatura. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA FLORESTAL, 1., 2001, Santa Maria. **Anais...** Santa Maria, RS: UFSM, 2001. p. 274-286.

SCHILLING, A.C.; SCHNEIDER, P.R.; HASELEIN, C.R.; FINGER, C.A.G. Influência de diferentes intensidades de desrama sobre a porcentagem de lenho tardio e quantidade de nós da madeira de primeiro desbaste de *Pinus elliottii* Engelman. **Revista Ciência Florestal**, v. 8, n. 1, p. 115-127, 1998.

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

SCHOLANDER, P.F.; HAMMEL, H.T.; BRADSTREET, E.D.; HEMMINGSEN, E.A. Sap pressure in vascular plants. **Science**, v. 148, p. 339-346, 1965.

SCHULZE, E.D.; ROBICHAUX, R.H.; GRACE, J.; RUNDEL, P.W. Plant water balance. **Bioscience**, v. 37, p. 30-37, 1987.

SCHUMACHER, M. V. **Aspectos da ciclagem de nutrientes e do microclima em talhões de *Eucalyptus camaldulensis* Dehn, *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden e *Eucalyptus torelliana* F. Messel.** Piracicaba, SP: ESALQ, 1992. 87 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade de São Paulo, Piracicaba.

SCOLFORO, J.R.S. **Modelos para expressar o crescimento e a produção florestal:** parte 1. Lavras, MG: UFLA/FAEPE, 1994. 188 p.

SCOLFORO, J.R.S. **Manejo florestal.** Lavras, MG: UFLA/FAEPE, 1998. 443 p.

SEQUEIRA, W.; GHOLZ, H.L. Canopy structure, light penetration and tree growth in a slash pine (*Pinus elliottii*) silvo-pastoral system at different stand configurations in Florida. **The Forestry Chronicle**, v. 67, n. 3, p. 263-267, 1991.

SIMULA, M.T.; TISSARI, J.T. Market prospects for eucalyptus solid wood products in the European Commun market. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL SOBRE PRODUTOS SÓLIDOS DE MADEIRA DE ALTA TECNOLOGIA, 1., ENCONTRO SOBRE TECNOLOGIAS APROPRIADAS DE DESDOBRO, SECAGEM E UTILIZAÇÃO DA MADEIRA DE EUCALIPTO, 1., Belo Horizonte. **Anais...** Belo Horizonte: [s.n.], 1998. p. 29-48,

SINCLAIR, R. Water potential and stomatal conductance of three *Eucalyptus* spp. in the mount lofty ranges, South Australia: responses to summer drought. **Australian Journal Botanical**, v. 28, p. 501-510, 1980.

SMITH, D.M.; JAKSON, N.A.; ROBERTS, J.M.; ONG, C.K. Root distributions in a *Grevillea robusta*-maize agroforestry system in semi-arid Kenya. **Plant and Soil**, v. 211, p. 191-205, 1999.

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

STÖHR, G.W.D.; BAGGIO, D.; FABER, J. Influência de la poda verde en el crecimiento de *Pinus taeda* en Paraná – Brazil. In: SIMPÓSIO SOBRE SILVICULTURA Y MEJORAMIENTO GENETICO DE ESPECIES FLORESTALES, 1., 1987, Buenos Aires. **Anais...** Buenos Aires, Argentina: [s.n.], 1987. p. 197-204.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Plant physiology.** California: The Benjamin/Cummings Company, 1991. 565 p.

TAKENAKA, A. A simulation model of tree architecture development based on growth response to local light environment. **Journal of Plant Research**, v. 107, p. 321-330, 1994.

TOLIVER, J.R.; DICKE, S. Early pruning of young pecan trees affects growth and bole quality. In: FIFTH BIENNIAL SOUTHERN SILVICULTURAL RESEARCH CONFERENCE, 1988, Memphis. **Anais...** Memphis: [s.n.], 1988. p. 295-298.

TSOUMIS, G. **Science and technology of wood**: structure, properties, utilization. New York: Van Nostrand Reinhold, 1991. 494 p.

TUFUOR, K.; LIBBY, W.J. First-lift pruning times of radiata pine seedlings and rooted cuttings in a small California experiment. **New Zealand Journal of Forestry Science**, v. 18, p. 124-132, 1973.

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

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.

WANDELLI, E.V.; MARQUES FILHO, A.O. Medidas de radiação solar e índice de área foliar em coberturas vegetais. **Acta Amazônica**, v. 29, n. 1, p. 57-78, 1999.

WEST, G.G. *Pinus radiata* growth responses to pruning, thinning, and nitrogen fertiliser in Kaingaroa Forest. **New Zealand Journal of Forestry Science**, v. 28, n. 2, p. 165-181, 1998.

WILL, R.E.; BARRON, G.A.; BURKES, E.C.; SHIVER, B.; TESKEY, R.O. Relationship between intercepted radiation, net photosynthesis, respiration, and rate of stem volume growth of *Pinus taeda* and *Pinus elliottii* stands of different densities. **Forest Ecology and Management**, v. 154, p. 155-163, 2001.

WOODS, P.V.; RAISON, R.J. Decomposition of litter in subalpine forests of *Eucalyptus delegatensis*, *E. pauciflora*, and *E. dives*. **Australian Journal of Ecology**, v. 8, p. 289-299, 1983.

ZOBEL, B.J.; VAN BUIJTENEN, J.P. **Wood variation**: its causes and control. New York: Springer Verlag, 1989. 363 p.

APÉNDICE

APÊNDICE A

Quadro 1A – Resumo da análise de variância do diâmetro à altura do peito (DAP), em cm, e da altura total (HT), em metros, de plantas do clone 24504 de *Eucalyptus grandis* submetidas à primeira intervenção de desrama artificial aos 16 meses de idade (primeira época de desrama), em Abaeté, MG

FV	GL	QM	
		DAP	HT
Tratamento	5	0,5248 ^{ns}	0,4749 ^{ns}
Resíduo (a)	12	1,8517	3,5480
Idade	8	107,9487**	212,9371**
Idade x Tratamento	40	0,0917**	0,104503 ^{ns}
Resíduo (b)	96	0,0332	0,1416
CV (%) parcela		20,88	21,80
CV (%) subparcela		2,79	4,36

FV: fontes de variação; GL: graus de liberdade; QM: quadrado médio; ns : F não significativo ao nível de 5% de probabilidade; ** F significativo ao nível de 1% de probabilidade.

Quadro 2A – Resumo da análise de variância do diâmetro à altura do peito (DAP), em cm, e da altura total (HT), em metros, de plantas do clone 24504 de *Eucalyptus grandis* submetidas à primeira intervenção de desrama artificial aos 20 meses de idade (segunda época de desrama), em Abaeté, MG

FV	GL	QM	
		DAP	HT
Tratamento	5	0,520848 ^{ns}	2,7469 ^{ns}
Resíduo (a)	12	1,455623	3,9239
Idade	6	79,53456**	130,4850**
Idade x Tratamento	30	0,062108 ^{ns}	1,0787 ^{ns}
Resíduo (b)	72	0,072039	1,4373
CV (%) parcela		16,36	20,07
CV (%) subparcela		3,64	12,15

FV: fontes de variação; GL: graus de liberdade; QM: quadrado médio; ns : F não significativo ao nível de 5% de probabilidade; ** = F significativo ao nível de 1% de probabilidade.

Quadro 3A – Resumo da análise de variância do diâmetro à altura do peito (DAP), em cm, e da altura total (HT), em metros, de plantas do clone 24504 de *Eucalyptus grandis* submetidas à primeira intervenção de desrama artificial aos 28 meses de idade (terceira época de desrama), em Abaeté, MG

FV	GL	QM	
		DAP	HT
Tratamento	3	3,7252 ^{ns}	1,8972 ^{ns}
Resíduo (a)	8	1,3007	2,4772
Idade	4	21,8595 ^{**}	45,5978 ^{**}
Idade x Tratamento	12	0,0414 ^{ns}	0,2068 ^{ns}
Resíduo (b)	32	0,0237	0,1071
CV (%) parcela		14,08	14,67
CV (%) subparcela		1,90	3,05

FV: fontes de variação; GL: graus de liberdade; QM: quadrado médio; ns: F não significativo ao nível de 5% de probabilidade; **: F significativo ao nível de 1% de probabilidade.

Quadro 4A – Resumo da análise de variância do volume (m³/árvore) e do índice de área foliar (IAF), aos 45 meses de idade e, da transmissividade da radiação fotossinteticamente ativa (T) (%), aos 23 meses de idade, de plantas do clone 24504 de *Eucalyptus grandis* submetidas à primeira intervenção de desrama artificial aos 16 meses de idade (primeira época de desrama) e aos 20 meses de idade (segunda época de desrama), em Abaeté, MG

FV	GL	QM					
		Primeira Época			Segunda Época		
		Volume	IAF	T	Volume	IAF	T
Trat.	5	0,000198 ^{ns}	0,0356 ^{ns}	148,6978*	0,000039 ^{ns}	0,0054 ^{ns}	223,8908**
Resíduo	12	0,009274	0,0739	59,4109	0,000053	0,0316	49,8701
CV (%)		19,99	13,85	14,52	13,15	8,78	24,90

FV: fontes de variação; GL: graus de liberdade; QM: quadrado médio; Trat.= Tratamento; ns: F não significativo ao nível de 5% de probabilidade; *: F significativo ao nível de 5% de probabilidade; **: F significativo ao nível de 1% de probabilidade.

Quadro 5A – Resumo da análise de variância do volume (m³/árvore) e do índice de área foliar (IAF), aos 45 meses de idade, de plantas do clone 24504 de *Eucalyptus grandis* submetidas à primeira intervenção de desrama artificial aos 28 meses de idade (terceira época de desrama), em Abaeté, MG

FV	GL	QM	
		Volume	IAF
Tratamento	3	0,00014041 *	0,02309 ^{ns}
Resíduo	8	0,00002632	0,02929
CV (%)		10,08	9,18

FV: fontes de variação; GL: graus de liberdade; QM: quadrado médio; ns: F não significativo ao nível de 5% de probabilidade; *: F significativo ao nível de 5% de probabilidade.

Quadro 6A – Resumo da análise de variância para biomassa de desrama (t/ha), de plantas do clone 24504 de *Eucalyptus grandis*, na primeira e terceira intervenções, para a primeira (16 e 28 meses de idade) e a segunda (20 e 33 meses de idade) época de desrama, em Abaeté, MG

FV	GL	QM			
		Primeira Intervenção		Segunda Intervenção	
		Folhas	Galhos	Folhas	Galhos
Tratamento	4	1,2951**	1,1564**	0,0638 ^{ns}	1,3625 **
Erro (a)	10	0,0293	0,0605	0,0302	0,2165
Idade	1	0,3222*	0,1438 ^{ns}	0,0697 ^{ns}	0,2836 ^{ns}
Idade x Tratamento	4	0,0606 ^{ns}	0,1589 ^{ns}	0,0780 ^{ns}	0,4754 ^{ns}
Resíduo	10	0,0544	0,1205	0,0590	0,4886
CV (%) parcela		21,98	28,48	61,62	46,30
C.V. (%) subparcela		29,95	40,19	86,13	69,56

FV: fontes de variação; GL: graus de liberdade; QM: quadrado médio; ^{ns} F não significativo ao nível de 5% de probabilidade; * F significativo ao nível de 5% de probabilidade; ** F significativo ao nível de 1% de probabilidade.

Quadro 7A – Resumo da análise de variância para biomassa de desrama (t/ha), de plantas do clone 24504 de *Eucalyptus grandis*, na segunda intervenção, para a primeira (20 meses de idade) e segunda (28 meses de idade) época de desrama, em Abaeté, MG

FV	GL	QM	
		Folhas	Galhos
Tratamento	2	0,5476**	2,1993*
Erro (a)	6	0,0386	0,3381
Idade	1	1,9531**	0,9264 ^{ns}
Idade x Tratamento	2	0,2850 ^{ns}	0,5302 ^{ns}
Resíduo	6	0,0621	0,3118
CV (%) parcela		35,84	46,57
C.V. (%) subparcela		45,47	44,72

FV: fontes de variação; GL: graus de liberdade; QM: quadrado médio; ^{ns} F não significativo ao nível de 5% de probabilidade; * F significativo ao nível de 5% de probabilidade; ** F significativo ao nível de 1% de probabilidade.

Quadro 8A – Resumo da análise de variância para o acúmulo de manta orgânica (folhas e galhos), em t/ha, para a primeira época de desrama, em Abaeté, MG

FV	GL	QM	
		Folhas	Galhos
Tratamento	5	2,0400 ^{ns}	1,1452*
Erro (a)	12	1,2879	0,2521
Idade	5	0,6313 ^{ns}	3,5642**
Idade x Tratamento	25	54,2741**	0,5404**
Resíduo	60	0,5711	0,2550
CV (%) parcela		57,61	66,10
C.V. (%) subparcela		38,36	66,48

FV: fontes de variação; GL: graus de liberdade; QM: quadrado médio; ^{ns} F não significativo ao nível de 5% de probabilidade; * F significativo ao nível de 5% de probabilidade; ** F significativo ao nível de 1% de probabilidade.

Quadro 9A – Resumo da análise de variância para o acúmulo de manta orgânica (folhas e galhos), em t/ha, para a segunda época de desrama, em Abaeté, MG

FV	GL	QM	
		Folhas	Galhos
Tratamento	5	0,7402 ^{ns}	0,9262*
Erro (a)	12	0,6080	0,2379
Idade	4	89,0587**	6,7011**
Idade x Tratamento	20	1,1012*	0,6670**
Resíduo	48	0,5465	0,1972
CV (%) parcela		30,23	59,08
C.V. (%) subparcela		28,66	53,79

FV: fontes de variação; GL: graus de liberdade; QM: quadrado médio; ^{ns} F não significativo ao nível de 5% de probabilidade; * F significativo ao nível de 5% de probabilidade; ** F significativo ao nível de 1% de probabilidade.

Quadro 10A – Resumo da análise de variância para a manta orgânica (folhas e galhos), em t/ha, aos 45 meses de idade, para a terceira época de desrama, em Abaeté, MG

FV	GL	QM	
		Folhas	Galhos
Tratamento	3	1,6241 ^{ns}	0,0604 ^{ns}
Resíduo	8	1,3827	0,2469
C.V. (%)		18,03	43,27

FV: fontes de variação; GL: graus de liberdade; QM: quadrado médio; ^{ns} F não significativo ao nível de 5% de probabilidade.

Quadro 11A – Resumo da análise de variância para tempo gasto para desramar cada planta até três metros de altura (s/planta), para a primeira e segunda época de desrama, em Abaeté, MG

FV	GL	QM	
		Primeira época	Segunda época
Tratamento	4	1434,567 ^{ns}	2759,934*
Resíduo	10	1571,266	738,1998
C.V. (%)		16,39	14,92

FV: fontes de variação; GL: graus de liberdade; QM: quadrado médio; ^{ns}F não significativo ao nível de 5% de probabilidade; * F significativo ao nível de 5% de probabilidade.

Quadro 12A – Resumo da análise de variância para tempo gasto para desramar cada planta até três metros de altura (s/planta), para a terceira época de desrama, em Abaeté, MG

FV	GL	QM
Tratamento	2	1304,333 ^{ns}
Resíduo	6	991,8887
C.V. (%)		15,46

FV: fontes de variação; GL: graus de liberdade; QM: quadrado médio; ^{ns}F não significativo ao nível 5% de probabilidade.